

ISSN 0044-3343

6 1980 ЗЕМЛЯ  
И  
ВСЕЛЕННАЯ

АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА  
ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

## Выдающееся достижение советской космонавтики в преддверии XXVI съезда КПСС

Ученым, конструкторам, инженерам, техникам и рабочим, всем коллективам и организациям, принимавшим участие в подготовке и осуществлении длительного космического полета на орбитальном научно-исследовательском комплексе «Салют-6» — «Союз».

Космонавтам **ПОПОВУ** Леониду Ивановичу,  
**РЮМИНУ** Валерию Викторовичу.

Дорогие товарищи!

Наша страна одержала новую победу в освоении космического пространства. Советские космонавты Попов Леонид Иванович и Рюмин Валерий Викторович совершили самый длительный в истории космонавтики пилотируемый полет продолжительностью 185 суток на орбитальной станции «Салют-6», находящейся на околоземной орбите свыше трех лет.

В этом полете выполнена обширная программа научно-технических исследований и экспериментов. Получен большой объем информации по программе исследования природных ресурсов Земли и изучению окружающей среды. Значительное место было отведено экспериментам по космическому материаловедению, астрофизическим, техническим и медико-биологическим экспериментам. В составе орбитального комплекса проведены успешные испытания усовершенствованного пилотируемого корабля «Союз Т-2».

Во всем мире признан огромный вклад, который внес Советский Союз — родина космонавтики в освоение космического пространства. Народы планеты с неослабным вниманием следили за полетом пилотируемого научно-исследовательского комплекса «Салют-6» — «Союз».

На борту научной лаборатории «Салют-6» работали четыре длительные экспедиции и восемь экспедиций посещения. В соответствии с программой «Интеркосмос» в этот период совершили полеты международные экипажи с участием космонавтов Чехословацкой Социалистической Республики, Польской Народной Республики, Германской Демократической Республики, Народной Республики Болгарии, Венгерской Народной Республики, Социалистической Республики Вьетнам и Республики Куба.

Международными экипажами полностью выполнены программы исследований и экспериментов, подготовленные совместно учеными и специалистами Советского Союза и других стран социалистического содружества.

Длительная успешная работа в космосе стала возможной благодаря высокой надежности отечественной космической техники и целому комплексу современных конструкторских и технологических решений при-

нятых промышленностью при создании станции «Салют-6». В этом уникальном эксперименте успешно отработана принципиально новая система регулярного снабжения орбитальных комплексов. С помощью грузовых кораблей «Прогресс» была осуществлена доставка оборудования для своевременной замены приборов и агрегатов и дооснащения станции в ходе полета новой аппаратурой с целью увеличения ресурса работы станции и объема научных исследований и экспериментов.

Советские космонавты и космонавты социалистических стран проявили всестороннее мастерство, глубокие знания сложной техники, высокие моральные качества, мужество и героизм.

Центральный Комитет Коммунистической партии Советского Союза, Президиум Верховного Совета СССР и Совет Министров СССР высоко ценят ваш героический труд и сердечно поздравляют вас, дорогие товарищи Леонид Иванович Попов и Валерий Викторович Рюмин, с отличным выполнением длительного, напряженного и плодотворного по своим результатам полета.

Горячо поздравляем с новыми выдающимися достижениями ученых, конструкторов, инженеров, техников, рабочих, специалистов космодрома, Центра управления полетом, Центра подготовки космонавтов, командно-измерительного и поисково-спасательного комплексов, все коллективы и организации, которые принимали участие в осуществлении самого продолжительного в истории космонавтики пилотируемого полета на борту орбитального научно-исследовательского комплекса «Салют-6» — «Союз», в подготовке, запуске и выполнении полетов пилотируемых кораблей «Союз», а также грузовых кораблей «Прогресс».

Дорогие товарищи! Новые успехи отечественной космонавтики, достигнутые в преддверии XXVI съезда Коммунистической партии Советского Союза, ярко свидетельствуют о том, что советская наука и техника находятся на передовых позициях, завоеванных упорным трудом всего нашего народа. Эти достижения являются вкладом в выполнение заданий десятой пятилетки по освоению космоса в интересах развития науки и народного хозяйства страны, замечательным подарком предстоящему XXVI съезду Коммунистической партии Советского Союза.

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

6 НОЯБРЬ  
ДЕКАБРЬ  
1980

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

Навстречу XXVI съезду КПСС

## В номере:

Б. Ю. Левин — Связь метеорного вещества с кометами и астероидами . . . . .	5
А. Н. Симоненко — Астероиды вчера и сегодня . . . . .	10
А. А. Явнель — О чем рассказывают железные метеориты . . . . .	14
Б. А. Адамович — Жизнеобеспечение в космосе . . . . .	20
Ам. Александров — Беседа в Центре управления полетом . . . . .	28
А. А. Никонов — Землетрясения и поведение животных . . . . .	31
В. В. Лонгинов — Что такое литодинамика! . . . . .	36

## ЛЮДИ НАУКИ

И. В. Батюшкова — Альфред Вегенер . . . . .	42
---	----

## ЭКСПЕДИЦИИ

Ю. П. Непрочнов — Геолого-геофизические исследования в Тихом океане . . . . .	46
А. И. Еремеева — Отрог Палласова Железа . . . . .	50

## ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

А. Ф. Плахотник — Научный подвиг Магеллана . . . . .	52
--	----

## ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

М. Д. Нусинов — Загадки марсианского грунта и происхождение жизни на Земле . . . . .	57
--	----

## ФАНТАСТИКА

Р. Брэдбери — Разговор по льготному тарифу . . . . .	61
--	----

## ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

В. С. Лазаревский — Астрономические явления в 1981 году . . . . .	68
---	----

## КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

А. А. Изотов — Что мы знаем о движениях земной коры! . . . . .	73
--	----

## НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

На орбите «Салют-6» [1]; Новое о свечении ионосферы [18]; Возрождение гипотезы о Фазтоне [19]; Древнее геомагнитное поле [20]; Электроны от Юпитера [25]; Сюжет о быстрой барстера [27]; Вулканизм и климат [35]; Океанские приливы [35]; Гольфстрим — со спутника Земли [41]; Лик Земли 76 лет назад [41]; Новые рейсы «Гломара Челленджера» [45]; Новые рейсы [56]; Музей землеведения — четверть века [66]; Космические аппараты, запущенные в СССР в 1979 году [70]; Рейсы кораблей науки [декабрь 1979 — декабрь 1980] [72]; Книги 1981 года [74]; Указатель статей, опубликованных в «Земля и Вселенная» в 1980 году [77]; Семинар учителей астрономии [80].

## На орбите «Салют-6»

27 июля с помощью созданного специалистами ГДР прибора «Пневмотест» исследовались показатели дыхания у В. В. Горбатко и Фам Туана, а Л. И. Попов и В. В. Рюмин произвели заборы проб крови друг у друга для последующего лабораторного анализа на Земле. В. В. Горбатко и Фам Туан провели эксперименты «Поляризация», «Терминатор» и «Атмосфера». Вечером начался совместный советско-вьетнамский технологический эксперимент «Халонг». Цель его — выращивание монокристаллов полупроводникового материала из твердого раствора соединения висмут — сурьма — теллур.

28 июля В. В. Горбатко и Фам Туан выполняли советско-вьетнамские эксперименты «Имитатор» и «Халонг». Цель первого — определение температурного профиля в электронатгревательной камере установки «Кристалл», второго — выращивание в условиях невесомости монокристалла полупроводникового материала фосфида галлия.

29 июля В. В. Горбатко и Фам Туан с помощью прибора «Пневмотест» исследовали параметры дыхания и жизненную емкость легких. Используя многозональную фотоаппаратуру МКФ-6М, международный экипаж фотографировал указанные специалистами районы земной поверхности. В. В. Горбатко и Фам Туан выполнили еще одну серию экспериментов «Поляризация», «Терминатор» и «Атмосфера», направленных на дальнейшее изучение земной атмосферы.

Продолжение. Начало в № 1, 2, 3, 5, 6, 1978; № 1, 3, 4, 5, 6, 1979; № 4, 5, 1980.

Л. И. Попов и В. В. Рюмин помогали своим товарищам, осуществляя необходимые динамические операции, связанные с ориентацией и стабилизацией орбитального комплекса.

30 июля Л. И. Попов, В. В. Рюмин, В. В. Горбатко и Фам Туан изучали состав газовой среды и микрофлоры в помещениях станции, занимались киносъемкой и физическими упражнениями. Космонавты проводили контрольные проверки бортовых систем корабля, тестовое включение его двигательной установки.

31 июля 1980 года в 18 часов 15 минут московского времени после успешного завершения намеченной программы совместных работ на борту орбитального научно-исследовательского комплекса «Салют-6» — «Союз-36» — «Союз-37» В. В. Горбатко и Фам Туан возвратились на Землю. Спускаемый аппарат космического корабля «Союз-36» совершил посадку в заданном районе Советского Союза, в 180 километрах юго-восточнее города Джезказгана. За успешное осуществление космического полета и проявленные при этом мужество и героизм Президиум Верховного Совета СССР наградил дважды Героя Советского Союза В. В. Горбатко орденом Ленина, Фам Туану присвоил звание Героя Советского Союза с вручением ордена Ленина и медали «Золотая Звезда».

1 августа была осуществлена перестыковка корабля «Союз-37». В 19 часов 43 минуты московского времени корабль «Союз-37» отделился от станции. В расчетное время были включены системы взаимного поиска

и сближения космических аппаратов, после чего станция совершила разворот на 180°. Затем произошло причаливание и стыковка корабля «Союз-37» к станции «Салют-6».

2 августа Л. И. Попов и В. В. Рюмин убрали помещения орбитального комплекса, занимались физическими упражнениями, отдыхали.

3—4 августа космонавты провели несколько экспериментов по программе космического материаловедения на установках «Сплав» и «Кристалл». Они получили монокристаллы полупроводникового вещества арсенида галлия, а также магнитного материала гадолиний — кобальт, который используется в электронно-вычислительной технике.

5 августа Л. И. Попов и В. В. Рюмин занимались ремонтно-профилактическими работами, вели визуальные наблюдения, фотографировали Землю с целью изучения окружающей среды, занимались физическими упражнениями на велоэргометре и «бегающей» дорожке.

8 августа экипаж комплекса фотографировал отдельные районы суши и моря с помощью фотоаппаратуры МКФ-6М и КАТЭ-140, измерял с помощью гамма-телескопа «Елена» потоки заряженных частиц, занимался ремонтно-профилактическими работами.

9—11 августа на технологической установке «Кристалл» проводился эксперимент по космическому материаловедению, подготовленный совместно учеными Советского Союза и Венгерской Народной Республики. Л. И. Попов и В. В. Рюмин фотографировали районы Восточной Си-

бири, бассейна Каспийского моря, лесные массивы Красноярского края. По программе исследования природных ресурсов, разработанной совместно советскими и вьетнамскими специалистами, экипаж произвел съемку территории Социалистической Республики Вьетнам аппаратами МКФ-6М, КАТЭ-140, «Спектр-15».

12 августа космонавты отработывали методы ориентации космических аппаратов при полете на теневой и освещенной сторонах планеты, занимались визуальными наблюдениями, фотографировали Землю.

14 августа Л. И. Попов и В. В. Рюмин проводили астрофизические исследования с помощью бортового субмиллиметрового телескопа БСТ-1М.

15 августа экипаж комплекса исследовал биоэлектрическую активность сердца и параметры внешнего дыхания, продолжал визуально-инструментальные наблюдения и фотографировал отдельные районы земной поверхности и акватории Мирового океана.

19 августа космонавты проводили визуальные наблюдения и фотографировали Землю с помощью аппаратуры МКФ-6М и КАТЭ-140. В двух экспериментах, подготовленных совместно учеными Советского Союза и Социалистической Республики Вьетнам, получены монокристаллы твердых растворов трехкомпонентных металлических соединений. По программе биологических исследований в космических оранжереях «Оазис» и «Малахит» началась очередная серия экспериментов с высшими растениями.

20—21 августа космонавты фотографировали отдельные районы Кавказа, Казахстана, Дальнего Востока, провели два эксперимента на установке «Кристалл».

22 августа Л. И. Попов и В. В. Рюмин продолжали ремонтно-профилактические работы, занимались физическими упражнениями на велоэргометре и «бегущей» дорожке, фотографировали Каспийское море и Прикаспийскую низменность.

25 августа проверялась реакция сердечно-сосудистой системы космонавтов при выполнении физических

упражнений с дозированной нагрузкой на велоэргометре.

26 августа впервые в практике космических полетов был успешно проведен технический эксперимент по исследованию возможности автоматического перевода комплекса в режим гравитационной стабилизации. Космонавты занимались визуальными наблюдениями, геофизическими экспериментами.

27—28 августа Л. И. Попов и В. В. Рюмин фотографировали южную часть Украины, бассейны Черного и Каспийского морей, Прикаспийскую низменность, Казахстан, республики Средней Азии, озеро Байкал, юг Красноярского края. Съемка велась ручными фотокамерами, а также с помощью спектрографов РСС-2 и «Спектр-15».

29 августа космонавты измеряли массу тела, работали по программе исследования природных ресурсов, занимались физическими упражнениями на велоэргометре и «бегущей» дорожке.

30 августа—2 сентября экипаж вел фотосъемку интересующих районов суши и моря, в частности, бассейнов Каспийского и Аральского морей, территории республик Средней Азии, продолжал эксперимент по выращиванию в условиях невесомости монокристалла полупроводникового материала арсенида галлия.

3 сентября у Л. И. Попова и В. В. Рюмина был очередной медицинский день. Обследовалась сердечно-сосудистая система космонавтов, исследовался тонус сосудов. В тот же день космонавты измеряли уровень шумов в жилых отсеках станции.

4 сентября с помощью двигательной установки корабля была проведена коррекция траектории движения космического комплекса «Салют-6» — «Союз-37». По окончании динамических операций космонавты отработывали методы астрофизических исследований с использованием гравитационной стабилизации.

5 сентября Л. И. Попов и В. В. Рюмин продолжали визуально-инструментальные наблюдения и фотографировали земную поверхность, а так-

же акваторию Мирового океана. На установке «Кристалл» они провели очередной эксперимент по космическому материаловедению.

6 сентября космонавты изучали динамику изменения газового состава среды в условиях замкнутого объема, убирали помещения станции, занимались физическими упражнениями.

8 сентября экипаж занимался ремонтно-профилактическими работами, осуществил технический эксперимент «Амплитуда» для оценки влияния динамических нагрузок на отдельные элементы конструкции солнечных батарей.

9 сентября Л. И. Попов и В. В. Рюмин вели визуальные наблюдения и фотографировали юго-западную часть территории Советского Союза, занимались физическими упражнениями на велоэргометре и «бегущей» дорожке.

10—11 сентября Л. И. Попов и В. В. Рюмин в основном занимались обслуживанием станции, профилактическими мероприятиями, оценкой расходимых запасов системы обеспечения жизнедеятельности.

12 сентября космонавты заменяли выработавшие свой ресурс вентиляторы системы терморегулирования, вели наблюдения и фотографирование выделенных специалистами районов земной суши и акватории Мирового океана. Завершена очередная плавка на установке «Сплав».

13 сентября проверялись радиотехнические системы станции, душ, проводились радиосеансы связи, в которых Л. И. Попов и В. В. Рюмин встретились с семьями.

16 сентября экипаж комплекса наблюдал динамику морских течений акватории Индийского океана, выявлял динамические образования в районах Саргассова и Карибского морей, Мексиканского залива.

17 сентября космонавты проводили технологические эксперименты, убирали помещения станции, занимались физическими упражнениями.

18 сентября 1980 года в 22 часа 11 минут московского времени в Советском Союзе был осуществлен запуск космического корабля «Союз-38». Космический корабль пило-

тировал международный экипаж: командир корабля Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР **Ю. В. Романенко** и космонавт-исследователь, гражданин Республики Куба — **Арнальдо Тамайо Мендес**.

19 сентября в 23 часа 49 минут московского времени была произведена стыковка космического корабля «Союз-38» с орбитальным комплексом «Салют-6» — «Союз-37». После стыковки и проверки герметичности стыковочного узла Ю. В. Романенко и А. Тамайо Мендес перешли на станцию «Салют-6».

20 сентября Ю. В. Романенко и А. Тамайо Мендес исследовали сердечно-сосудистую систему в период адаптации к условиям космического полета с использованием прибора «Пневматик-1» и регистрирующей многофункциональной аппаратуры «Полином-2». Медицинский эксперимент «Суппорт», подготовленный кубинскими специалистами, провел космонавт-исследователь Л. И. Попов и В. В. Рюмин продолжали визуальные наблюдения и съемку отдельных районов Мирового океана.

21 сентября космонавты начали эксперимент «Атуэй». Объект наблюдения — дрожжи (одноклеточные микроорганизмы с коротким жизненным циклом). Это позволяет исследовать многочисленные поколения, развивающиеся в условиях невесомости. Затем провели медицинский эксперимент «Кортекс» для определения состояния центральной нервной системы при воздействии различных факторов космического полета. Цель экспериментов «Сахар» и «Зона» — исследование процессов роста монокристаллов сахарозы в невесомости.

22 сентября Ю. В. Романенко и А. Тамайо Мендес в эксперименте «Антропометрия» изучали динамику изменения антропометрических показателей, оценивали психомоторную деятельность человека в период адаптации к невесомости с помощью прибора «Координограф», занимались геофизическими исследованиями, выполняли эксперименты «Контраст», «Горизонт», «Терминатор», «Атмосфера».

23 сентября экипаж экспедиции посещения исследовал реакцию био-

электрической активности головного мозга, начал биологический эксперимент «Мультипликатор», провел спектрометрирование солнечного света.

24—25 сентября Л. И. Попов, В. В. Рюмин, Ю. В. Романенко и А. Тамайо Мендес завершили советско-кубинский технологический эксперимент «Карибэ» — получение в условиях микрогравитации монокристалла германия, легированного индием, осуществили ряд медицинских исследований — «Суппорт», «Антропометрия», «Координация» и «Восприятие», начали очередной цикл измерений потоков гамма-излучения и заряженных частиц в околоземном космическом пространстве.

26 сентября 1980 года в 18 часов 54 минуты московского времени после выполнения программы полета Ю. В. Романенко и А. Тамайо Мендес приземлились в 175 километрах юго-восточнее города Джезказгана.

За успешное осуществление космического полета и проявленные при этом мужество и героизм Президиум Верховного Совета СССР наградил Героя Советского Союза летчика-космонавта СССР **Ю. В. Романенко** орденом **Ленина** и второй медалью **«Золотая Звезда»**, а космонавту-исследователю **Арнальдо Тамайо Мендесу** присвоил звание **Героя Советского Союза** с вручением ордена **Ленина** и медали **«Золотая Звезда»**.

28 сентября 1980 года в 18 часов 10 минут московского времени был произведен запуск автоматического грузового транспортного корабля «Прогресс-11».

29 сентября исполнилось три года с момента выведения на орбиту станции «Салют-6». **За это время станция совершила 17 000 оборотов вокруг Земли и прошла путь свыше 700 млн. километров. На станции работали три основных и восемь экспедиций посещения, осуществлены 24 стыковки транспортных кораблей типа «Союз», «Союз Т», «Прогресс». В этот день Л. И. Попов и В. В. Рюмин вели наблюдения атмосферных фронтов в различных районах земного шара, тропических циклонов.**

30 сентября в 20 часов 03 минуты московского времени была осуществ-

лена стыковка «Прогресса-11» со станцией «Салют-6».

1—3 октября космонавты разгрузили грузовой корабль «Прогресс-11», вели наблюдения отдельных районов акватории Мирового океана, занимались физическими упражнениями.

4 октября экипаж комплекса проводил ремонтно-профилактические работы, фотографировал земную поверхность.

6 октября Л. И. Попов и В. В. Рюмин завершили разгрузку транспортного грузового корабля «Прогресс-11», проверили бортовые системы станции, фотографировали морские течения в Атлантическом и Индийском океанах.

8 октября космонавты начали готовить станцию «Салют-6» к полету в автоматическом режиме, определяли динамические характеристики орбитального комплекса и величину нагрузок, действующих на его конструкцию.

10 октября экипаж комплекса консервировал бортовые системы станции и готовил корабль «Союз-37» к спуску с орбиты.

11 октября 1980 года в 12 часов 50 минут московского времени спускаемый аппарат корабля «Союз-37» совершил посадку в 180 километрах юго-восточнее города Джезказгана. Л. И. Попов и В. В. Рюмин возвратились на Землю.

За успешное осуществление длительного космического полета и проявленные при этом мужество и героизм Президиум Верховного Совета СССР присвоил Л. И. Попову звание **Героя Советского Союза** с вручением ордена **Ленина** и медали **«Золотая Звезда»**, а также звание **«Летчик-космонавт СССР»** и наградил Героя Советского Союза, летчика-космонавта СССР В. В. Рюмина орденом **Ленина** и второй медалью **«Золотая Звезда»**.

**По материалам сообщений ТАСС**



## Связь метеорного вещества с кометами и астероидами

### ТИПЫ МАЛЫХ ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Малые тела Солнечной системы делятся на два типа — астероиды и кометные ядра. Они образовались на разных расстояниях от Солнца и вследствие этого отличаются по составу. Астероиды формировались во внутренней прогретой зоне протопланетного облака и потому с самого начала вобрали в себя только нелетучие (тугоплавкие) каменные вещества. В дальнейшем недра многих наиболее крупных астероидов подверглись разогреву, их минералогический состав и структура изменились. Кометные ядра образовались в далекой от Солнца, холодной внешней зоне протопланетного облака. В них вошли не только каменные, но и летучие (ледяные) вещества, которые способны оставаться в твердом состоянии при низких температурах. На основании данных о распространенности элементов во Вселенной получается, что каменные вещества должны составлять около  $\frac{1}{3}$  массы ядра, остальные  $\frac{2}{3}$  приходится на долю льдинок летучих веществ. Таким образом, кометное ядро подобно кому грязного снега.

Большинство ныне наблюдаемых астероидов и теперь движется там, где они когда-то возникли — между орбитами Марса и Юпитера. Орбиты этих астероидов претерпели лишь несущественные изменения под действием планетных возмущений. Кометные ядра сформировались в той же области, что и планеты-гиганты, и при сближениях с ними испытали мощное гравитационное воздейст-

**Кометы и астероиды — родоначальники камней и пыли в нашей Солнечной системе. Некоторые из этих камней и мелких частиц движутся по орбитам, пересекающим земную, и могут порождать в атмосфере Земли явление метеоров и болидов, а иногда и выпадать на поверхность нашей планеты.**

вие. Орбиты кометных ядер прошли сложную эволюцию, которая началась с их выброса за пределы планетной системы и перехода части из них под действием звездных возмущений на гигантские орбиты вокруг Солнца. Это привело к образованию кометного облака Оорта, в которое погружена наша планетная система. Сейчас некоторые кометные ядра возвращаются из облака во внутренние районы планетной системы.

Размеры астероидов составляют от 1 до 1000 км, тогда как размеры кометных ядер обычно от 1 до 20 км. Но эта разница в интервалах размеров объясняется различием условий наблюдений. В поясе астероидов между орбитами Марса и Юпитера легче всего наблюдать крупные объекты, а из мелких доступны исследованию лишь те, которые подходят близко к Земле. Кометы с ядрами километровых размеров можно наблюдать на больших расстояниях от Земли, а более крупные встречаются крайне редко. Однако, по-видимому, существуют гигантские кометные ядра, не уступающие в перечнике крупнейшим астероидам. Например, комета 1729 года наблюдалась невооруженным глазом, хо-

тя находилась вблизи орбиты Юпитера. Недавно был открыт астероид Хирон поперечником 200—400 км, который движется в основном между орбитами Сатурна и Урана («Земля и Вселенная», 1978, № 3, с. 37.—Ред.). Хирон занесен в список астероидов, поскольку, располагаясь на огромном расстоянии от Солнца, он не имеет заметной газовой или пылевой оболочки. Но по своему составу и структуре он, вероятно, относится к телам типа кометных ядер.

До недавнего времени астероиды и кометные ядра считались двумя независимыми типами малых тел Солнечной системы. Исследователи полагали, что различие в их составе и структуре сохраняется на протяжении всего времени существования. Однако недавно возникло предположение, что часть астероидов может представлять собой бывшие ядра комет, которые потеряли (хотя бы из наружного поверхностного слоя) свой запас замерзших газов. Поэтому они перестали выделять газ и пыль, что свойственно именно кометным ядрам.

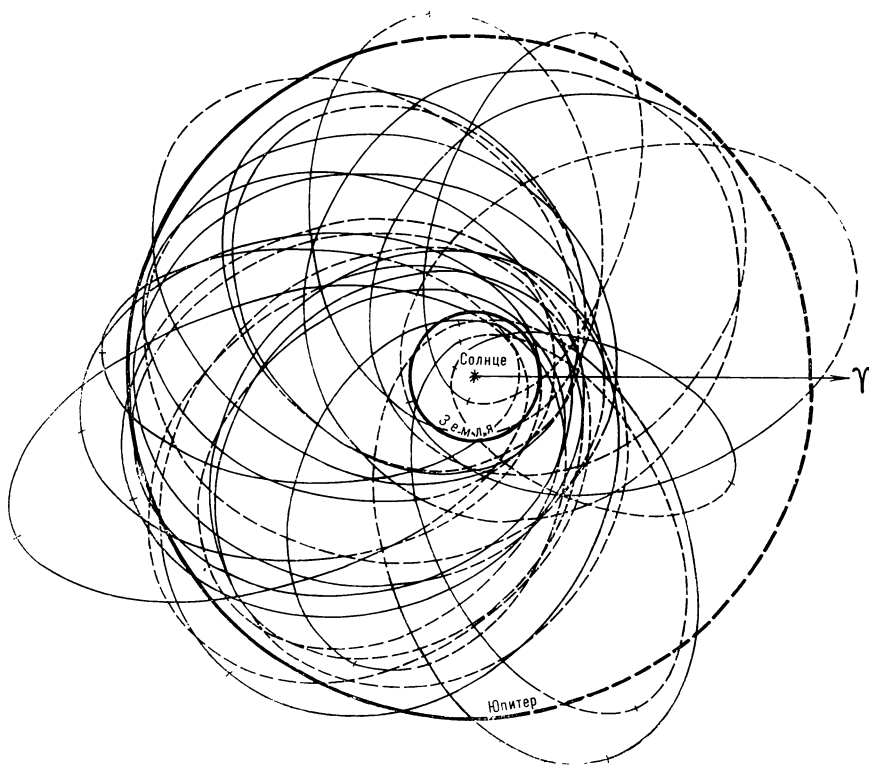
Хорошо известно, что астероиды и кометные ядра — родоначальники более мелкого метеорного вещества, заполняющего межпланетное пространство и, в частности, пространство вокруг земной орбиты. Это вещество получило свое название из-за того, что, сталкиваясь с Землей, составляющие его твердые тела и частицы порождают явление метеоров и болидов в атмосфере, а в редких случаях выпадают на земную поверхность в виде метеоритов. Насколько имеющиеся данные о связи метеорного вещества с астероидами и ко-

метами совместимы с новыми представлениями о возможной связи между кометными ядрами и астероидами?

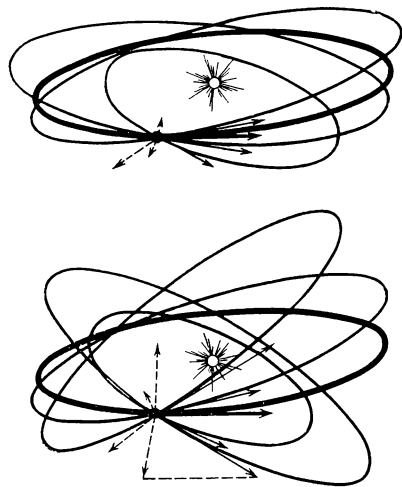
## МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ И КОМЕТЫ

Совершенно бесспорно, что метеорные потоки связаны с кометами. В ряде случаев орбита потока совпадает с орбитой кометы, продолжающей существовать и поныне, в других случаях орбита потока типично кометная и отличается от орбит астероидов. Современные представления о строении и распаде кометных ядер дают естественное объяснение такой связи. Твердые частицы, увлекаемые испаряющимися газами, покидают ядро кометы со скоростями всего в несколько метров или десятков метров в секунду. Эти дополнительные скорости в сотни и тысячи раз меньше орбитальной скорости ядра. Поэтому частицы остаются вблизи кометной орбиты, образуя движущийся вдоль нее рой. Распад астероидов происходит только при их столкновениях. Поскольку разлетаются со скоростями в сотни метров или даже километры в секунду, не позволяя образоваться остронаправленному потоку обломков. Эти соображения дают все основания приписывать кометное происхождение и тем немногочисленным метеорным потокам, которые движутся по небольшим орбитам астероидного типа. Кометы на таких орбитах распадаются очень быстро из-за частых приближений к Солнцу, а порожденные ими метеорные потоки могут существовать долго.

В дальнейшем под действием глазным образом планетных притяжений первоначально узкий и тонкий метеорный поток постепенно расширяется и утолщается, и составляющие его частицы в конце концов сливаются с фоном частиц, которые заполняют межпланетное пространство и порождают при встречах с Землей спорадические метеоры. Среди них есть, конечно, и частицы, возникшие при дроблении астероидов. Но частицы астероидного происхождения, как и сами астероиды, движутся в ту же сторону, что и Земля (прямое на-



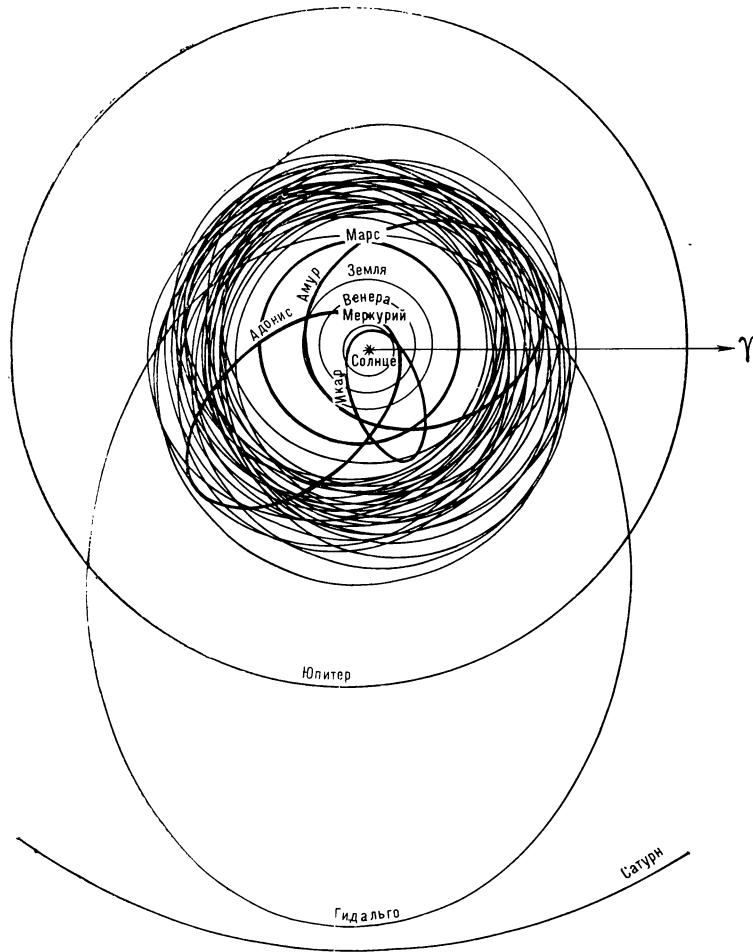
правление движения), а кометные частицы, как и кометы, часто летят навстречу Земле. Проникая в атмосферу, кометные частицы из-за большой геоцентрической скорости порождают более яркие метеоры. Невооруженным глазом легко заметить «встречный» метеор, порожденный частицей массой в несколько долей грамма; среди «догоняющих» частиц такой же по яркости метеор создает лишь тело массой в сотни граммов. Поэтому распределение орбит метеоров, наблюдаемых в атмосфере



■ Орбиты короткопериодических комет семейства Юпитера. Эти кометы имеют периоды обращения менее десяти лет, все они движутся в том же направлении, что и планеты, наклоны орбит к плоскости эклиптики невелики, афелии комет этого семейства близки к орбите Юпитера. Сплошными линиями показаны участки орбит, расположенные над плоскостью эклиптики, штриховыми — под плоскостью эклиптики

■ Орбиты частиц, разлетающихся с малыми (вверху) и с большими (внизу) скоростями. Штриховыми линиями показаны скорости разлета, тонкими линиями — гелиоцентрические скорости разлетающихся обломков и их орбиты, толстыми линиями выделена первоначальная скорость и орбита раздробившегося тела. На схеме скорости разлета сильно преувеличены и, соответственно, преувеличены различия в орбитах обломков





Земли, далеко от истинного распределения орбит частиц, движущихся в окрестностях земной орбиты. Если все-таки попытаться найти истинное распределение по наблюдаемому, учитывая при этом влияние скорости и массы частиц на замечаемость метеоров, то окажется, что свыше 99% частиц (в единице объема пространства) движутся в прямом направлении. При переходе к более крупным телам, порождающим яркие метеоры и болиды, преобладание прямых направлений движения усиливается. Надежно определить долю астероидного компонента среди частиц и тел разной массы не удастся, но, по видимому, эта доля весьма значительна и растет по мере перехода к крупным телам.

## МЕТЕОРИТЫ И АСТЕРОИДЫ

Родительскими телами метеоритов издавна считаются астероиды. В последние годы появились убедительные подтверждения этих взглядов. Но возникли и предположения, что многие из тех астероидов, которые рассматривались как главные кандидаты в родительские тела метеоритов, представляют собой бывшие ядра комет, растерявшие свой запас газов. Поэтому вопрос о связи ме-

■ *Орбиты астероидов. Большинство из них движется между орбитами Марса и Юпитера, в поясе астероидов. Показаны типичные орбиты астероидов групп Амура и Аполлона (Адонис) — последних родительских тел метеоритов*

теоритов с астероидами и астероидов с кометами заслуживает подробного обсуждения.

Чтобы преодолеть сопротивление земной атмосферы и выпасть на поверхность в виде метеорита, влетевшее в атмосферу Земли относительно крупное метеорное тело — размером от нескольких десятков сантиметров до немногих метров\* — должно обладать достаточной механической прочностью и вступить в атмосферу со скоростью, не превосходящей 20—25 км/с. При большей скорости, как это следует из теории и подтверждается наблюдениями болидов, метеорное тело полностью испаряется в атмосфере.

Малой скоростью вступления в атмосферу могут обладать лишь тела, которые перед встречей с Землей двигались в прямом направлении, как правило, по небольшим, умеренно вытянутым орбитам малого наклона, то есть по орбитам астероидного типа. В поясе астероидов десятки тысяч тел движутся по скрещивающимся орбитам, «перемешиваемым» планетными возмущениями, что время от времени и приводит к их столкновениям и дроблениям. Казалось бы, не остается места сомнениям в том, что метеориты представляют собой обломки астероидов. Метеориты, попадающие к нам в руки, — остатки влетевших в атмосферу тел, которые сохранились после воздействия атмосферы — оплавления, испарения, а часто и механического разрушения. Они нередко имеют сглаженную форму без острых углов. Тем не менее неправильная форма метеоритов показывает, что за пределами атмосферы они были угловатыми обломками.

В последние годы появились подтверждения связи метеоритов с астероидами. Спектрофотометрические наблюдения астероидов, развернувшиеся в 70-х годах, принесли сведения о минералогическом составе поверхности более 300 крупных асте-

\* Более мелкие метеориты остаются обычно незамеченными, более крупные «пробивают» атмосферу насквозь почти без потери скорости и образуют на поверхности Земли кратеры.



роидов. (См. статью А. Н. Симоненко в этом номере журнала.—Ред.) Оказалось, что у разных астероидов поверхность имеет различный состав, но весьма сходный с составом метеоритов того или иного типа. Правда, соотношение разных типов метеоритов не такое, как у астероидов. Например, среди метеоритов, подобранных после наблюдавшихся падений, углистые хондриты составляют около 3%, тогда как в поясе астероидов углистых объектов более половины. Поэтому метеоритные коллекции (даже если отбросить случайно найденные метеориты) не представляют собой репрезентативный набор метеоритного вещества, движущегося в межпланетном пространстве. Во-первых, в атмосфере легче «выживают» наиболее прочные и медленные тела, во-вторых, в нашу эпоху в окрестностях Земли преобладают обломки от немногих столкновений астероидов, отражающие состав и структуру столкнувшихся тел.

Наряду с подтверждениями связи метеоритов и астероидов, в эти же годы стало ясно, что столкновения в поясе астероидов между орбитами Марса и Юпитера не могут служить прямым источником метеоритов. Хотя осколки и разлетаются со значительными скоростями (до 1—2 км/с), они продолжают двигаться в пределах пояса астероидов и не способны пересекаться с земной орбитой. Метеориты должны быть обломками тех астероидов, которые еще до столкновения заходили внутрь орбиты Земли или приближались к ней. Это — астероиды групп Аполлона и Амура. К группе Аполлона относят те астероиды, у

которых перигелий лежит внутри земной орбиты, а к группе Амура — те, у которых перигелий расположен вне земной орбиты, но близко к ней. Астероиды групп Аполлона и Амура весьма немногочисленны (порядка тысячи), в то время как в поясе астероидов движется порядка сотни тысяч объектов. Поэтому следует ожидать, что столкновения астероидов групп Аполлона и Амура происходят не столько друг с другом, сколько с астероидами пояса, в который они заходят в афелиях своих орбит. Но в обоих случаях часть обломков может приобретать орбиты не только скрещивающиеся, но и пересекающиеся с земной, что создает возможность их встречи с Землей. Чаше такая возможность появляется не сразу после столкновения, а позднее, в ходе изменения орбиты обломка планетными возмущениями.

Таким образом, астероиды групп Аполлона и Амура — последние родительские тела метеоритов. В их недрах вещество защищено от действия галактических космических лучей. Лишь после того как из этих последних родительских тел были «выколоты» куски метровых размеров, их вещество начали пронизывать космические лучи. Благодаря этому в метеоритах образовались короткоживущие радиоактивные изотопы, изучение которых позволяет определять космический возраст метеоритов, то есть время, прошедшее после раскола его последнего родительского тела.

Астероиды групп Аполлона и Амура с поперечником около километра — именно последние родительские тела метеоритов, а отнюдь не те родительские тела, в недрах и на поверхности которых метеоритное вещество приобрело свою структуру и минералогический состав. Это происходило в горячих недрах гораздо более крупных первичных родительских тел поперечником в сотни километров и на поверхности промежуточных родительских тел размером не менее десятков километров, способных удерживать на своей поверхности слой обломков и пыли, аналогичный лунному реголиту. Такие крупные тела встречаются

только в поясе астероидов. Практически у каждого метеорита была цепочка последовательных родительских тел.

## АСТЕРОИДЫ И КОМЕТЫ

Хотя астероиды групп Аполлона и Амура безусловно являются последними родительскими телами метеоритов, высказываются сомнения в том, что эти астероиды могут обеспечить современный приток метеоритов на Землю. Но эти сомнения представляются не очень серьезными. С одной стороны, число астероидов этих групп, частота их столкновений и характер дробления известны не настолько хорошо, чтобы получить надежные оценки притока метеоритов. С другой стороны, оценки притока метеоритов, которые делаются на основе наблюдаемых падений, также очень ненадежны. Кроме того, приток метеоритов на Землю может колебаться в широких пределах.

Более серьезным является вопрос о происхождении самих астероидов групп Аполлона и Амура. Истинные ли это астероиды?

Среднее время жизни астероидов групп Аполлона и Амура всего  $10^7$ — $10^8$  лет. За это время половина астероидов групп Аполлона и Амура должна либо столкнуться с планетами земной группы, либо под влиянием возмущений от этих планет быть выброшенной в зону Юпитера, а затем под действием возмущений от Юпитера — за пределы планетной системы. Среднее время жизни астероидов групп Аполлона и Амура много меньше возраста планетной системы, и потому эти астероиды не могут считаться остатками малых тел, сохранившимися на таких орбитах со времени образования Солнечной системы  $4,6 \cdot 10^9$  лет тому назад. Должен существовать какой-то источник, все время пополняющий запас астероидов этих групп.

Еще в 1963 году ирландский астроном Э. Эпик показал, что группы Аполлона и Амура не могут пополняться только за счет тех астероидов, которые проходят около орбиты Марса и под влиянием его слу-

чайных возмущений приобретают орбиту, переводящую их в группу Аполлона или Амура. Это побудило его выдвинуть гипотезу, согласно которой значительная часть астероидов групп Аполлона и Амура — **ядра короткопериодических комет, растерявшие свой запас газов.** Эти кометы возвращаются к перигелию через короткие промежутки времени и потому быстро теряют газы. Эпик предполагает, что часть каменистого вещества ядер комет сохраняется в виде единого тела и, в соответствии с характером их орбит, такое «усохшее» ядро становится астероидом группы Аполлона или Амура. (Применение термина «усохшее» вполне оправдано, так как по современным данным основной тип льда в ядрах комет — это обыкновенный водяной лед.) Но может ли происходить подобное превращение кометного ядра в астероид? Или каменистое вещество ядра, вопреки предположению Эпика, полностью рассеивается в пространстве в ходе образования метеорного потока?

Если каменистые вещества были распределены среди льдов, то потерявшее газы ядро кометы не может обладать такой высокой плотностью и механической прочностью, как выпадающие на Землю метеориты. Поэтому Эпик предположил, что первичные родительские тела метеоритов существовали менее  $10^8$  лет на самых ранних стадиях формирования Солнечной системы. Именно тогда их недра подвергались разогреву и приобрели в результате спекания, а в некоторых случаях даже плавления высокую плотность и прочность. Обломки этих тел были «включены» в ледяные (снеговые) ядра комет при их образовании. Во время испарения льдов прочные каменные глыбы сохраняются, образуя **астероид кометного происхождения.**

Однако все данные о метеоритах не подтверждают предположение о том, что их первичные родительские тела якобы были короткоживущими. Наоборот, возрасты метеоритов и скорости остывания их вещества свидетельствуют о несравненно большей длительности формирования ме-

теоритов. Так, изучение распределения никеля в двух сосуществующих фазах железоникелевого сплава — тэните и камасите — позволило оценить скорость остывания в диапазоне температур приблизительно от  $700$  до  $500^\circ\text{C}$ , в котором происходит образование этих фаз. Оказалось, что зачастую средняя скорость остывания в этом диапазоне температур  $0,2^\circ$  за миллион лет. Следовательно, остывание на  $200^\circ$  длилось миллиард лет, а не тот короткий срок, который требуется по гипотезе Эпика. Поэтому, даже если согласиться с гипотезой Эпика о том, что часть астероидов групп Аполлона и Амура — бывшие ядра комет, то именно эти астероиды по физическим соображениям не могут быть последними родительскими телами метеоритов, хотя их орбитальные характеристики вполне соответствуют такому предположению.

Было бы ошибкой считать, что бывшие кометные ядра могут становиться настоящими астероидами, имеющими насквозь каменистый состав. Сублимация льдов — чисто поверхностный процесс. Если не все каменистые частицы увлекаются газами, образуя метеорный поток, то остающиеся тела и частицы, которые будут накапливаться на поверхности, создадут рыхлый слой с очень низкой теплопроводностью. Когда толщина этого слоя достигнет нескольких метров, нагрев глубоких недр прекратится. Покрытые снаружи каменной коркой, бывшие кометные ядра не будут выделять газы и пыль. Но они должны сохранить в своих недрах тот запас льдов, который был там с самого начала. Эти тела, ставшие внешне похожими на небольшие астероиды (поперечник порядка километра), которые не выделяют газы в доступных наблюдению количествах, в своих недрах (и притом в большей части объема) сохранили состав и структуру кометных ядер. Обломки рыхлой каменистой корки, откалывающиеся во время столкновений этих тел, при встрече с Землей полностью разрушаются в ее атмосфере, порождая явление болида. Родительскими телами метеоритов должны быть **истинные астероиды, образо-**

вавшиеся во внутренней зоне протопланетного облака и имевшие с самого начала насквозь каменистый состав.

Как уже было сказано, появление гипотезы о кометном происхождении части астероидов групп Аполлона и Амура вызвано желанием объяснить, как пополняется запас этих астероидов, уменьшающийся из-за столкновений с планетами и планетных возмущений. Эпик пытался объяснить это пополнение, исследуя эволюцию орбит астероидов под влиянием случайных планетных возмущений. Впоследствии Дж. Везерил и П. Циммерман показали, что трудности могут быть заметно ослаблены, если рассмотреть эволюцию орбит тех объектов в поясе астероидов, движение которых находится в резонансе с движением Юпитера. Эти астероиды подвергаются особенно сильному влиянию Юпитера. Вычисленное пополнение отличается от требуемого всего в несколько раз. Поскольку вычисления очень приближенные, можно надеяться, что после их уточнения расхождение будет устранено.

Правда, астрофизические наблюдения комет как будто говорят в пользу того, что их ядра способны приобретать астероидную внешность. Как следует из фотометрических наблюдений кометы Энке, сублимация льдов происходит лишь с части поверхности ядра, остальная его часть покрыта защитной коркой. Кометы Неуймина I и Аренда — Риго при их первом наблюдении имели едва заметные газовые оболочки, но во время последующих приближений к Солнцу они выглядели, как звезды. Эти кометы были бы отнесены к категории астероидов, если бы не их вид при первом появлении. Поэтому, возможно, что не большинство, а лишь **некоторое число** астероидов групп Аполлона и Амура — действительно бывшие кометные ядра. Но даже если их обломки движутся по орбитам, пересекающимся с земной, они не могут выпасть на поверхность Земли как метеориты, а только порождают болиды в ее атмосфере.



## Астероиды вчера и сегодня

### ОТКРЫТИЯ АСТЕРОИДОВ

Наука об астероидах родилась в новогоднюю ночь 1801 года, когда сицилийский астроном Дж. Пиацици открыл первый астероид, названный Церерой. К разочарованию тех, кто надеялся найти в огромном пустом промежутке между орбитами Марса и Юпитера недостающую большую планету, Церера оказалась всего лишь каменной глыбой в 1000 км поперечником (уточненная современная оценка). Вскоре стало ясно, что Церера не одинока — она движется среди таких же каменных глыб еще меньших размеров.

Второй астероид, названный Палладой, был открыт через год любителем астрономии, врачом по профессии Г. Ольберсом. Тогда он написал: «Еще рано философствовать по этому поводу, мы должны сначала наблюдать и определять орбиты... Тогда, быть может, мы решим или, по крайней мере, приблизительно выясним, всегда ли Церера и Паллада пробегали свои орбиты в мирном соседстве, отдельно одна от другой, или обе являются только обломками, только кусками прежней большой планеты, которую взорвала какая-нибудь катастрофа». Так была высказана Ольберсом его знаменитая гипотеза о происхождении астероидов, более полутора столетий пленявшая многие умы, но все-таки не выдержавшая испытания временем: в последние годы исследователи приходят к заключению, что астероиды никогда не были частями одной планеты. Планеты-крошки, или, как их часто называют, малые планеты, представляющей собой как бы замороженную, сох-

**В прошлом веке астрономы вычисляли орбиты астероидов, в начале нынешнего — сделали первые попытки измерить поперечники и отражательную способность астероидов, но только в наши дни астрономы узнали, каковы истинные размеры этих тел и чем сложена их поверхность.**

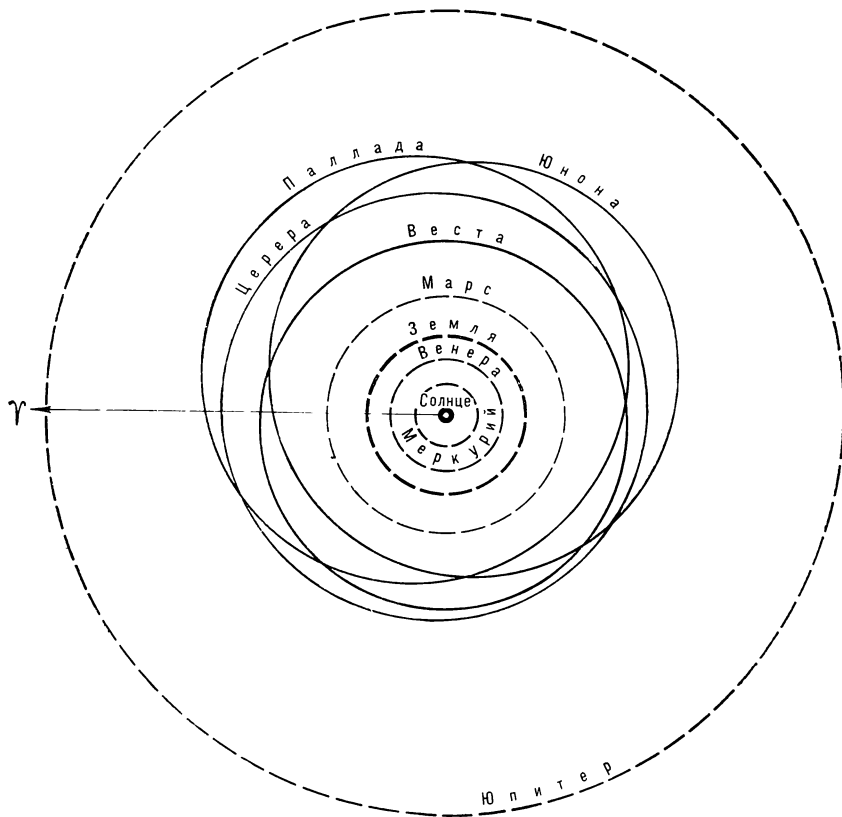
ранившуюся до наших дней промежуточную стадию эволюции протопланетного облака. На этой промежуточной стадии образовались крупные глыбы, из которых в дальнейшем слагались планеты.

К 1808 году стали известны еще два астероида — Юнона и Веста, а начиная со второй половины XIX века открытия астероидов следовали одно за другим. Нередко астероиды терялись, потому что продолжительность наблюдений и их качество часто не позволяли рассчитать с необходимой для дальнейших наблюдений точностью, где будет астероид. Немногие астероиды с хорошо определенными орбитами получили порядковые номера и названия. В настоящее время число «нумерованных» астероидов превысило 2000.

То, что астероиды малы, выяснилось сразу же после их открытия: блеск астероидов в сотни и тысячи раз слабее блеска планет. Сравнение блеска планет и астероидов с учетом разных расстояний до них (известных, если определены орбиты) позволяло оценить приблизительно раз-

меры астероидов. «Измерить» астероиды другим способом долгое время не удавалось, потому что нельзя было различить их диски в небольшие телескопы, которые находились в распоряжении ученых в прошлом веке. Только в 1901—1902 годах Э. Барнард (США), наблюдая астероиды в более мощные телескопы, измерил угловые диаметры Цереры, Паллады, Юноны и Весты. Расстояния до астероидов в момент наблюдений вычислялись по формулам небесной механики. Это привело к следующим значениям диаметров: Церера — 770 км, Паллада — 490 км, Юнона — 195 км и Веста — 390 км. Попытки найти диаметры других астероидов таким же образом, несмотря на совершенствование астрономических инструментов, оказались безуспешными. Улучшить оценки, сделанные Барнардом, тоже не удавалось, и найденные им диаметры астероидов вошли во все учебники и справочники по астрономии.

Зная размеры Цереры, Паллады, Юноны и Весты и измерив тот блеск, который астероиды имели в противостоянии на соответствующем расстоянии от Солнца и Земли, астрономы определили отражательную способность астероидов — их альбедо. Вычислив среднюю величину из четырех полученных альбедо, они воспользовались ею, чтобы определять размеры остальных астероидов по блеску. Исследователи понимали, что действительные размеры астероидов могут отличаться от сделанных ими оценок (но даже не подозревали, насколько сильно!) и настойчиво искали выход из создавшихся трудностей.



## НОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Астероиды открывали и наблюдали в различных погодных условиях, на разных инструментах, их фотографировали на пластинки разной спектральной чувствительности. Поэтому фотометрические характеристики малых планет нельзя было сравнивать между собой. В 1950 году на Йеркской и Мак-Доналдской обсерваториях по инициативе Д. Койпера начался фотометрический обзор нумерованных астероидов. В течение двух лет сфотографировали вдоль всей эклиптики полосу шириной  $40^\circ$ . На 2000 пластинках были запечатлены астероиды до 14,5 звездной величины. Спустя 10 лет этот обзор был

продолжен. В сентябре — октябре 1960 года на обсерватории Маунт Паломар систематически фотографировалась область неба размером  $8 \times 12^\circ$  вблизи точки весеннего равноденствия. За два месяца было зарегистрировано около 2200 астероидов вплоть до 20-й звездной величины. Измерения снимков и вычисления проводились на Лейденской обсерватории. Для 1811 астероидов удалось определить орбиты в большинстве случаев значительно менее уверенно, чем для нумерованных астероидов. Эти обзоры, получившие названия Мак-Доналдского и Паломар — Лейденского, содержат информацию об абсолютном блеске астероидов (блеск, который имела бы малая планета на расстоянии 1 а. е. от Земли и от Солнца в противостоянии) в единой фотометрической системе.

К середине 60-х годов, когда были закончены оба обзора, метод нахождения размеров астероидов оставался прежним. Вопрос об определении их альбедо и истинных размеров встал особенно остро. Но прошло

еще десять лет, прежде чем были достигнуты первые успехи.

В начале 70-х годов были разработаны два оригинальных метода определения альбедо и размеров астероидов, сыгравших огромную роль в выяснении их природы. **Поляриметрический метод определения альбедо** основан на измерении степени поляризации света, проходящего к нам от астероидов. Солнечный свет, отраженный поверхностью астероида, как и свет, отраженный от любых земных предметов, частично поляризован. Степень поляризации зависит от угла, под которым свет падает на отражающую поверхность, и от свойств самой поверхности, например, от свойств кристаллов, внутрь которых проникает свет. Из-за неровностей поверхности и наличия на ней разного рода обломков свет может испытывать многократные отражения, и при каждом из них степень его поляризации все больше возрастает. Группа американских ученых в конце 60-х годов занялась лабораторными исследованиями степени поляризации света, отраженного от различных образцов земных пород, лунного грунта и метеоритов. В результате длительных экспериментов была обнаружена зависимость между альбедо материала, слагающего поверхность, и характером поляризации отраженного от нее света. После этого Т. Герельс (США) организовал поляриметрические наблюдения астероидов.

Тогда же другая группа исследователей в США предложила **радиометрический метод определения размеров астероидов**. Блеск астероидов в видимой области спектра сравнивали с их тепловым излучением в инфракрасном диапазоне (10—20 мкм). Большой темный астероид и маленький светлый из-за разного альбедо могут иметь одинаковую звездную величину в видимой области спектра. В инфракрасном же диапазоне яркость крупного темного астероида окажется выше из-за больших размеров излучающей поверхности и более высокой температуры темного тела, лучше поглощающего солнечное излучение. Поскольку от альбедо зависит и поток отраженного света,

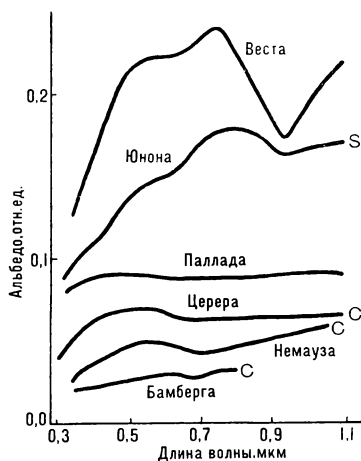
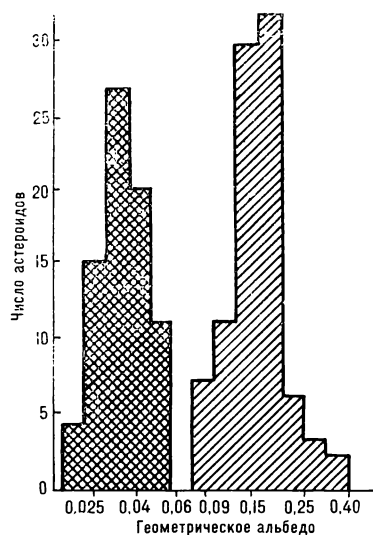
■  
Орбиты Цереры, Паллады, Юноны и Весты. Штриховыми линиями показаны орбиты больших планет, стрелкой — направление на точку весеннего равноденствия  $\gamma$

и доля поглощенного света (а значит, и тепловое излучение астероида), альbedo можно исключить из уравнений, связывающих звездную величину астероида в видимой области спектра и его инфракрасное излучение с потоком падающего на астероид излучения. После этого можно определить диаметр астероида, который он должен иметь, чтобы обеспечить наблюдаемый поток теплового излучения. Зная диаметр, можно, конечно, найти и альbedo астероида.

Оба метода — поляриметрический и радиометрический — дали согласующиеся между собой результаты и позволили определить альbedo и размеры более 500 астероидов. К всеобщему удивлению Церера, Паллада, Юнона и Веста оказались значительно крупнее, чем считал Барнард. Диаметр Цереры немного превышает 1000 км (почти на  $\frac{1}{4}$  превосходит оценку Барнарда), диаметр Паллады равен 610 км, Юноны — 250 и Весты — 540 км.

До начала этих исследований Юнона считалась четвертым по величине астероидом. Теперь она перешла на 15-е место — в кольце астероидов выявлено еще 11 объектов крупнее нее. Все эти 11 астероидов темные, их альbedo намного ниже, чем принималось ранее, и потому их размеры в прошлом сильно недооценивались. Среди них — Гигия поперечником 450 км, Евфросина — 370 км, Интерамния — 350 км. Еще у 17 астероидов диаметры от 200 до 250 км, причем, возможно, выявлены не все столь крупные объекты.

Оказалось, что по альbedo (а значит, по физическим и химическим характеристикам слагающего их вещества) астероиды распадаются на две большие группы. В группу темных астероидов попала Церера. Ее геометрическое альbedo равно 0,054. Это значит, что если сравнить отражающую способность Цереры и абсолютно белого диска того же диаметра, поставленного на месте Цереры перпендикулярно к солнечным лучам, то Церера в противостоянии будет отражать всего 5,4% падающего на нее света. Едва ли не самые темные объекты Солнечной систе-



■ *Распределение визуального геометрического альbedo для 187 астероидов. Слева — группа темных С-астероидов, справа — группа светлых астероидов, в которую вошли в основном S-астероиды и немногочисленные М-астероиды*

■ *Спектры отражения шести астероидов. Спектры Цереры, Немаузы и Бамберги типичны для С-астероидов, спектр Юноны — для S-астероида. Необычайно плоский спектр Паллады не имеет аналогов среди метеоритов и выделен в особый класс. Спектр Весты похож на спектры редкой разновидности каменных метеоритов — эвкритов, содержащих много пироксена. Полоса поглощения пироксена находится вблизи 1 мкм*

мы — астероиды Кибела и Шейла с альbedo около 0,03. Вещество, слагающее поверхность темных астероидов, аналогично темным базальтовым стеклам, темным базальтовым брекчиям лунных образцов, а также углистым метеоритам. Поэтому темные астероиды называют условно «углистыми», или **С-астероидами**, не предполагая при этом, конечно, что вещество всего объекта однородно.

Самым светлым среди изученных малых планет оказалась довольно крупная Низа (82 км) с альbedo 0,377, более чем на порядок превышающим альbedo самых темных астероидов класса С. Аналоги вещества, слагающего поверхность большинства светлых астероидов, — земные силикатные горные породы и, в частности, каменные метеориты. Поэтому такие астероиды назвали «каменными», или **S-астероидами**.

Неожиданностью было открытие астероидов, поверхность которых обладает специфическими поляризационными свойствами, характерными только для металлов. Вероятно, в их поверхностных слоях действительно содержится большая примесь осколочного металлического материала. Это — астероиды Джулия (115 км) и Психея (250 км). Их называют «металлическими», или **M-астероидами**. Они входят в группу светлых астероидов благодаря своему высокому альbedo (около 0,1).

## СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Насколько справедливо предположение о сходстве вещества астероидов с метеоритами, показали спектральные исследования. Их целесообразность стала очевидной еще в начале 30-х годов, когда Е. Л. Кринов обнаружил, что цвет астероидов весьма различен. Систематические спектральные наблюдения этих слабых объектов удалось наладить только в 70-х годах, после усовершенствования астрономических приборов и методов регистрации слабых световых потоков.

К 1980 году благодаря работам американских исследователей К. Чепмена, Т. Мак-Корда, О. Хансена и других стали известны спектры более

300 астероидов. Спектральные наблюдения охватывали не только видимую область, но и примыкающие к ней близкую инфракрасную и близкую ультрафиолетовую. Именно в этих областях спектра были выявлены особенности, которые позволили определить состав вещества астероидов.

Интерпретации спектров астероидов предшествовала длительная экспериментальная работа. В лабораториях исследовались спектры отражения земных горных пород, лунного материала, метеоритов и многих чистых минералов. Эксперименты сопровождалась теоретическими изысканиями характера взаимодействия света с разными ионами кристаллических решеток прозрачных минералов и т. п. Благодаря этому удалось обнаружить, например, полосы поглощения, которые указывают на присутствие того или иного минерала. Место полосы поглощения в спектре (соответствующая ей длина волны) часто характеризует состав минерала, а ее глубина — количественное содержание минерала в веществе.

Спектральные исследования подтвердили сходство вещества астероидов с веществом метеоритов. Среди S-астероидов найдены объекты, по составу практически не отличающиеся от самых распространенных типов метеоритов — хондритов. Эти астероиды встречаются как раз среди тех, которые могут приближаться к орбите Земли и чьи осколки, очевидно, падают на Землю в виде метеоритов. Большинство S-астероидов, находящихся все время в кольце астероидов между орбитами Марса и Юпитера, в отличие от метеоритов имеют иное содержание металлического железа и другие особенности.

#### ЧТО МЫ УЗНАЛИ ОБ АСТЕРОИДАХ?

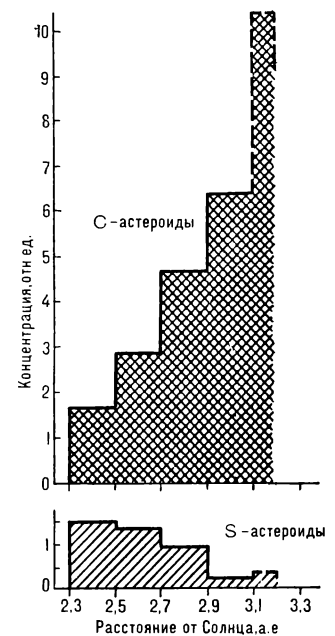
Много открытий сделали в последнее время исследователи астероидов. Когда было классифицировано достаточно большое число малых планет, стало ясно, что среди них преобладают темные C-астероиды. На их долю приходится  $\frac{3}{4}$  всех тел крупнее 50 км. Сведений о мелких астерои-

дах пока мало. Светлые (S) и темные (C) астероиды **не перемешаны хаотично**: светлые предпочитают двигаться у внутренней, ближайшей к Солнцу окраины кольца. Их концентрация быстро уменьшается с удалением от Солнца, и далее 3 а. е. они встречаются крайне редко. Темные астероиды, напротив, сосредоточены у внешней окраины кольца, их концентрация падает по мере приближения к Солнцу. Создается впечатление, что S- и C-астероиды — две независимые популяции объектов, которые образовались на разных расстояниях от Солнца (а потому имеют разный состав) и постепенно проникают друг в друга под действием планетных возмущений. По-видимому, времени существования астероидов (около  $4\frac{1}{2}$  млрд. лет) оказалось недостаточно, чтобы планетные возмущения успели перемешать обе популяции.

Темные C-астероиды, движущиеся на большом расстоянии у внешней окраины кольца, выглядят очень слабыми. Недооценив их размеры, в прошлом ошибочно считали, что самые крупные тела находятся в центральной зоне кольца астероидов. Теперь же выяснилось, что и у внешней его окраины движется много крупных объектов поперечником 100—200 км.

Новые оценки размеров заставили пересмотреть и массы астероидов. Суммарная масса астероидного вещества между орбитами Марса и Юпитера оценивается теперь приблизительно в  $4,5 \cdot 10^{24}$  г, что составляет  $\frac{1}{20}$  массы Луны, или  $\frac{1}{1500}$  массы Земли. При этом основная масса сосредоточена в крупных телах. На долю одной Цереры приходится около  $\frac{1}{3}$  общей массы. Общая масса астероидов очень мала. Собранные вместе астероиды образовали бы тело диаметром 1400 км, которое не могло бы называться большой планетой (диаметр Земли около 12 800 км).

Поляризация света астероидов значительно выше той, которая могла возникнуть при однократном отражении света от их поверхности. В лабораторных экспериментах на Земле было установлено, что такая же степень поляризации света, как у асте-



роидов, получается при отражении от поверхности, покрытой пылью и обломками камней разной величины. В условиях космического вакуума пыль ведет себя не так, как на Земле. Например, на Луне из пыли образуются необычайно рыхлые структуры, внутри которых свет мечется, как в лабиринте, испытывая многократные отражения и приобретая высокую степень поляризации. Свет, отраженный астероидами, поляризован гораздо меньше. Следовательно, их поверхность сложена сравнительно крупными камнями, лишь слегка припорошенными мелкой пылью.

Откуда на поверхности астероидов взялись камни и пыль? Дело в том, что астероиды движутся по скрещивающимся орбитам, которые меняются под действием планетных возмущений и время от времени пересекаются друг с другом. Значит, астероиды могут сталкиваться. Число астероидов быстро увеличивается по мере уменьшения их размеров, поэтому чаще происходят столкновения астероидов со значительно меньши-

■ *Концентрация тел диаметром более 50 км в кольце астероидов. Темных C-астероидов больше всего у внешнего края кольца астероидов, светлых S-астероидов — у внутреннего края*

ми телами, которые не разрушают их полностью, а просто дробят поверхность. Часть образующихся осколков разлетается и покидает астероид навсегда, но самые медленные осколки он удерживает своим тяготением (хотя тяготение и очень слабое из-за малых масс астероидов). Эти осколки падают на астероид, усеивая его поверхность. Так создается на астероиде **реголит**, похожий на лунный.

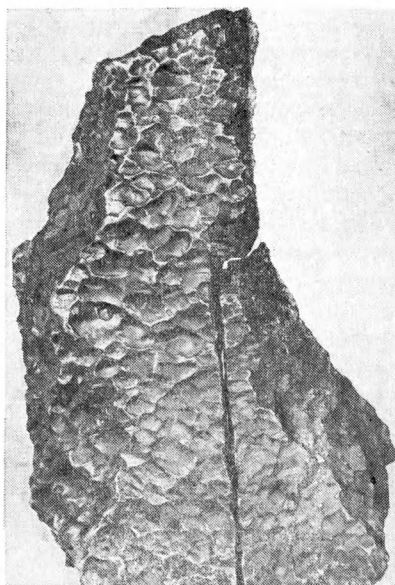
В процессе образования реголита астероиды «сами себя окрашивают в серый цвет». Если даже на их поверхности и существуют обширные области, сложенные разными веществами, то они скрыты под слоем раздробленного и перемешанного материала. Спектральные наблюдения не выявляют серьезных различий ни в составе вещества, покрывающего астероид, ни в его альбедо. Поэтому переменность блеска, давно замеченную у многих астероидов, объясняют **неправильной формой астероидов**. Это удалось понять, когда обнаружили, что соседние максимумы и минимумы на кривой блеска некоторых астероидов различаются формой и амплитудой. В серии лабораторных экспериментов, выполненных под руководством Т. Герельса, было показано, что у тел неправильной формы, которые вращаются вокруг оси и освещаются источником, имитирующим Солнце, резкие тени от выступов поверхности сильно меняют долю видимой освещенной поверхности. Обусловленная этим игра света и тени на вращающемся астероиде приводит к тому, что за один его оборот вокруг оси может наблюдаться два разных максимума и минимума. Неправильную форму имеют очень многие астероиды. Даже у крупной Весты поперечники различаются примерно на 15%.

Мы остановились лишь на основных результатах астрофизических исследований астероидов. Они оказались настолько интересными, что сейчас в научной литературе обсуждается возможность послышки космического зонда к астероидам. Подобные эксперименты, несомненно, принесут ценную информацию о малых планетах Солнечной системы.

Кандидат физико-математических наук  
**А. А. ЯВНЕЛЬ**

## О чем рассказывают железные метеориты

**Изучение химического состава и структуры железных метеоритов показало, что эти метеориты когда-то были частью довольно крупных астероидов, которые имели небольшое железоникелевое ядро и толстую силикатную оболочку. Обломки ядер выпали на Землю как железные метеориты, обломки силикатной оболочки — как каменные.**



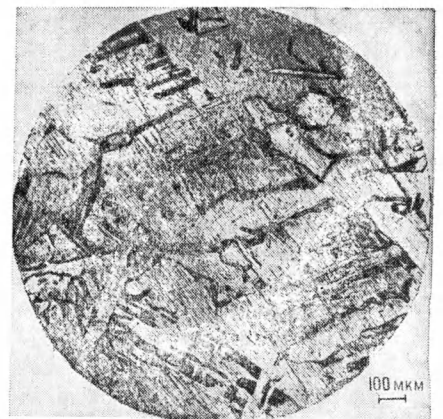
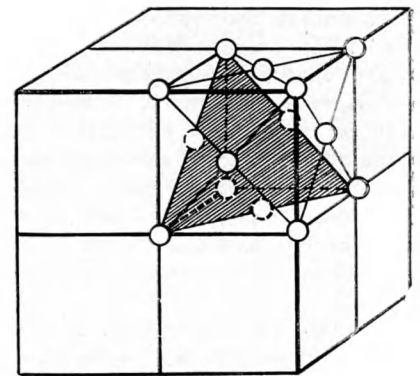
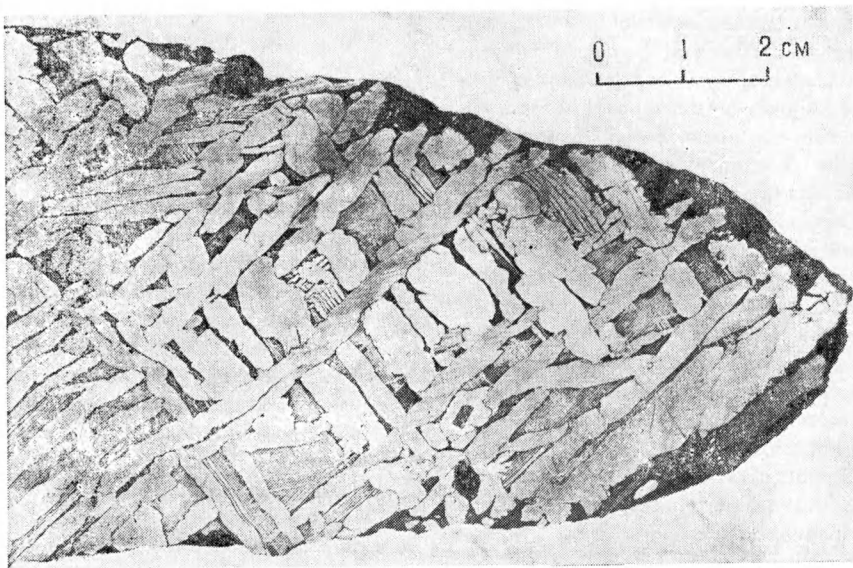
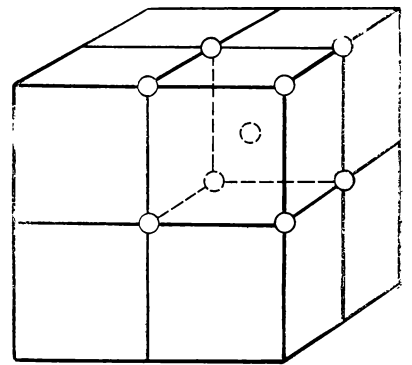
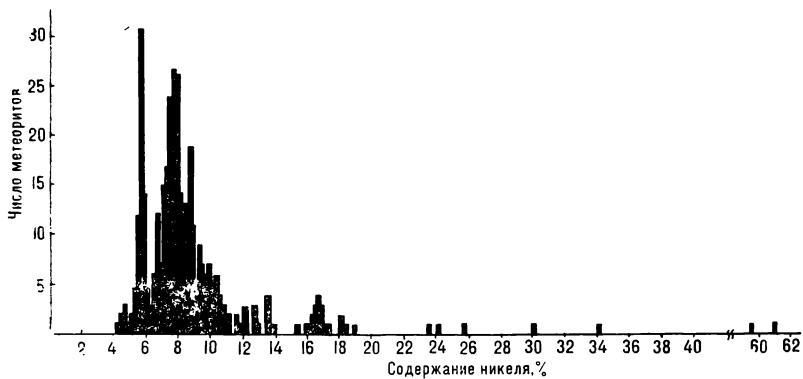
■  
*Метеорит Богуславка — огромный монокристалл никелистого железа*

### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

В метеоритном веществе железо встречается в сочетании с никелем (металлическая фаза), с кислородом и окислами других элементов (силикатная фаза). Существование в метеоритах никелистого железа — главное, что отличает их от земных горных пород. По содержанию никелистого железа метеориты подразделяются на три класса: железные, железокремневые и каменные. Среди упавших на Землю метеоритов около 90% каменных и только 5—6% железных.

Почему в железных метеоритах много никеля — от 5 до 20%, а иногда и больше? Академик А. П. Виноградов объяснял распределение элементов по фазам условиями, которые существовали в протопланетном облаке, — низким давлением и недостатком кислорода. В протопланетном облаке отношение количества железа к никелю равнялось примерно 20:1. Никель весь концентрируется в металлической фазе. Если все железо также перейдет в металлическую фазу, то в ней будет содержаться 5% никеля. Если же часть железа в виде закиси будет находиться в силикатной фазе, то концентрация никеля в металлической фазе окажется еще выше. Как незначительные прибавки в металлической фазе метеоритного вещества встречаются кобальт, фосфор, сера и ничтожные количества других элементов. Такого состава не имеют искусственные железные сплавы. Специальные стали, содержащие никель, обычно включают добавки хрома, марганца и других элементов.





В течение долгого времени существовало представление о том, что вещество железных метеоритов когда-то составляло железоникелевое ядро небольшой планеты, из обломков которой образовались астероиды и метеориты разных типов. В этом случае содержание никеля в различных железных метеоритах должно плавно изменяться. Однако в 1955 году ав-

тор статьи обнаружил, что есть несколько (по крайней мере, пять) групп железных метеоритов с резко отличающимся содержанием никеля. Это открытие противоречило гипотезе образования метеоритов из одной планеты («Земля и Вселенная», 1971, № 5, с. 53—59.— Ред.).

Более четко разделить железные метеориты на группы с различным содержанием никеля помогли исследования галлия и германия в метеоритном веществе, выполненные американскими учеными Г. Брауном и Дж. Вассоном. Удалось выявить 16 групп железных метеоритов, в которых распределение никеля, галлия, германия и других микроэлементов, а главное, их соотношения подчиняются определенным закономер-

Распределение железных метеоритов в зависимости от содержания никеля. Максимумы на графике соответствуют отдельным группам железных метеоритов

Видманштеттенова структура железного метеорита Чебанкол (в натуральную величину)

Вверху — кристаллическая решетка объемноцентрированного куба ( $\delta$ - и  $\alpha$ -фазы железа), внизу — кристаллическая решетка гранецентрированного куба ( $\gamma$ -фаза железа). Заштригована одна из плоскостей октаэдра

Видманштеттенова структура мягкой стали (увеличение в 40 раз)

стям. Это означает, что вещество железных метеоритов формировалось в различных условиях: при разной температуре, давлении и даже при разных обстоятельствах нагрева и остывания. Это никак не могло происходить в недрах одной планеты.

## СТРУКТУРА

Первое, что бросается в глаза после распиловки, шлифовки и травления кислотой поверхности железного метеорита — своеобразный узор, обусловленный особенностями кристаллической структуры никелистого железа. Этот узор получил название **видманштеттеновой структуры** в честь одного из первых ученых, исследовавших метеориты. Невооруженным глазом на протравленной кислотой поверхности железного метеорита видны «балки» сплава, пересекающиеся между собой под определенными углами. Сплав — это твердый раствор никеля и кобальта в железе.

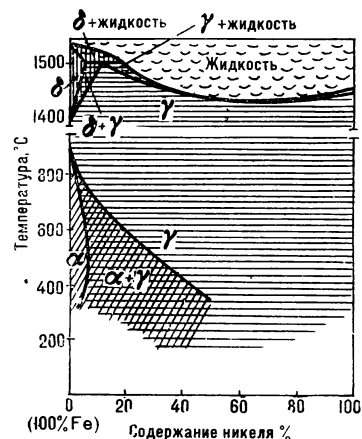
Известно, что при кристаллизации чистого железа в нем происходят фазовые превращения — одна модификация (фаза) переходит в другую. В интервале температур от 1535 °С (температура плавления) до 1390 °С существует  $\delta$ -фаза железа с кристаллической решеткой объемноцентрированного куба, которая при температуре 1390 °С переходит в  $\gamma$ -фазу с кристаллической решеткой гранецентрированного куба. Эта фаза при 910 °С превращается в устойчивую до низких температур  $\alpha$ -фазу с кристаллической решеткой также объемноцентрированного куба. Метеоритное железо, в котором атомы никеля и кобальта замещают часть атомов железа в кристаллической решетке, имеет аналогичное строение. В метеоритике  $\alpha$ -фазу никелистого железа обычно называют **камаситом**, а  $\gamma$ -фазу — **тэнитом**.

В некоторых железных метеоритах «балки» сплава представляют собой кристаллы  $\alpha$ -фазы никелистого железа, отороченные тонкими каемками  $\gamma$ -фазы и ориентированные параллельно граням октаэдра. Железные метеориты с такой структурой называются **октаэдритами**. Ширина «ба-

лок» в них колеблется от 0,1 до 3 мм, и чем «балки» уже, тем выше содержание никеля в метеорите. Известны железные метеориты с монокристаллической структурой, состоящие из одной  $\alpha$ -фазы. Их называют **гексаэдриты**. Масса этих метеоритов иногда бывает очень большой. Гексаэдрит Богуславка, например, весил свыше 250 кг. Он раскололся в атмосфере вдоль плоскости спайности кристалла, имеющего кубическую решетку. Метеориты, представляющие собой мелкозернистый агрегат  $\alpha$ - и  $\gamma$ -фаз, называются **атакситами**.

Исследователи метеоритов долгое время придерживались мнения, что видманштеттенова структура железных метеоритов определяется примесями каких-то микроэлементов, которые не могут быть обнаружены, либо периодическим нагревом метеоритов, движущихся по сильно вытянутым орбитам, при их приближении к Солнцу, либо другими особыми причинами. Между тем металловеды давно наблюдают видманштеттенову структуру внутри первичных зерен литой или перегретой стали. Правда, эти зерна имеют микроскопические размеры. Неизменность рисунка видманштеттеновой структуры на плоскостях распила больших октаэдритов свидетельствует о том, что первоначальные кристаллы  $\gamma$ -фазы были исключительно крупными.

Как же возникает видманштеттенова структура? Железоникелевый сплав кристаллизуется при температуре около 1500 °С, образуя, когда температура понижается,  $\gamma$ -фазу. По мере охлаждения  $\gamma$ -фаза переходит в  $\alpha$ -фазу, и вдоль плоскостей октаэдра решетки  $\gamma$ -фазы растут кристаллы  $\alpha$ -фазы. Температура, при которой начинается превращение  $\gamma$ -фазы железоникелевого сплава в  $\alpha$ -фазу, зависит от содержания никеля: чем больше никеля, тем ниже температура перехода в  $\alpha$ -фазу. Если в сплаве меньше 6% никеля, то превращение завершается полным переходом  $\gamma$ -фазы в  $\alpha$ -фазу, в результате возникают гексаэдриты. При большем содержании никеля появляется двухфазная структура, а если концентрация никеля свыше 40%, как, например, у метеоритов Дермба-

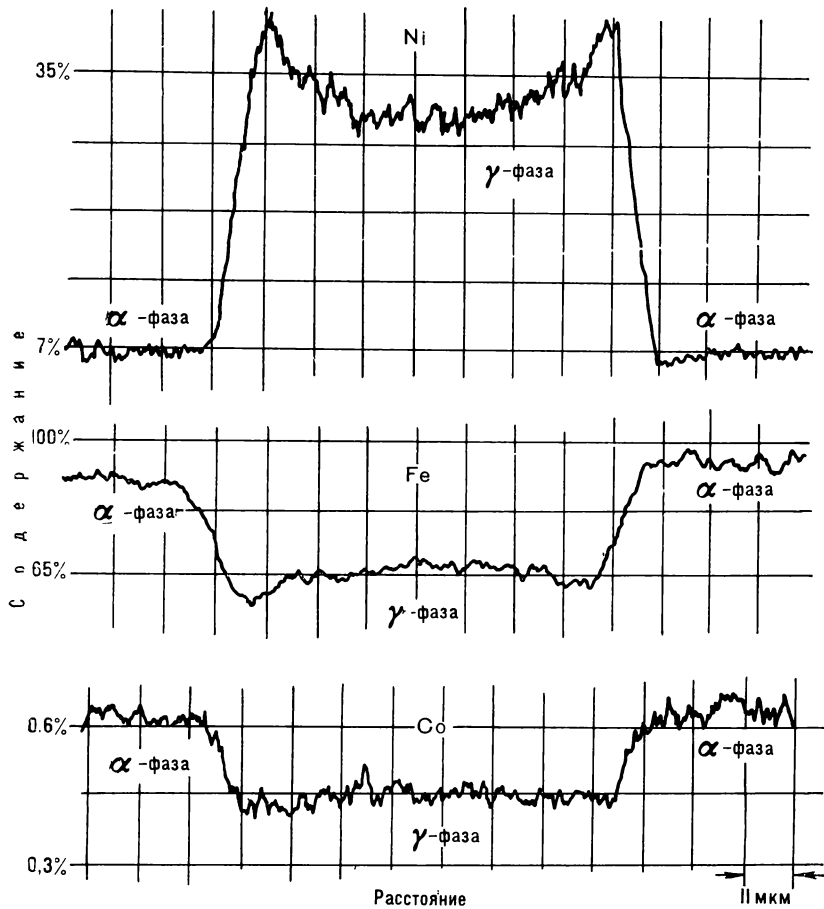


(42% Ni) и Октиббега Каунти (60% Ni), то наблюдается только одна  $\gamma$ -фаза. На диаграмме состояния системы железо — никель (см. рисунок) видно, как с понижением температуры увеличивается содержание никеля в фазах  $\alpha$  и  $\gamma$ , но при температуре ниже 450 °С содержание никеля в  $\alpha$ -фазе уменьшается. Во время охлаждения сплава содержание никеля изменяется благодаря его диффузии в кристаллической решетке. По мере повышения концентрации никеля в метеоритном веществе из-за низкой температуры превращения  $\gamma$ -фазы в  $\alpha$ -фазу затрудняется рост видманштеттеновой структуры, чем и объясняется уменьшение ширины «балок»  $\alpha$ -фазы.

Еще в 1957 году автор статьи заметил, что ширина «балок» может различаться и у метеоритов с одинаковым содержанием никеля. Было высказано предположение, что это обусловлено различной скоростью охлаждения метеоритов: чем медленнее охлаждается сплав, тем крупнее кристаллы, которые образуют его структуру.

О том, что метеоритное железо охлаждалось чрезвычайно медленно

■ *Диаграмма состояния системы железо — никель. По ней можно определить количество и состав фаз в зависимости от состава железного метеорита и температуры*



как при высоких, так и при низких температурах, можно судить по огромной величине первоначальных монокристаллов  $\gamma$ -фазы в октаэдритах и  $\alpha$ -фазы в гексаэдритах. Но какой все-таки была скорость охлаждения? Вначале казалось, что разрешить этот вопрос вряд ли удастся. Ведь при медленном охлаждении сплав, по-видимому, должен был перейти в равновесное состояние с однородным составом фаз. Так как мы наблюдаем лишь конечный итог многовековой истории метеоритов, то, если равновесное состояние было достигнуто, следы предшествующих этапов истории должны полностью сгладиться. Действительность опровергла это предположение.

■  
*Распределение никеля, железа и кобальта в  $\alpha$ - и  $\gamma$ -фазах октаэдрита Чебанкол*

#### РОДИТЕЛЬСКИЕ ТЕЛА МЕТЕОРИТОВ

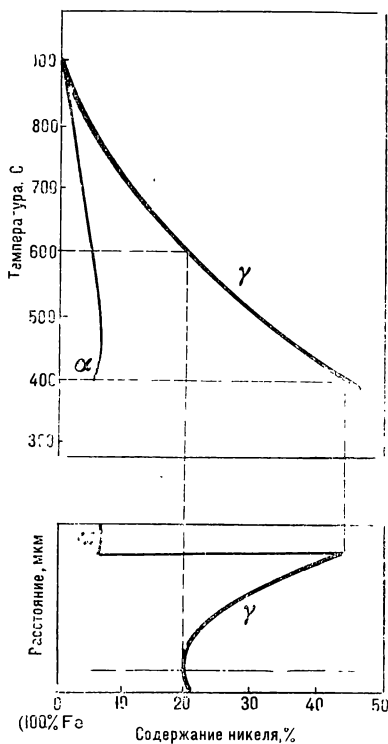
В 1952 году в Институте металлургии АН СССР под руководством И. Б. Боровского стал разрабатываться новый метод локального химического анализа, получивший впоследствии название **электронного зондирования**. На шлифованную поверхность исследуемого образца направляется узкий пучок электронов, возбуждающий в образце рентгеновское излучение. По интенсивности рентгеновских спектральных линий, характерных для каждого элемента, определяется его содержание. Так как поперечник облучаемого участка около микрона, можно определить состав вещества в облучаемой «точке». Если образец во время измерения непрерывно перемещать и интенсивность линии регистрировать самописцем, то на ленте прибора получится «профиль» содержания элемен-

та вдоль пути электронного зонда.

В 1958 году автор статьи вместе с И. Б. Боровским, Н. П. Ильиным и И. Д. Марчуковой впервые измерили содержание никеля, кобальта и железа в  $\alpha$ - и  $\gamma$ -фазах железного метеорита. В октаэдрите Чебанкол был детально исследован состав  $\gamma$ -фазы, которая полосками шириной всего в десятки микрон окаймляет «балки»  $\alpha$ -фазы.

Состав  $\gamma$ -фазы в октаэдрите Чебанкол оказался неоднородным. Содержание никеля на границе с  $\alpha$ -фазой выше, чем в центре полосы, содержание кобальта, наоборот, на границе с  $\alpha$ -фазой ниже, чем в центре полосы. В  $\alpha$ -фазе у самой границы с  $\gamma$ -фазой концентрация никеля слегка снижается. Отсюда был сделан весьма важный вывод о том, что в железных метеоритах равновесный состав фаз мог установиться лишь в очень узкой пограничной области, между фазами, а во всей массе метеорита равновесие в составе фаз не было достигнуто. Последнее обстоятельство открыло путь для определения скорости охлаждения метеоритного железа. Если известны скорость диффузии никеля в  $\gamma$ -фазе при разных температурах и распределение концентрации никеля по ширине полосы  $\gamma$ -фазы, можно вычислить время, а отсюда и скорость охлаждения.

Согласно расчетам, скорость охлаждения железоникелевого сплава для большинства железных метеоритов от 1 до 100° за миллион лет. Так медленно остывает сплав лишь в том случае, если его предохраняет от космического холода толстая



теплозащитная оболочка. Предположим, что оболочка сложена силикатными минералами, которые входят в состав каменных метеоритов. Тогда ее толщина должна быть около 100—200 км. Родительское тело железных метеоритов, состоявшее из небольшого железоникелевого ядра и силикатной оболочки, имело поперечник всего 200—400 км. Таковы размеры крупных астероидов в Солнечной системе. Поскольку у железных метеоритов разного химического состава наблюдаются различия в скорости охлаждения и других свой-

Способ определения температуры образования  $\gamma$ -фазы в метеоритах по содержанию никеля. Вверху показана диаграмма состояния системы железо — никель при температуре менее 900 °С, внизу — повернутый на 90° график распределения никеля по ширине полосы  $\gamma$ -фазы в железном метеорите. Содержание никеля в центре полосы  $\gamma$ -фазы в железном метеорите соответствует температуре 600 °С, а на краю полосы — температуре 400 °С

ствах, это означает, что они были частью различных родительских тел. Высказано также предположение, что вещество некоторых железных метеоритов могло входить в состав астероидов как отдельные включения. Эти включения в астероиде подобны изюму в булке.

Исследования химического состава и структуры метеоритов показали, что их родительские тела — астероиды. На протяжении своей истории, насчитывающей 4,5 млрд. лет, мно-

гие астероиды сталкивались между собой, дробились на обломки. Под действием возмущений от планет орбиты обломков изменялись. Случалось, что эти орбиты пересекались с земной, и тогда обломки выпадали на нашу планету в виде метеоритов. Продолжают они выпадать и поныне, рассказывая ученым о своей прошлой истории и истории всей Солнечной системы.



## НОВОЕ О СВЕЧЕНИИ ИОНОСФЕРЫ

Экипаж орбитальной станции «Салют-6» (Ю. В. Романенко, Г. М. Гречко) в марте 1978 года визуально обнаружил полуночное диффузное свечение земной атмосферы вблизи геомагнитного экватора. Свечение наблюдалось на высоте 250—300 км. Космонавты впервые получили фотографии «второго эмиссионного слоя земной атмосферы». Так назвали свечение в отличие от «первого слоя» — известного свечения земной атмосферы на высоте около 100 км.

Визуальные наблюдения и исследования фотографий показали, что «второй слой» локализуется преимущественно над геомагнитным экватором в ионосферной области F. Его яркость сильно зависит от времени и географических координат и в среднем составляет  $10^{-12}$  яркости Солнца.\*

Свечение обусловлено «запрещенной» эмиссией атома кислорода в красной линии (с длиной волны 6300 Å), хорошо известной в спектре ночного неба. Природа излучения «второго слоя» пока не выяснена.

Спектральный состав свечения «второго слоя» отчетливо выявляется при фотографировании на цветную пленку. Современные цветные эмульсии имеют три светочувствительных слоя, что позволяет не только одновременно зарегистрировать излучения в синей, зеленой и красной областях спектра, но и исследовать на одном снимке каждое из этих излучений в отдельности.

Серию снимков «второго слоя» и снимок зодиакального света получил бортинженер экипажа станции «Салют-6» В. В. Рюмин (командир — В. А. Ляхов).

После обработки цветных фотографий можно будет определить количественные характеристики спектра излучения «второго слоя» и зодиакального света. В обработке принимают участие сотрудники Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР и члены отряда космонавтов. Некоторые из полученных фотографий воспроизведены на вклейке.

Летчик-космонавт СССР

В. В. РЮМИН

Летчик-космонавт СССР

Г. М. ГРЕЧКО

Доктор физико-математических наук  
Г. М. НИКОЛЬСКИЙ

Кандидат технических наук

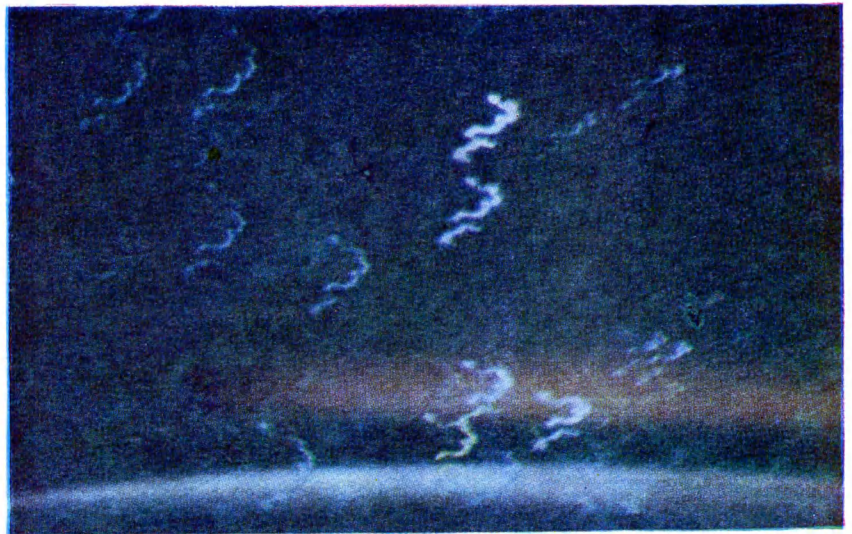
С. А. САВЧЕНКО

А. И. СИМОНОВ

\* Г. М. Гречко, Г. М. Никольский, Ю. В. Романенко, С. А. Савченко, А. И. Симонов. Ночное «экваториальное кольцо» в ионосферной области F. «Доклады АН СССР», 1978, 242, 4.



Ночное свечение ионосферы (область F), сфотографированное с борта станции «Салют-6» 27 мая 1979 года. Изображения звезд получились в виде треков из-за движения станции во время экспозиции (около 1 минуты). Обратите внимание на цвет звезд различных спектральных классов. Яркое белое свечение — ионосферный слой E, размытое красное свечение — «второй слой»



Свечение межпланетной среды (зодиакальный свет), наблюдавшееся с борта станции «Салют-6». В момент фотографирования Солнце находилось под горизонтом (погружение около  $12^\circ$ ). Фотография получена 2 июня 1979 года



**Академик БОРИС НИКОЛАЕВИЧ ПЕТРОВ** (11 марта 1913 года — 23 августа 1980 года) — выдающийся советский ученый и организатор науки, вице-президент Академии наук СССР, председатель совета «Интеркосмос» при Академии наук СССР, академик-секретарь Отделения механики и процессов управления АН СССР, депутат Верховного Совета РСФСР, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии и Государственной премии СССР.



## ВОЗРОЖДЕНИЕ ГИПОТЕЗЫ О ФАЗТОНЕ?

Как известно, гипотеза о происхождении пояса астероидов в результате распада или разрыва одной планеты, выдвинутая в начале XIX века Г. Ольберсом (которому, правда, были известны только четыре малые планеты), наталкивается на большие трудности. Во-первых, изучение структуры метеоритов (осколков астероидов) показывает, что они никак не могли формироваться в недрах одного и того же тела. Во-вторых, согласно анализу элементов орбит астероидов, было не менее 12 (а скорее, еще больше) родительских тел, из которых образовались малые планеты («Земля и Вселенная», 1971, № 5, с. 53—59.—*Ред.*). Неудивительно поэтому, что гипотеза Ольберса о разрыве планеты Фазтон (так назвал ее через 150 лет после Ольберса член-корреспондент АН СССР С. В. Орлов) считалась окончательно оставленной учеными.

Но в последнее время за рубежом появились работы, в которых делаются попытки возродить эту гипотезу на совершенно новых основаниях. Началось с того, что в 1972 году английский астроном М. Овенден из анализа систем спутников планет сформулировал «принцип наименьшего взаимодействия». Этот принцип состоит в том, что система спутников или планет, движущихся под влиянием взаимного притяжения, большую часть времени стремится принимать конфигурацию, для которой осредненное по времени взаимодействие этих тел минимально. Принцип наименьшего взаимодействия справедлив для галилеевых спутников Юпитера и спутников Урана.

М. Овенден попытался применить свой принцип и к планетной системе. Результат оказался совершенно неожиданным. В Солнечной системе должна была существовать еще одна планета массой 90 масс Земли, расположенная в районе пояса астероидов. Эта планета, по расчетам М. Овендена и Дж. Била, распалась 16 млн. лет назад.

Гипотезу Овендена поддержал американский астроном Т. ван Фландерн. Он предположил, что в результате распада планеты образовались не только астероиды, но и долгопериодические кометы. Анализ элементов орбит таких комет показал, что большинство из них проходит через предполагаемое место распада — через пояс астероидов. При этом были учтены орбиты, менее всего искаженные возмущениями от больших планет. Однако время распада планеты получилось не 16, а 5 млн. лет. Именно таковы периоды большинства комет с почти параболическими орбитами.

Овенден и Бил провели численное интегрирование уравнений движения 60 комет в поле тяготения Солнца, центра Галактики и планет. Они пришли к выводу, что 5 млн. лет назад большие оси орбит долгопериодических комет были направлены в основном на центр Галактики, а сами орбиты концентрировались в пояс астероидов.

Гипотеза Овендена сразу же после ее «рождения» подверглась острой критике со стороны астрономов Эдинбургской обсерватории У. Нейпиера и Р. Додда. Они рассмотрели три возможные гипотезы происхождения малых планет: за счет распада большой планеты, дробления планетезималей при их взаимных столкновениях и прямой аккреции (объединения) малых частиц во время формирования планет из допланетного облака. «Пробными камнями» для проверки этих гипотез послужили: распределение масс астероидов, периоды их вращения и физические соображения. Теоретическое распределение масс и периодов вращения астероидов было получено с помощью метода математического моделирования, известного под названием «метода Монте-Карло». Выяснилось, что гипотеза аккреции не может правильно предсказать ни распределение астероидов по массам, ни по периодам их вращения и потому должна быть оставлена. Ожидаемые в этой гипотезе периоды вращения значительно превосходят наблюдаемые. Даже для астероидов группы Троянцев, хотя условия их аккреции наиболее благоприятны, не получается требуемое распределение по массам. «Зародыш» астероида способен расти при скоростях падения на него тел и частиц менее 1,5 км/с. Если скорость падения тел больше, то они разрушат зародыш. Подсчеты показали, что для того, чтобы удвоить свою массу перед очередным разрушающим столкновением, зародыш должен двигаться в потоке частиц, плотности которого в 30 раз выше плотности окружающего вещества. Гипотеза распада планеты не может объяснить причины и физику само-

го распада. Ни Овенден, ни ван Фландерн не указывают, какое же событие могло разрушить, причем совсем недавно (по космогоническим масштабам 5 млн. лет — почти вчера!) планету чуть меньше Сатурна. По мнению Нейпиера и Додда, ни внезапное выделение химической или ядерной энергии, ни приливная неустойчивость (даже при близком прохождении от Юпитера), ни давление газов в недрах планеты не могли привести к ее разрыву. Кроме того, не обнаружена какая-либо концентрация значительных возрастов метеоритов около 5 или 16 млн. лет. Неоднородная структура метеоритов и хрупкое строение большинства из них несовместимы с их образованием в недрах одной крупной планеты.

Только гипотеза дробления при столкновениях нескольких родительских тел способна объяснить происхождение наблюдаемой нами системы астероидов. Эта гипотеза удовлетворяет и распределению астероидов по массам, и по периодам; она хорошо согласуется с физическими и химическими свойствами и возрастом метеоритов.

С еще более сокрушительной критикой гипотезы Овендена выступил известный астрофизик Э. Эпик. Простым подсчетом он показал, что если действительно произошел бы взрыв «планеты Овендена» (независимо от его физической причины), это привело бы к гибели жизни на Земле. Лучистая энергия взрыва испепелила бы ее поверхность, а спустя месяца три после взрыва на Землю обрушился бы поток частиц и газов. Такой же поток, достигнув Солнца, вызвал бы разогрев нашего дневного светила. Энергии только от притока вещества — остатков планеты размером с массой Сатурна — оказалось бы достаточно, чтобы испарить на Земле слой воды толщиной 20 м. По данным палеонтологии, никаких катастроф на Земле в это время не было.

Взрыв планеты столь большой массы имел бы еще одно важное последствие. Плотность вещества в Солнечной системе (особенно, в пояс астероидов) была бы намного выше наблюдаемой. Небо светилось бы в 5000 раз ярче, чем на самом деле. И самое главное — при взрыве такой большой планеты не смогли бы образоваться астероиды. Все ее вещество перешло бы в пар и мелкие осколки (во всяком случае, меньше 25 м в поперечнике). Если же астероиды существовали до взрыва «планеты Овендена», то они были бы давно «вычерпаны» ею, то есть выпали бы на ее поверхность при случайных встречах и под действием ее притяжения.

Под влиянием критики Овенден и Бил совершили «отход на заранее подготовленные позиции»: в 1978 году

они высказали предположение, что малые тела (астероиды и кометы) образовались не при распаде большой планеты, а при столкновении двух очень крупных астероидов.

А чем же объясняется концентрация кометных орбит в направлении Солнце — центр Галактики? Статистикой элементов кометных орбит и их небесно-механическим анализом много занимался профессор В. В. Радзиевский. Он считает, что концентрация перигелиев почти параболических орбит комет существует, но не к апексу Солнца, а к центру Галактики, долгота которого отличается от долготы солнечного апекса лишь на  $5^\circ$  (а широта почти на  $60^\circ$ ). Такая концентрация, по мнению В. В. Радзиевского, вполне может быть объяснена в рамках модели кометного облака Оорта с учетом возмущений, вызываемых в нем действием ядра Галактики. Таким образом, и здесь привлечь разрыв планеты нет необходимости.

Кандидат физико-математических наук  
В. А. БРОНШТЭН

## ДРЕВНЕЕ ГЕОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ

Сведения о напряженности магнитного поля Земли в прежние геологические эпохи важны для изучения истории и создания строгой теории геомагнитного поля. Они помогают также разобраться в процессах, происходящих в жидком земном ядре.

Сотрудники Института физики Земли АН СССР Г. Н. Петрова, О. Л. Благина и П. В. Ножаров определили напряженность, которая была свойственна магнитному полю Земли в плейстоцене (около 6—7 млн. лет назад). Авторы измерили остаточную намагниченность нескольких десятков базальтовых образцов, взятых из обнажений вдоль гигантского разлома земной коры, пересекающего Болгарию с севера на юг. Считается, что минералогический состав и намагниченность этих базальтов мало изменились. Найденная двумя независимыми методами напряженность геомагнитного поля в плейстоцене составила  $0,26\text{—}0,29$  Э (в настоящее время на экваторе она равна  $0,6$  Э).

В верхнем плейстоцене, согласно данным, полученным ранее авторами по коллекции базальтов Армении, напряженность была несколько выше. Снижение ее в более поздний период можно объяснить тем, что в течение долгого времени магнитное поле Земли меняло свою полярность («Земля и Вселенная», 1978, № 1, с. 44—47. — *Ред.*), и его напряженность, по-видимому, уменьшилась.

«Известия АН СССР. Физика Земли», 1980, 6.

Профессор  
Б. А. АДАМОВИЧ

## Жизнеобеспечение в космосе

**В жилых и рабочих отсеках космического аппарата должны поддерживаться такие условия, которые обеспечили бы космонавтам успешное выполнение программы полета и благополучное возвращение на Землю.**

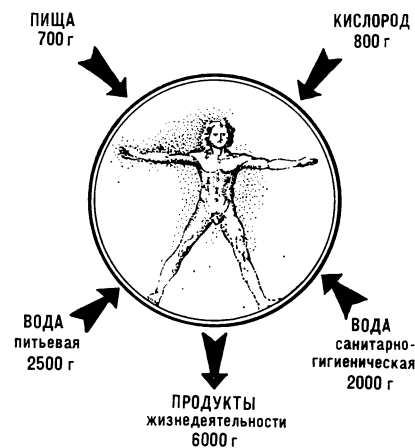
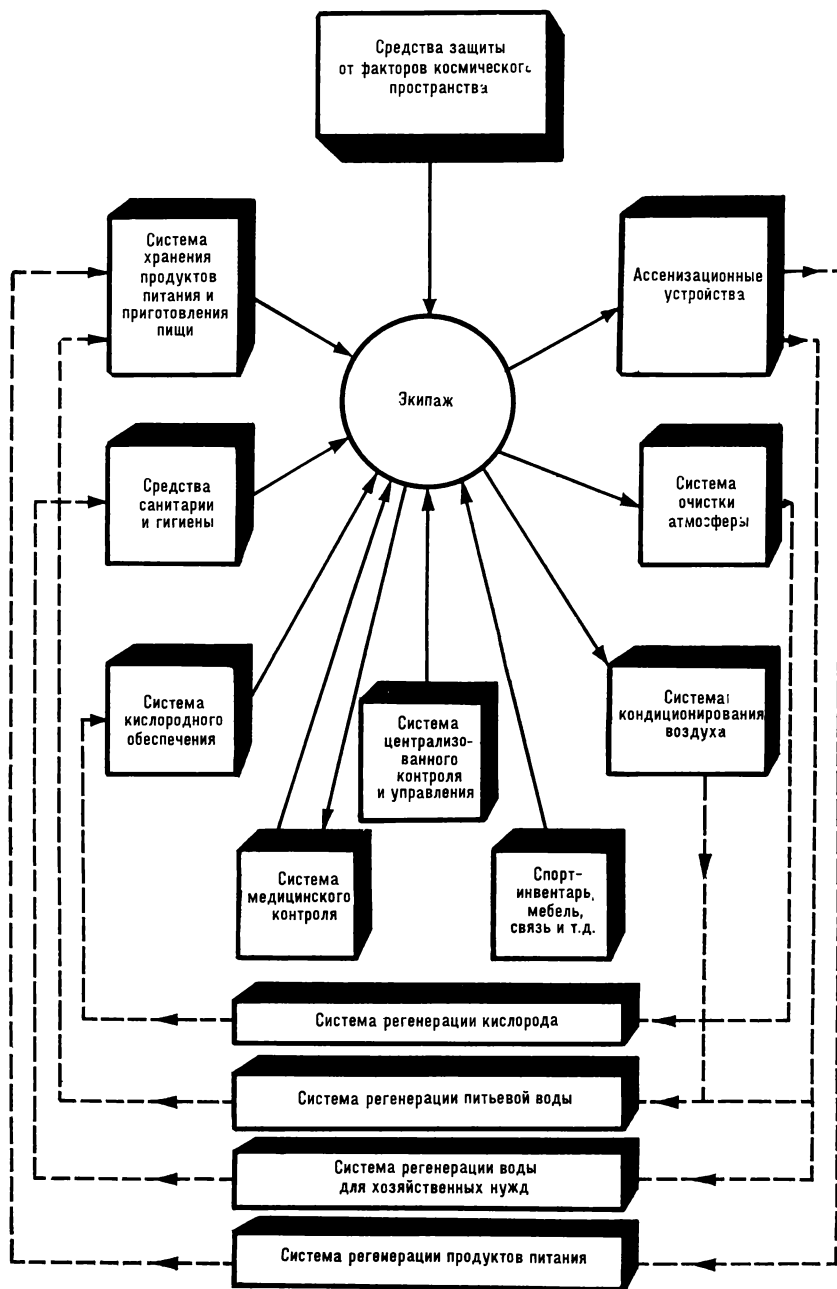
Первые идеи о способах жизнеобеспечения человека в космическом полете были высказаны К. Э. Циолковским в 1895 году. Циолковский считал, что человек возьмет с собой в космос частичку земной биосферы, чтобы условия жизни в космическом корабле были сходны с земными. Такая «модель земных процессов» на корабле должна будет, по мнению ученого, облегчить приспособление организма к условиям космического полета. Циолковский писал: «Представим себе стеклянный шар, имеющий несколько сантиметров в диаметре и снабженный крепкой предохранительной сеткой из стальной проволоки. Поместите туда немного почвы, растений, кислорода, углекислого газа, азота, влаги — и все условия существования животных будут соблюдены... Разве мы не видим того же, только в крупном масштабе, на поверхности земного шара!». Проблемы создания технических средств жизнеобеспечения в космосе стали привлекать внимание последователей Циолковского: Ф. А. Цандера, М. К. Тихонравова, С. П. Королева. По времени (1910—1935 гг.) это совпало с периодом бурного развития авиации, и многие практические решения и технические средства впервые опробовались в полетах воздухоплателей.

В 1935 году С. П. Королев отмечал: «Рассмотрим характеристики реактивных аппаратов, снабженных двигателями на жидком топливе. Первое — экипаж... Второе — жизненный запас. Сюда войдут все установки, приборы и приспособления для поддержания жизненных условий экипажа и его работоспособности на большой

### ЧТО ТАКОЕ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЕ?

Жизнеобеспечение в космическом полете — это создание и поддержание в течение всего полета в жилых и рабочих отсеках космического аппарата таких условий, которые обеспечили бы экипажу работоспособность, достаточную для выполнения поставленной задачи, и минимальную вероятность возникновения патологических изменений в организме человека. Как это сделать? Необходимо существенно уменьшить степень воздействия на человека неблагоприятных внешних факторов космического полета — вакуума, метеоритных тел, проникающей радиации, невесомости, перегрузок; снабдить экипаж веществами и энергией, без которых невозможна нормальная жизнедеятельность организма, — пищей, водой, кислородом и светом; удалить продукты жизнедеятельности человека и вредные для здоровья вещества, выделяемые при работе систем и оборудования космического корабля; обеспечить потребности человека в движении, отдыхе, внешней информации и нормальных условиях труда; организовать медицинский контроль за состоянием здоровья экипажа и поддержание его на необходимом уровне.





### ПИЩА, ВОДА, КИСЛОРОД

В настоящее время при разработке систем жизнеобеспечения наиболее трудны технические вопросы обеспечения человека пищей, водой, кислородом. Для нормальной жизнедеятельности человек должен ежедневно потреблять 700 г пищи в пересчете на сухой вес с калорийностью 3000—3300 ккал, 800 г кислорода, 2500 г питьевой воды и расходовать на санитарно-гигиенические процедуры, в том числе и на душ, не менее 2 л воды. Продукты жизнедеятельности либо удаляются, либо регенерируются (восстанавливаются) физико-химическими или биологическими методами. Пища и вода доставляются в космос в соответствующей упаковке, а кислород — в химически связанном виде.

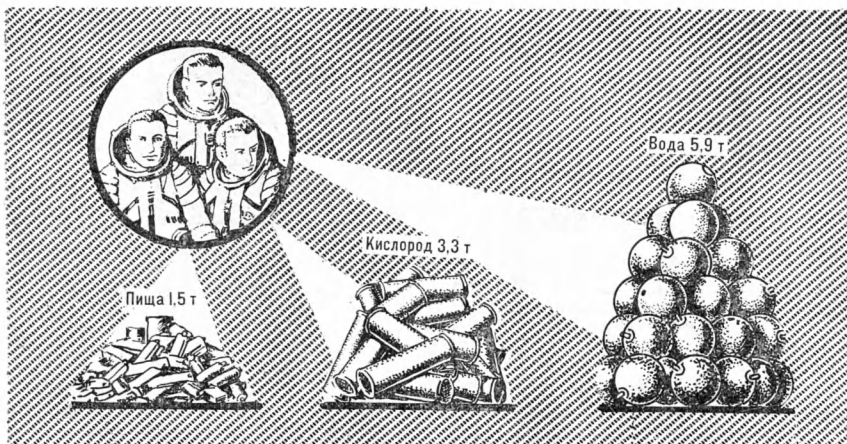
высоте. Третье — кабина, которая, очевидно, будет герметической».

Сейчас, по-видимому, уже можно говорить о формировании нового научного направления, находящегося

■  
Так схематически выглядит система обеспечения жизнедеятельности человека

на стыке космической биологии, медицины, кибернетики, химической технологии, электроники и других смежных наук. По медицинской линии оно ведет свое происхождение от авиационной медицины и теории обитания в подводных кораблях, по научно-технической — от технологии гигиенического оборудования авиационной и подводной техники.

■  
Материальный баланс человека



Если не проводить восстановление продуктов жизнедеятельности, то для экипажа из трех человек на один год полета потребуется пищи (с учетом упаковки) 1,5 т, связанного кислорода 3,3 т и воды 5,9 т, то есть почти половина массы орбитальной станции «Салют-6».

В ближайшем будущем системы регенерации позволят почти полностью воспроизводить кислород и воду на борту станции. Сейчас использованная вода после умывания и душа очищается в системе регенерации. Выдыхаемая влага конденсируется в холодильно-сушильном агрегате, а затем регенерируется.

Для питья и получения кислорода используется регенерированная вода. Она поступает в сборник очищенной воды. Кислород для дыхания извлекается из очищенной воды электролизом, а газообразный водород, реагируя с углекислым газом, поступающим из концентратора, образует воду, которая питает электролизер. Побочный газообразный продукт — метан — удаляется за борт. Использование такой системы позволяет уменьшить в рассматриваемом примере массу запасаемых веществ с 10,7 до двух тонн.

На станции «Салют-6» созданы необходимые и достаточно комфортные условия для труда и отдыха космонавтов.

**Пища.** Продукты питания космонавты привозят с собой. В рацион экипажа входят разнообразные ку-

линарные изделия из мяса, хлеб, консервированные фрукты, фруктово-ягодные соки, кондитерские изделия. Едят космонавты 4 раза в сутки (первый и второй завтрак, обед и ужин). Меню состоит в основном из стерильных продуктов и блюд, упакованных в консервные банки массой по 100 г и алюминиевые тубы массой по 165 г. На первый завтрак и обед каждого дня полагается «добавка» — по одному поливитаминному драже «Ундевит».

Масса среднесуточного рациона без упаковки около 1400 г. Калорийность около 3300 ккал. Пищу на борту станции можно подогревать.

Наряду со «штатным» рационом питания имеется экспериментальный, составленный из **сублимированных**, практически полностью обезвоженных продуктов. Он может оказаться весьма эффективным в будущем при достаточной полной регенерации воды из жидких продуктов жизнедеятельности человека. В этом случае использование натуральных продуктов, содержащих в среднем до 60% воды, становится нецелесообразным. Продукты, обработанные методом вакуумной сушки, длительное время сохраняют свои свойства, не требуют применения громоздких устройств и

■ *Продукты и вещества, необходимые космическому экипажу из трех человек на год полета*

могут быть упакованы в компактные контейнеры. В состав экспериментального рациона обычно включают супы, щи, мясо, картофель, соки, чай.

Интересно отметить, что одно из первых упоминаний о подобном рационе можно найти у Фригьофа Нансена, знаменитого норвежского исследователя Арктики, большого друга молодого Советского государства. Около 80 лет тому назад в своей книге «Фрам» в полярном море» он писал: «В результате был установлен руководящий принцип: такие способы консервирования мяса и рыбы, как засол, копчение или неполное вяление (высушивание), весьма ненадежны и должны быть отвергнуты как не достигающие цели; при заготовке провианта для длительной экспедиции необходимо учитывать предохранение пищевых средств от порчи и при этом отдавать решительное предпочтение тщательному и полному высушиванию или стерилизации с помощью высокой температуры».

Впервые с учетом задач космического полета сублимированное питание прошло тщательную и всестороннюю проверку в наземном годовом медико-техническом эксперименте, осуществленном в СССР в 1967—1968 годах.

**Вода.** Не менее важна задача обеспечения экипажа водой. При хранении воды происходит изменение ее свойств. У воды, хранящейся в закрытых пищевых емкостях, при комнатной температуре уже через сутки ухудшаются вкусовые качества. На длительность хранения питьевой воды влияют исходное микробное загрязнение и объем хранимой воды.

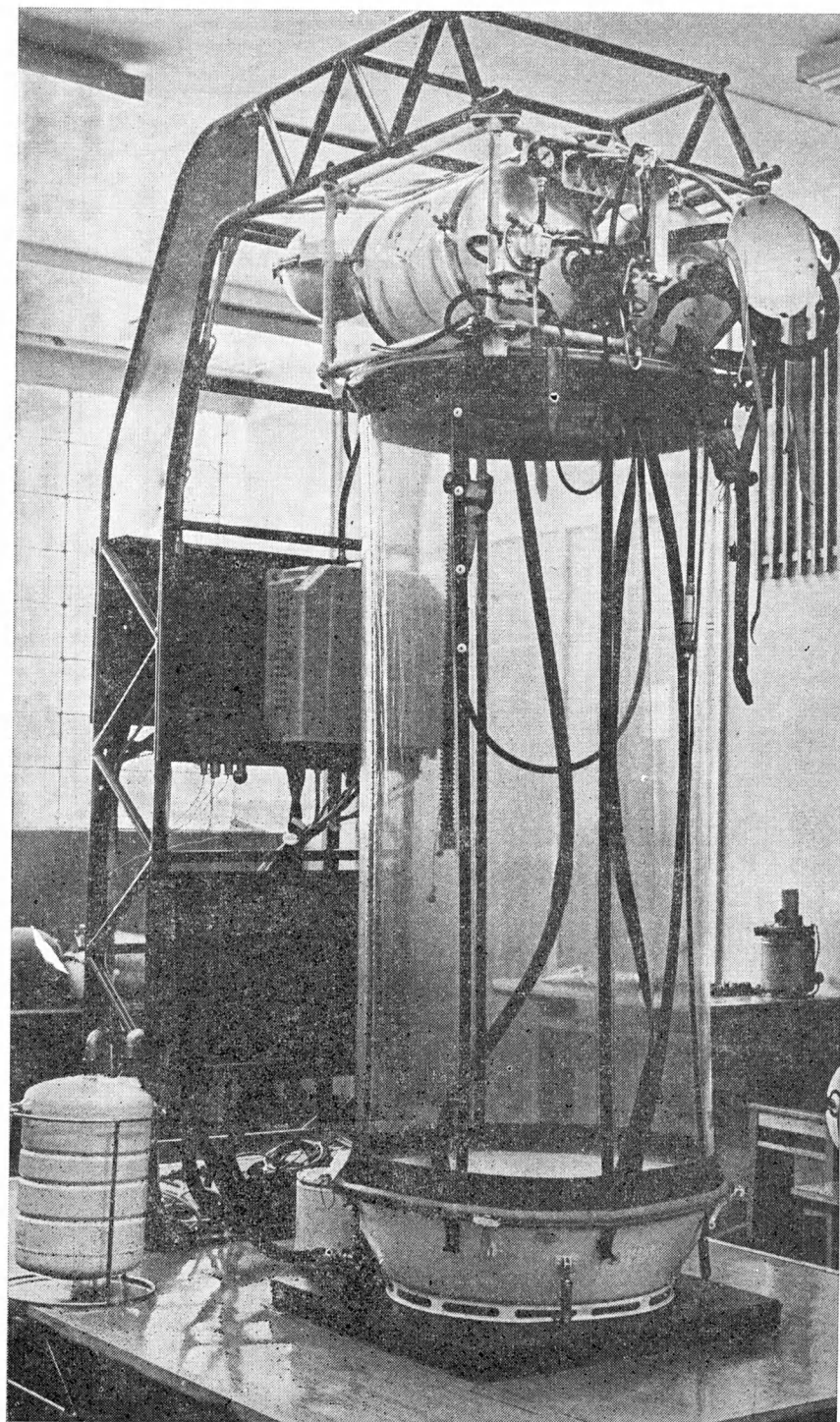
На станции «Салют-6» питьевая вода хранится в специальных контейнерах. Ее консервация осуществлена ионами серебра, вводимыми электролитическим способом. Происходит адсорбция серебра на поверхности бактериальных клеток, которая приводит к нарушению обмена веществ микроорганизмов и вызывает их гибель.

Наряду с запасами питьевой воды на борту станции «Салют-6» предусмотрена экспериментальная система регенерации воды из конденсата ат-

мосферной влаги, позволяющая в случае необходимости пополнять запасы питьевой воды. Влага, образующаяся в атмосфере станции в результате дыхания и потоотделения космонавтов, конденсируется на холодной поверхности холодильно-сушильных агрегатов, затем собирается в сборники конденсата. Образовавшийся конденсат совершенно непригоден для питья, поскольку содержит большое количество растворимых в воде вредных примесей органического и неорганического происхождения. Очистку и доведение регенерированной воды до питьевых кондиций осуществляет упомянутая система регенерации. Для этого используются патроны с различными ионообменными смолами (анионитами и катионитами) и активированным углем, а также специальное устройство для обогащения очищенной, практически дистиллированной воды, необходимыми для организма солями и микроэлементами. В системе предусмотрен блок для подогрева воды (почти до кипячения), чтобы ее можно было использовать для восстановления сублимированных продуктов, а также для проведения водных процедур в душевой установке.

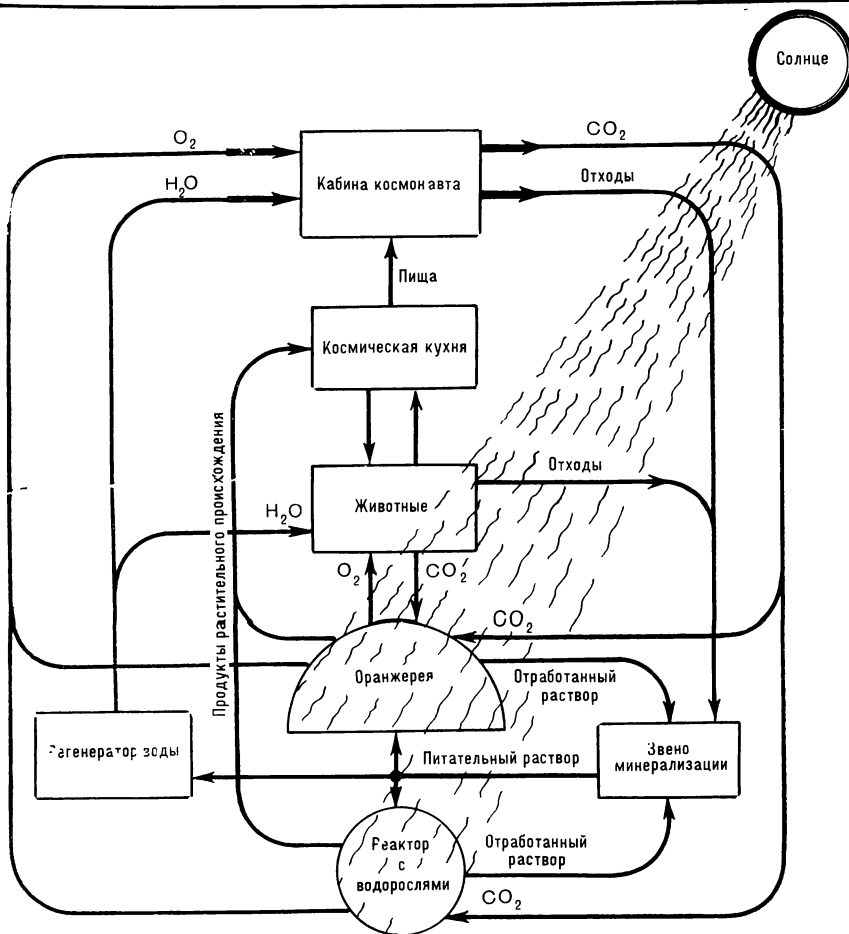
Душевая установка весьма проста, однако, эта простота далась ценой длительной экспериментальной работы. Кабина душевой установки представляет собой эластичный цилиндр с двумя крышками, на которых размещены устройства для смешивания и распыления холодной и горячей воды, подачи горячего воздуха, удаления использованной газожидкостной смеси.

**Кислород.** Воздушная среда в рабочих и бытовых отсеках — обычная двухгазовая (азот, кислород) атмосфера с нормальным общим давлением. Регенерация кислорода осуществляется химическим путем с помощью специальной системы регенерации атмосферы. Содержание кислорода и углекислого газа в атмосфере регулируется с помощью газоанализаторов. Для устранения неприятных запахов и удаления других вредных примесей предусмотрен автономный фильтр. Отходы жизнедеятельности вместе с другими от-



ходами (остатки пищи, пустые тубы и консервные банки, использованные салфетки) помещаются в специальные герметические контейнеры, которые периодически через шлюз

■  
*Душевая установка станции «Салют-6»*



выбрасываются в космос и, попадая в плотные слои атмосферы, сгорают в ней.

Так организовано жизнеобеспечение на станции «Салют-6». Практически все, что нужно человеку для нормальной жизнедеятельности в условиях космического полета, доставляется с Земли. Это весьма солидный запас, но его можно существенно уменьшить, применив системы физико-химической регенерации продуктов жизнедеятельности, и свести практически до нуля в биолого-техническом круговороте веществ.

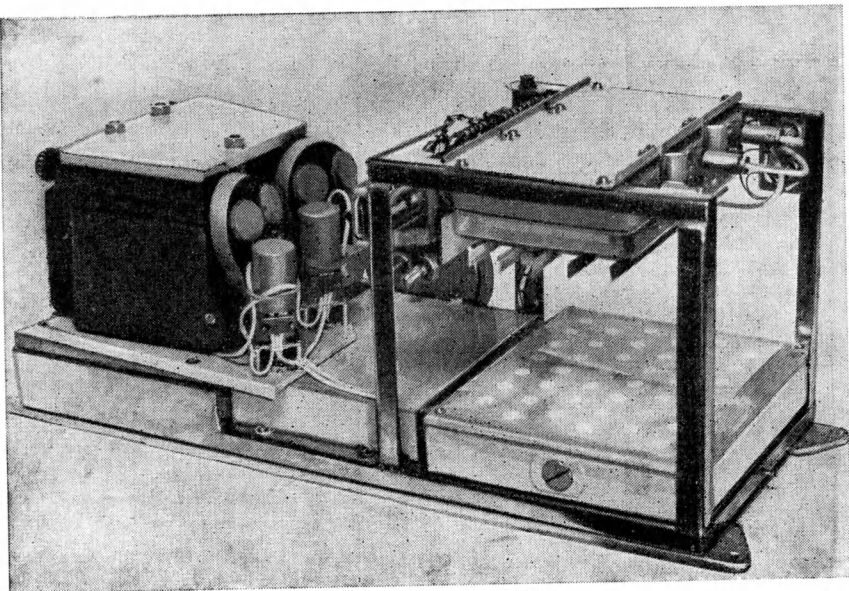
#### ЗВЕНЬЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Видимо, в будущем появятся физико-химические системы, вовлекающие в круговорот другие продукты жизнедеятельности человека.

По мере отработки отдельных биологических звеньев замкнутой экологической системы, целесообразно включать их в состав бортовых физико-химических комплексов жизнеобеспечения. Одним из первых биологических звеньев, вероятно, будет космическая оранжерея, различные модели которой исследуются в условиях полета орбитальных станций и биологических спутников.

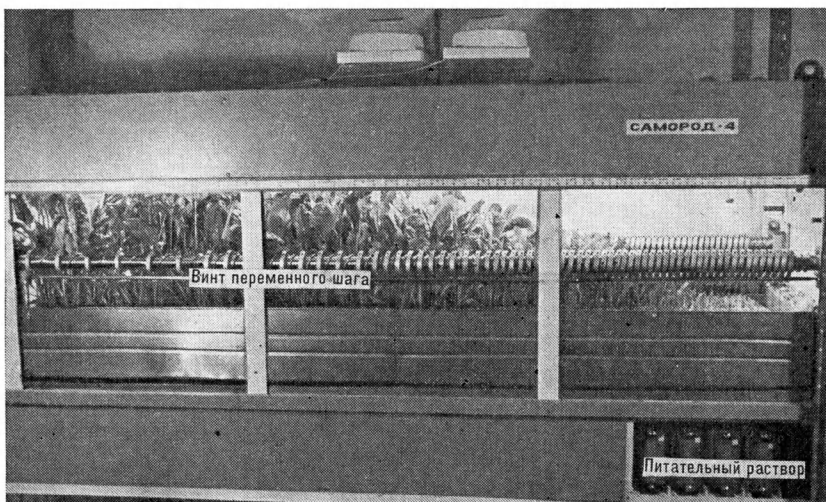
К. Э. Циолковский видел в высших растениях источник кислорода для дыхания и средство для воспроизведения пищи на борту. Он писал: «...для того, чтобы обеспечить человеку питание при полете в ракете, ему необходимо взять с собой разные растения, которые будут очищать воздух и производить плоды...».

Очень интересный эксперимент с космической оранжереей проведен на борту биологического спутника «Космос-1129». В этой оранжерее растения выращивались гидропонным методом с автоматическим поддержанием постоянной влажности субстрата (заменитель почвы). В качестве субстрата использовались пористые вещества, предварительно насыщенные минеральными солями. Две кинокамеры через каждые 10 минут осуществляли покадровую съемку развивающихся растений, в результате чего был получен уникальный кинофильм, который показал,



■ Принципиальная схема замкнутой экологической системы жизнеобеспечения

■ Космическая оранжерея, прошедшая испытания на биологическом спутнике «Космос-1129»



что надземные органы растений и без гравитации хорошо ориентируются в направлении светового потока. При этом формируются растения, морфологически не отличающиеся от растений, выращенных в земных условиях. Исследования, проведенные на вернувшихся из полета растениях, показали, что листья имеют нормальную структуру, строение тканей и их соотношение такое же, как у земных растений. У листьев нормально развиты сосудистые пучки, эпидермис, устьица. В результате эксперимента стало ясно, что растения в космосе, как и космонавты, чувствуют себя хорошо.

В настоящее время разрабатываются космические оранжереи, характеризующиеся минимальной массой и энергопотреблением, наиболее полным использованием минеральных удобрений и посевных площадей, непрерывностью съема урожая.

Последние три особенности имеют решающее значение для сельскохозяйственного производства, и поэтому многое полезное из практики космических оранжерей сейчас находит применение в земной практике.

В Институте медико-биологических проблем Министерства здравоохранения СССР разработана установка «Самород», которая раздвигает рас-

тения по мере их роста, обеспечивая их минеральным питанием и работает по принципу конвейера. В лабораторных условиях и при искусственном освещении вот уже в течение двух лет с одного квадратного метра получают 400 г в сутки сырой биомассы. Опыты, проведенные в полевых условиях под Симферополем, подтвердили эту цифру. В пересчете на сезон для южных районов страны (8 месяцев теплых солнечных дней) — это 10 000 ц с гектара сырой биомассы вместо 400—500 ц, получаемых с гектара сейчас. Большое преимущество такой схемы — экономное расходование воды и минеральных удобрений. Ведь известно, что на полях до 70% удобрений мнут корни растений и с водой уходят в реки. Еще много предстоит решить вопросов для широкого внедрения этого метода в народное хозяйство, но ясно одно, что космическое растениеводство занимает в последнее время прочное место не только в космосе, но и на Земле.

В дальнейшем, по мере усовершенствования биологических систем и с увеличением продолжительности космических полетов, биологические системы, по-видимому, станут основным типом систем жизнеобеспечения.

■  
Кассетно-конвейерная установка «Самород»

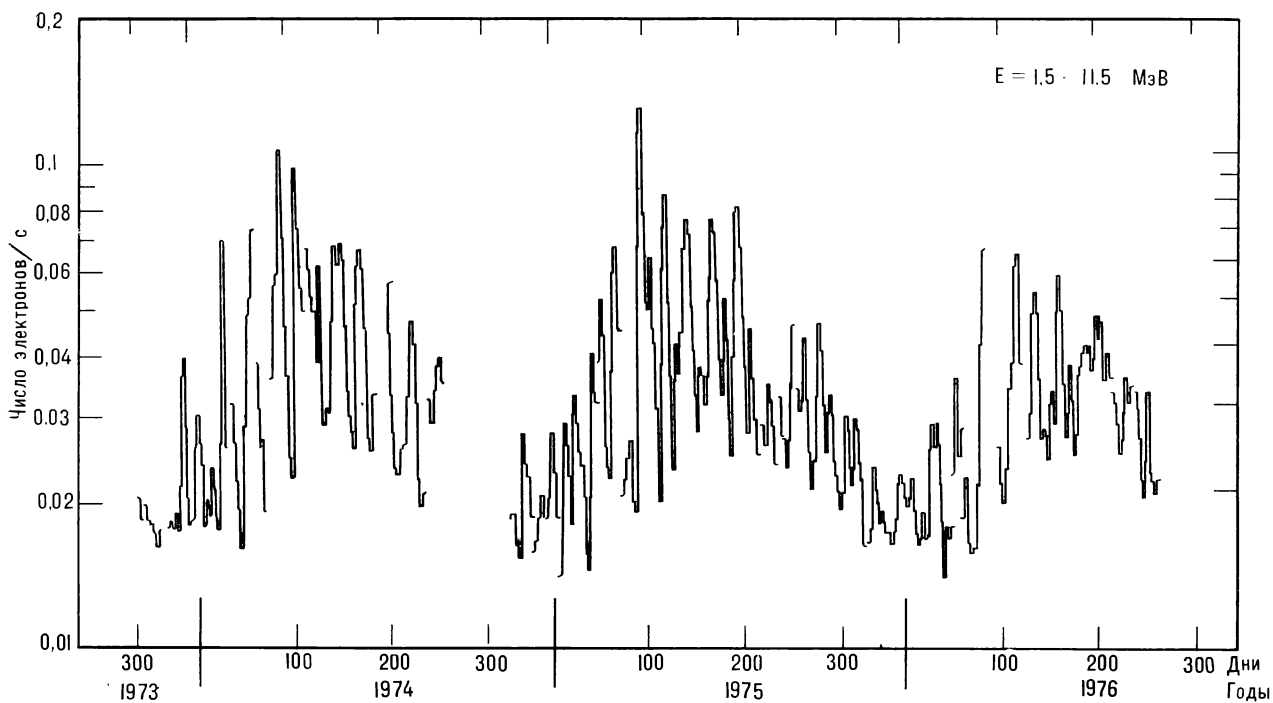
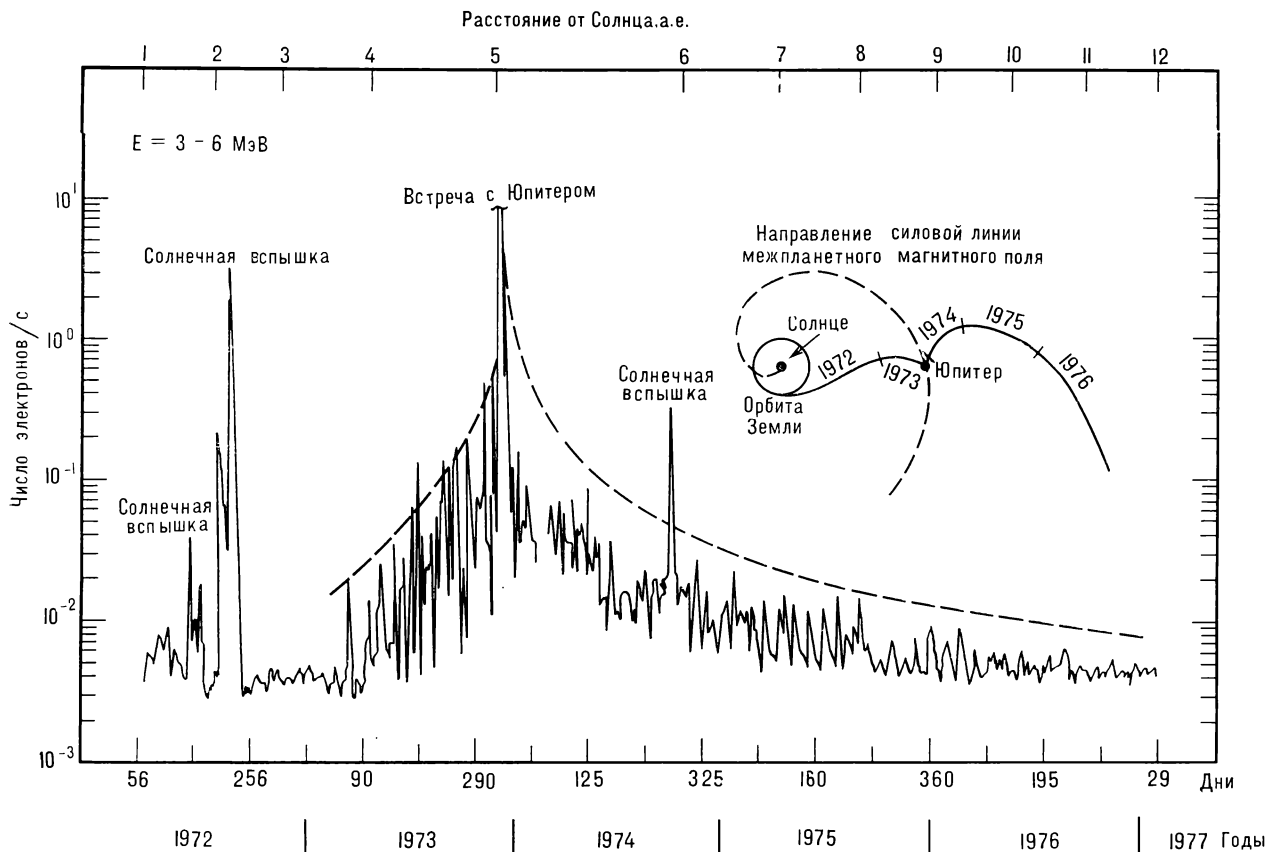


## ЭЛЕКТРОНЫ ОТ ЮПИТЕРА

Полеты космических аппаратов позволили получить новые сведения о Юпитере («Земля и Вселенная», 1977, № 3, с. 16—21. — *Ред.*). В частности, открыли новое явление: магнитосфера Юпитера служит мощным генератором электронов.

По мере приближения станции «Пионер-10» к Юпитеру увеличивался поток электронов. Когда же «Пионер-10» начал удаляться от Юпитера, поток электронов стал уменьшаться обратно пропорционально расстоянию до Юпитера. Эта зависимость позволила считать магнитосферу Юпитера непрерывным генератором электронов.

Наблюдавшиеся отдельные возмущения интенсивности электронов, по-видимому, объясняются сильными вспышками на Солнце. Очень сильная вспышка на Солнце произошла в начале августа 1972 года. В это же время вокруг Земли летал американский спутник IMP-8, оснащенный детекторами электронов, подобными детекторам «Пионера-10», с несколько меньшим нижним порогом регистрации энергий электронов (1,5 МэВ). Потоки электронов около Земли, измеренные спутником IMP-8, а позже и «Прогнозом-4», свидетельствовали о том, что на орбите Земли, вне пределов магнитосферы, существуют потоки электронов от Юпитера. Их интенсивность намного меньше, чем вблизи Юпитера, причем наблюдаются вариации (пики и впадины) интенсивности юпитерианских электронов. Чем же объясняются эти вариации? Интенсивность электронов возрастает с периодом 26 дней, что примерно равно периоду вращения Солнца. Максимумы этих вариаций, в свою очередь, совпадают с периодом в 13 месяцев, равным синодическому юпитерианскому году. Результаты измерения потоков юпитерианских электронов на «Пионере-10, -11» и спутниках IMP-8 показывают, что электроны скорее всего покидают





юпитерианскую магнитосферу, диффундируя поперек магнитного поля.

Юпитерианские электроны диффундируют в магнитном и межпланетном полях. Для прихода к Земле электронов от Юпитера наиболее благоприятно время, когда Юпитер и Земля связаны силовой линией межпланетного магнитного поля.

Каков же поток юпитерианских электронов? На орбите Земли он составляет 0,02 электрона в секунду для электронов с энергией 1,5—11,4 МэВ в период, когда Земля не связана силовой линией с Юпитером, например в конце 1975 — начале 1976 года. Когда же условия для прохождения электронов от Юпитера к Земле благоприятны, например в марте 1975 года, поток может возрасти почти на порядок и составить 0,1 электрона в секунду для тех же энергий. Таким образом, в межпланетном пространстве помимо галактического и солнечного источников электронов есть и юпитерианский.

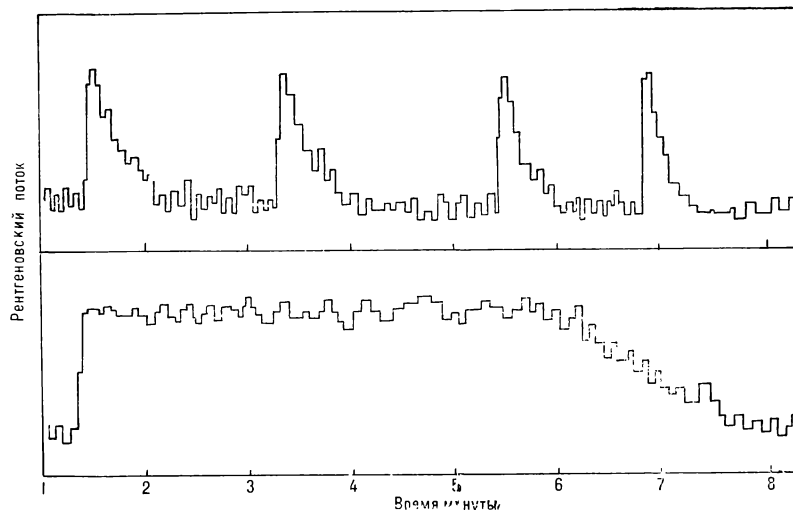
Кандидат физико-математических наук  
Ю. В. МИНБЕВ

## СЮРПРИЗЫ БЫСТРОГО БАРСТЕРА

Вспыхивающий рентгеновский источник МХВ 1730—335, называемый теперь быстрый барстер («Земля и Вселенная», 1980, № 4, с. 26—27.—*Ред.*), стал одним из популярнейших

■ *Интенсивность электронов от Юпитера, измеренная приборами «Пионера-10»*

■ *Интенсивность электронов от Юпитера, измеренная около Земли приборами спутника IMP-3*



объектов современной астрофизики. Изучение этого источника практически в любом диапазоне электромагнитных волн приводит к интересным открытиям.

МХВ 1730—335 был обнаружен как вспыхивающий рентгеновский источник, один из ближайших к центру Галактики. С борта японского рентгеновского спутника «Накучо» («Лебедь») источник наблюдался в момент начала очередной фазы его активности в августе 1979 года (предыдущая фаза активности закончилась в начале марта 1979 года). В течение первых десяти дней новой фазы активности быстрый барстер излучал рентгеновские импульсы удивительной формы. В обычных вспышках быстрое нарастание рентгеновского потока почти сразу же сменяется постепенным спадом, поэтому импульсы имеют острую вершину. Во вспышках, обнаруженных японскими учеными, после быстрого увеличения рентгеновского потока следует фаза почти неизменного блеска продолжительностью до 10 минут, которая заканчивается постепенным уменьшением яркости. У этих рентгеновских импульсов **трапецевидная форма**.

Предполагают, что рентгеновское излучение быстрого барстера возникает при особом режиме аккреции газа на поверхность нейтронной звезды. По-видимому, газ, потерянный соседней обычной звездой, задерживается в магнитосфере нейтронной звезды и лишь время от времени, когда его накопит-

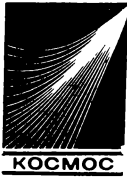
ся достаточно много, прорывается сквозь магнитосферу и достигает твердой поверхности нейтронной звезды. Ударяясь о поверхность, газ сильно нагревается и излучает рентгеновский импульс. По оценкам ученых, в ходе трапецевидной вспышки на поверхности нейтронной звезды выпадает  $10^{18}$ — $10^{19}$  г газа и выделяется энергия  $10^{40}$ — $10^{41}$  эрг, то есть в десятки раз больше, чем при обычной вспышке.

Наблюдения в ближнем инфракрасном диапазоне позволили обнаружить в направлении на быстрый барстер **неизвестное шаровое звездное скопление**, названное в честь автора открытия Лиллер 1. В этом скоплении, вероятно, и находится рентгеновский источник. Инфракрасные вспышки источника наблюдались на длине волны 2,2 мкм индийскими, английскими и испанскими астрофизиками.

Весной 1980 года появились сообщения о новом открытии: индийские радиоастрономы О. Калла, А. Сангал и С. Барати, наблюдая быстрый барстер на 14-метровом радиотелескопе (частота 4,1 ГГц), обнаружили радиовспышки. Впервые вспышки были зарегистрированы в августе и сентябре 1979 года, но подтвердить открытие и измерить параметры вспышек удалось лишь в марте 1980 года. Две наблюдавшиеся радиовспышки продолжались 24 и 146 секунд. Время нарастания сигнала составило у обоих вспышек 2,4 секунды, а время его спада — 2,4 секунды у одной и 7,2 секунды у другой. Пока не ясно, как связаны между собой рентгеновские, радио- и инфракрасные вспышки быстрого барстера, поскольку одновременных наблюдений до сих пор провести не удалось.

«Nature», 1980, 283, 5745; «Циркуляр МАС», 1980, 3458, 3467.

■ *Импульсы рентгеновского излучения источника МХВ 1730—335. Вверху — обычные импульсы, внизу — трапецевидные импульсы, обнаруженные японскими астрофизиками*



Доктор технических наук  
А.М. АЛЕКСАНДРОВ

## Беседа в Центре управления полетом

**Корреспондент.** Какие факторы обуславливают эффективность работы коллектива «космических управленцев»?

**А.М. Александров.** Теория управления утверждает, что возникновение новых свойств и качеств в системе, в коллективе порождается целостностью системы. Многие свойства системы обуславливаются ее структурой, внутренними взаимосвязями. Не только качествами отдельных элементов и подсистем, но и характером взаимодействия между ними.

Гибкая структура Центра управления полетами, вовремя реагирующая на все новые задачи и условия работы, сама адаптивно изменяющаяся вместе с ними и применительно к ним,— первое и важнейшее условие его успешной работы. (Это отвергает необходимость чуть ли не с каждой новой задачей перекраивать штаты и переставлять людей с места на место).

Второе условие эффективной работы коллектива — учет индивидуальных особенностей всех его членов. Важно сохранить индивидуальность каждого работника, дать простор его инициативе, пристрастиям, воображению.

По мере становления коллектива, с ростом знаний, опыта и квалификации его членов, с появлением умения совместно работать раскрываются и их индивидуальные качества — склонности, привязанности, темперамент, слабости. Становится ясно, что кому особенно удается, а у кого возникают определенные трудности.

Известно, что в творческом коллективе почти всегда есть люди — «генераторы идей», активнее дру-

**Как и первая публикация («Земля и Вселенная», 1979, № 5, с. 12—14.—Ред.), эта не стенографическая запись какой-либо конкретной беседы одного из первых космических управленцев (автора) с журналистами. Здесь приводятся лишь соображения, имеющие общий характер и сохраняющие интерес в наши дни.**

гих выдвигающие новые проблемы и нередко предлагающие пути их решения; «эрудиты» — накопители и носители многочисленной полезной информации; «классификаторы», способные увидеть место задачи в общей системе и скрытые связи ее с другими проблемами; «формулировщики», хорошо владеющие словом и умеющие лучше других сформулировать проблему, выразить мысль ярко и наглядно. Выделяются «оптимисты» — целеустремленные, зажигающиеся люди, твердо верящие в успех дела и способные довести его до конца; обнаруживаются и «скептики» — вечные «предостерегатели» и «разрушители», у которых всегда на языке «так не пойдет». Они могут скомпрометировать «любую» проблему и предлагаемые пути ее решения. К слову, о значимости скептиков в управленческом коллективе. Нет необходимости подчеркивать, как опасно «космическим управленцам», очень часто работающим в цейтноте, допустить ошибку. Вот почему «пессимисты», умеющие быстро указать «почему может не получиться», нам, пожалуй, нужнее, чем другим коллективам.

Все перечисленное свойственно

любому творческому коллективу и в полной мере проявляется и в Центрах управления полетами.

Особое место в коллективах управленцев занимают «синтетика» («дирижеры», организаторы), умеющие объединить составные части системы (или подсистемы), увязать ее отдельные элементы. Чувство целостности, понимание взаимосвязей отдельных элементов, проблемы или системы в целом у этих работников развито особенно сильно.

В коллективе всегда обнаруживаются люди, легко, свободно, даже охотно переключающиеся с одной работы на другую, и люди, для которых это неприятно и тягостно. Последние хотели бы забраться в самую глубь проблемы (или отдельного устройства), заняться только одной, пусть частной и узкой задачей, но зато основательно, досконально узнать все тонкости. Люди такого склада — главная сила разработчиков. А возможно, науки и техники вообще. Но это не системщики. Это функциональные специалисты. В делах управленческих они чувствуют себя неуютно. По возможности приходится отводить им более узкие участки, например, в группах анализа работы отдельных бортовых систем. Как тут не вспомнить американского философа и писателя прошлого века Р. Эмерсона, который писал: «Больше всего в жизни нам не хватает человека, который заставлял бы нас делать то, что мы умеем».

**Корреспондент.** Не упрощает ли вы ситуацию: «Кесарю — кесарево»? Ведь известны случаи, когда превосходный комедийный актер оказывался блестящим трагиком, и наоборот.



**Ам. Александров.** Конечно, нужно не просто использовать знания, опыт каждого члена коллектива по его штатной должности, а всемерно «задействовать» сугубо индивидуальные качества, психологические особенности, наклонности, а иногда даже странности и слабости.

Раскрытие индивидуальности человека, помощь в самопознании — одна из важных и вместе с тем тонких и деликатных задач руководителя. Опыт показывает: охотно и легко выполняемые задания надо обязательно, исподволь усложнять, поддерживая и наращивая известную напряженность в работе. Нужно время от времени забывать о проверенном «амплуа» сотрудника и дать возможность человеку попробовать себя в другой роли.

Руководитель коллектива должен вовремя разглядеть появление «внештатных», неофициальных лидеров в своих подразделениях и открыть им дорогу для продвижения у себя или в других местах. Впрочем, далеко не всегда даже давно переросшие свою роль и должностные управленцы готовы уйти из коллектива на повышение. Именно здесь раскрылось их дарование, здесь они сами оценили свои возможности, ощутили свою силу.

Если в коллективе собираются люди одаренные, энергичные, яркие, работающие в полную силу, у многих пробуждается такая творческая энергия, которая в сером, равнодушном коллективе не проявится, не возникнет. Из такого коллектива уйти трудно. У «космических управленцев» забот обычно по горло. И оказывается, что именно такая среда является наиболее благоприятной для стимулирования творческой активности. Ценные управленческие идеи и решения чаще всего рождаются в коллективах, где нет лишних людей. Нет ни одного, кто находился бы не в работе, не в деле, а только «при деле». Похваляю: все руководство космическими системами дальнего космоса, связи, метеорологии да и другими системами — питомцы нашего Центра управления полетами. И мы этим, естественно, гордимся. Ни в коем случае нельзя допускать длительного разлада между личностью человека и его

ролью и положением в коллективе. Разумеется, следует бороться с самолюбием, но нужно поддерживать самоутверждение, самоуважение и способствовать сохранению собственного «Я».

Вместе с тем работа коллектива в немалой степени обуславливается межличностными и межгрупповыми отношениями в нем. Никакой, даже дружный и сплоченный коллектив не свободен от внутренней борьбы, личной неприязни. Не свободен и от людей, излишне честолюбивых, чересчур жаждущих материальных благ. Очень важно поэтому своевременно устранять возникающие иногда недоверие, мелочные дрязги и «барьеры» между отдельными лицами и подразделениями. Коллектив космических управленцев всегда должен оставаться единым, цельным. Для нас сие очень, очень важно. Повторяю: это обязательно должен быть не просто коллектив, а именно ансамбль. Каждый музыкант его должен быть отличным артистом. Но, пожалуй, самое главное, самое важное — согласованность, слаженность, сыгранность, гармония. Это и есть важнейшее условие эффективности нашей работы.

**Корреспондент.** Вы ничего не сказали о роли руководителей в коллективах «космических управленцев». Или в «этих системах», как Вы говорите, она не столь существенна?

**Ам. Александров.** Роль руководителей во всякой большой и сложной системе очень велика, а в космической в особенности.

Начну с кардинального, на мой взгляд, положения: руководитель обязательно должен быть признан, как должен быть признан оркестром дирижер. Признан, прежде всего, подчиненными, а потом и начальством. Желательно — и всевозможными коллегами. Он, безусловно, должен пользоваться доверием создателей, разработчиков космических систем. Ведь в немалой степени именно ему и его коллективу ониверяют свое любимое, нередко выстраданное детище.

Время от времени руководитель должен посмотреть на себя глазами своих подчиненных и коллег. Он дол-

жен отдавать себе отчет, в чем источник его авторитета и так называемой «неформальной власти». И что следует и чего не следует делать, чтобы со временем они не исчезали. Но заботы о сохранении авторитета не должны становиться постоянной охраной ложно понимаемого престижа. Дистанции между начальниками и подчиненными в управлении космическими полетами должны быть укороченными. И уж, конечно, принцип «Не беспокой начальство, если нужно будет, оно само тебя вызовет» здесь не приемлем ни в коей мере.

Руководитель — главный носитель веры в успех дела. Это ни в малейшей степени не должно сопровождаться ложной патетикой и всякого рода громкими и красивыми словами. Энтузиазм, оптимизм проявляются в стиле работы, в деле. Искусству управлять, как и всякому искусству, в большой степени учит личный пример.

Что касается ближайших помощников, руководителей подсистем, то нужно подбирать таких работников, которые многое могут делать лучше, чем ты сам. И здесь отнюдь не желание создать себе легкую жизнь или переложить на кого-то ответственность (ответственность все равно на тебе, а дел остается предельно много). Это — реальная оценка требований к управленцам современных больших систем, осознание своих возможностей (нельзя все знать и уметь), понимание своей в большой степени администраторской (для приятности скажем, научно-организационной) роли в коллективе. Впрочем, все это относится к любому творческому коллективу.

**Корреспондент.** Что же тогда больше всего отличает работу коллектива «космических управленцев», например, от конструкторского бюро или научно-исследовательского института.

**Ам. Александров.** Работа в жестком режиме времени. Значение каждого часа, каждой минуты, иногда секунды не только при выполнении любого процесса, операции, команды, но и при размышлении, анализе, принятии решения. Задержишься, выйдешь из графика и, словно вагоны при внезапной остановке локомотива, одно

начинает налезать на другое.

Вспомните, во всех Центрах управления полетами работа идет под непрерывно бегущие цифры на электронных часах.

— Время! — постоянно напоминают они.

— Время!!! — возвещают, а порой прямо-таки кричат табло, панели, мониторы, дисплеи и даже «простые» бумажные графики.

По мнению видного советского ученого академика В. А. Трапезникова, эффективность управления в общем виде определяется формулой: «знают — могут — хотят — успевают». Мне кажется, что мало где управленцы так сильно ощущают значимость этого последнего элемента. Немного, совсем немножко не поспеешь, и все остальные элементы «квадриги» уже ничего не стоят.

**Корреспондент.** Вы нам не раз рассказывали об управлении полетом, как о процессе творческом, включающем в себя элементы искусства, даже требующие особого «управленческого таланта», что талант этот встречается не чаще, чем научный, изобретательский и даже литературный...

**Ам. Александров.** Не отказываюсь, говорил...

**Корреспондент.** А как же эта творческая деятельность увязывается со строжайшей дисциплиной, жестким регламентом времени, необходимостью документального оформления всех действий и распоряжений, со служебной иерархией. Словом, со всяческой «несвободой воли»? Или, говоря по секрету, они в управлении полетами не столь важны, не столь обязательны, как это предписывается документацией?

**Ам. Александров.** Не только важны, не только обязательны, а безоговорочно необходимы. Творческий подход к управлению полетами в космосе вовсе не отвергает ни твердой дисциплины, ни жесткого подчинения, ни работы в строгом временном режиме, ни требований четкого документального оформления.

Они, оказывается, не мешают и индивидуальностей работника не стирают. Тем более, что творчество, о котором мы говорим, в управлении

полетами чаще всего носит коллективный характер. Но творческий подход в управлении полетами, как, по-видимому, и всякое иное действенное управление, решительно отвергает слепое следование букве, бюрократию, безответственность.

**Корреспондент.** Но коль скоро управление полетами в космосе — это управление сложными человеко-машинными системами, где, как Вы говорите, чрезвычайно важна способность человека принимать решения в непредвиденных ситуациях, при неполной информации, да еще нередко при остром лимите времени, то может ли оно быть свободно от таких человеческих качеств, как эмоции, необъективные суждения и оценки, наконец, просто ошибки?

**Ам. Александров.** Полагаю, что следует признаться: «на все сто процентов» не может. Но, как я уже говорил, одно из важнейших качеств управленца-руководителя как раз и заключается в том, чтобы построить систему и организовать управление полетом так, чтобы (всемерно используя индивидуальность каждого члена коллектива) в максимальной мере исключить влияние их персональных недостатков и ошибок на ход и результаты управления. Это — и использование методов экспертных оценок, и дублирование расчетов, и двойной контроль правильности предложенного решения, и «пропускание» через «штатных пессимистов» и прочее.

**Корреспондент.** А имеются ли какие-нибудь конкретные, быть может, даже экономические критерии оценки работы управленцев?

**Ам. Александров.** Имеются. Оценить работу управленцев с позиций экономики при экспериментальных, испытательных запусках, конечно, затруднительно. Тут главное — проверка правильности конструкторских решений, определение фактических летно-технических характеристик, отработка изделия, выявление недостатков.

Чем полнее, достовернее, в более короткие сроки и с меньшим числом запусков это будет сделано, тем эффективней, экономичней будет деятельность испытателей, в том числе,

конечно, и управленцев.

При переходе к опытной, а тем более к нормальной эксплуатации космических систем связи, метеорологии, изучения природных ресурсов и других систем, наряду с показателями экономичности системы в целом, выявляются и конкретные показатели эффективности работы управленцев. К ним относятся: использование минимально необходимого числа наземных средств управления, экономное их дублирование и резервирование, рациональное накопление информации в запоминающих бортовых устройствах и концентрированная передача ее на Землю.

Поддержание оптимальных, по возможности облегченных режимов работы, исключение предельных нагревов и напряжений, соблюдение ресурсных ограничений и энергобаланса, — словом, бережное, хозяйское отношение к бортовой аппаратуре, находящейся «в руках» управленцев, играют исключительно важную роль.

Умелая эксплуатация, искусство управления в решающей мере определяют соблюдение гарантийного срока работы бортовых систем и его превышение. Нередко фактический срок активного существования аппарата в космосе в 1,5—2 раза, а то и более превосходит гарантийный, иными словами, вместо двух спутников запускается один. И заслуги управленцев в этом бесспорно велики.

Итак, экономное, «без размаха» использование наземных командно-измерительных средств, каналов связи, вычислительной техники, людей, действительно необходимое число связей «Земля — борт — Земля», сохранение и превышение гарантийных сроков работы бортовой аппаратуры — вот показатели, характеризующие эффективность работы управленцев. Это выражается в совершенно конкретных цифрах. Существуют и такие весьма прозаические показатели, как плановая и фактическая стоимость минуты времени связи, стоимость единицы различных видов метеорологической и «природной информации» и др. Тут экономичность управления достаточно достоверно может быть выражена непосредственно в рублях.

Реакция животных на назревающий в недрах Земли сейсмический удар — интересная и пока еще очень мало изученная проблема. Не случайно поэтому автор публикуемой ниже статьи осторожен в своих выводах и заключениях.

Одним из перспективных направлений продолжающихся исследований, по-видимому, будет лабораторное моделирование, включающее воспроизведение процессов, которые совершаются (или могут совершаться) в очаговой зоне созревающего землетрясения, и изучение их влияния на различных подопытных животных.

#### ЖИВОТНЫЕ «ПРЕДСКАЗЫВАЮТ» ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ?

Прогноз времени сильных землетрясений сейчас одна из важных проблем геофизики («Земля и Вселенная», 1978, № 6, с. 6—24.—Ред.). Как и всякая крупная проблема, изучающая сложное природное явление, она привлекла к себе внимание весьма различных специалистов. Сейсмологи работают в содружестве с геологами, геодезистами, инженерами, получают помощь от геохимиков и гидрогеологов, ищут контакты с астрономами и океанографами. Теперь дошла очередь и до биологов. Интерес к аномальному поведению животных в связи с землетрясениями сейсмологи проявляли и раньше, но он ограничивался лишь теми случаями, когда реакцию животных можно было косвенно использовать для определения интенсивности сотрясения в рамках стандартной шкалы балльности.

Одно из первых сообщений об аномальном поведении животных перед землетрясением в европейской научной литературе принадлежит Чарльзу Дарвину. Путешествуя на корабле «Бигль» у берегов Южной Америки, он однажды наблюдал

Доктор геолого-минералогических наук  
А. А. НИКОНОВ

## Землетрясения и поведение животных

**С давних пор известны случаи беспокойства различных животных перед землетрясениями. Изучением поведения животных накануне сейсмических катастроф занимаются теперь ученые многих стран.**

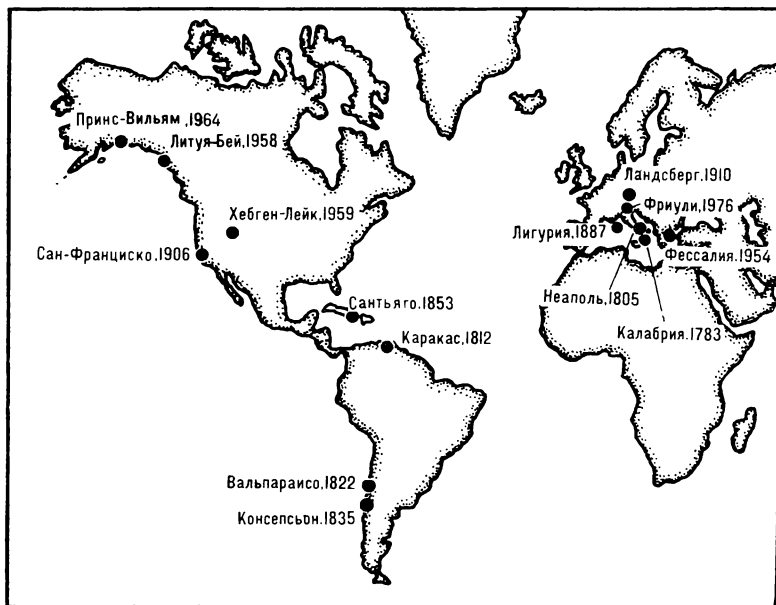
вблизи города Консепсьон, как морские птицы большими стаями летели в глубь материка. Массовый перелет был отмечен в 10 часов утра, а примерно через полтора часа разразилось сильнейшее Чилийское землетрясение 1835 года. По другим источникам, перед этим землетрясением все собаки одного из прибрежных городков убежали за его пределы.

Максимальное число сведений о необычном поведении животных перед землетрясениями дают исторические хроники Японии и Китая. Большинство наблюдений в Японии касается рыб. Это неудивительно, поскольку эпицентры 80% сильных землетрясений Японии находятся на дне морей, омывающих ее с востока. В начале 30-х годов японские ученые, наблюдая за поведением зубаток — рыб, особенно чувствительных к электрическим токам, обнаружили связь между записями земных токов, «активностью» зубаток и землетрясениями. Активность эта оказывалась тем больше, чем ближе наблюдатели были к эпицентру землетрясения.\*

\* Т. Рикитакэ. Предсказание землетрясений (перевод с английского). М., «Мир», 1978.

Отмечены в Японии случаи аномального поведения и наземных животных перед землетрясениями, в основном — это сообщения о внезапном исчезновении крыс и мышей. Но, пожалуй, больше всего сведений об аномальном поведении животных перед землетрясениями содержится в китайских источниках. Согласно одной из летописей, население провинции Нинся в 1739 году ожидало землетрясения на основании таких признаков: вода в колодцах мутнела, раздавался «подземный гром», собаки собирались в стаи и начинали выть.

В нашем столетии перед восемью сильными и умеренными сейсмическими толчками в Китае отмечалось беспокойство животных. По мнению некоторых китайских и американских ученых в значительной мере именно по этому признаку удалось предсказать сильное (магнитуда 7,3) землетрясение 4 февраля 1975 года в провинции Ляонин. Его прогноз основывался на сейсмологических и геодезических предвестниках. С июня 1974 года на стадии среднесрочного прогноза с участием местного населения проводились наблюдения за электрическим полем, наклонами земной коры, уровнем грунтовых вод, уровнем моря и поведением животных. В декабре того же года вместе с сообщениями об изменениях уровня грунтовых вод появились любопытные свидетельства. На поверхности мерзлой земли крестьяне обнаружили змей; с птицеферм сообщали о непрерывных взлетах кур, криках гусей; крысы, не боясь людей, передвигались большими стаями. 22 декабря произошло несильное



землетрясение (магнитуда около 5). Но и после него аномалии в поведении животных продолжали наблюдаться, что говорило о приближении нового удара. В начале февраля следующего года «тревога» животных возросла и одновременно резко увеличилось число слабых толчков. Основное землетрясение произошло 4 февраля в 19 часов 36 минут. В ночь с 3 на 4 февраля мыши передвигались по открытой местности «как пьяные»; за полчаса до землетрясения служебные собаки скулили, не слушались команд...\*

В нашей стране первые сообщения об аномальном поведении животных в связи с сейсмическими толчками, по-видимому, относятся к Верненскому землетрясению 1887 года. После него в газетах города Верного (Алма-Ата) появились сообщения, что накануне катастрофы птицы влетали в дома через открытые окна, а за несколько минут до первых ударов лошади, коровы и собаки «дрожали в ужасе».

Есть сведения о том, что за несколько дней до катастрофического Ашхабадского землетрясения 5—6 октября 1948 года змеи и ящерицы выползали из нор, хотя обычно в это время года они впадают в спячку.

\* Ни в китайских источниках, ни в отчете делегации американских сейсмологов, знакомившихся с постановкой прогностических исследований в Китае, нет многих сведений, которые могли бы сделать эти данные действительно строгими научными материалами. Поэтому к якобы удачному прогнозу землетрясения 4 февраля 1975 года следует относиться с осторожностью.

#### УЧЕНЫЕ ОБСУЖДАЮТ

До последнего времени были известны только единичные наблюдения аномального поведения животных перед землетрясениями. Сделаны они, как правило, неспециалистами, к тому же явления не фиксировались точно. Естественно, и цена таким наблюдениям в глазах ученых невелика. Чтобы отделить факты от легенд, наметить хотя бы некоторые общие явления и оценить перспективы исследований в такой совершенно новой и сложной области, необходимо было объединить специалистов разного профиля (от физиков до биологов), выработать комплексную программу, нацеленную в первую очередь на систематический сбор информации и выяснение причинных связей.

В конце 1976 года в США состоялась первая конференция по аномальному поведению животных перед землетрясениями. Несколько десятков специалистов, в том числе и этнологи, обсудили содержащиеся в литературе многочисленные сведения

■ *Местоположение и даты сильных землетрясений Европы и Америки, накануне которых наблюдалось аномальное поведение животных*

по этой проблеме. Участники конференции услышали о свежих наблюдениях, проведенных в США, Италии и Гватемале. Был сделан предварительный вывод, что реагируют на землетрясения одни и те же виды животных и характер реакции животных одного вида одинаковый. И хотя сообщения полностью не удовлетворяли принятым научным стандартам необычное поведение животных перед землетрясениями невозможно стало ни отрицать, ни относить к области легенд.\*

Другая проблема, обсуждавшаяся на конференции,— это физические процессы, которые, возможно, ответственны за наблюдаемые реакции животных. В качестве причин возбуждения биологических систем животного организма назывались вариации электромагнитных полей, инфразвуки и ультразвуки, слабые предварительные толчки, выделение газов из почвы, флуктуации уровня грунтовых вод. Менее вероятными причинами были признаны изменения давления воздуха, гравитационные вариации, поднятия и наклоны поверхности.

Результаты физических экспериментов позволяют несколько сузить на-

\* Proceedings of I conference of earthquake hazards reduction program. Menlo Park, 1976.

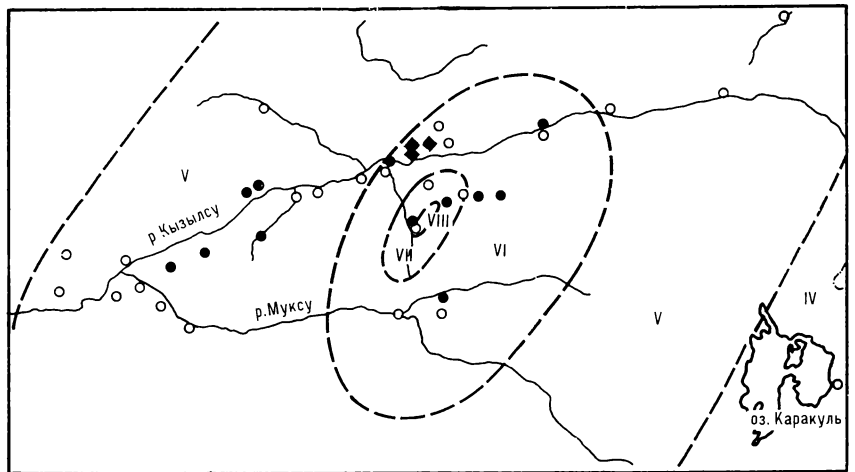
бор возможных факторов. Так, акустические шумы, оказывается, могут быть потенциальными стимулами возбуждения лишь тогда, когда они возникают в непосредственной близости от животного и не глубже 100—150 м. Жизненные системы организмов, по-видимому, не реагируют на вариации земного магнитного поля в несколько гамм. Изменением уровня подземных вод вряд ли можно объяснить реакции животных, разве что гнездящихся под землей (змей, ящериц, крыс).

Участники конференции пришли к выводу, что наиболее вероятным объяснением необычного поведения животных перед сейсмическими толчками могут быть электростатические или другие электрические эффекты, хотя нельзя исключить и пока еще неизученные механизмы. В итоге было решено по специальной программе собирать материалы в сейсмически активных районах и проводить эксперименты в стационарных и лабораторных условиях.

#### ПЕРВЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Аномальное поведение различных видов животных перед сейсмическими событиями, вероятно, уже не требует доказательств. Теперь важно выяснить пространственную зависимость этих аномалий от магнитуды землетрясения, его интенсивности, положения эпицентра. А для этого нужно иметь собранный по специальной методике массовый материал применительно к землетрясениям с различными параметрами. За последние два года такой материал, хотя и не массовый, уже появился, и о нем стоит рассказать.

Автор статьи предпринял попытку собрать как можно более полные сведения об аномальном поведении животных в области сильного (магнитуда 6,8) землетрясения в Средней Азии. Землетрясение произошло в Заалайском хребте в ночь на 2 ноября 1978 года (сильных землетрясений здесь не было более 100 лет). В ноябре 1978 года и июле—сентябре 1979 примерно в 40 пунктах, отстоящих на 100—120 км от эпицентра землетрясения, автор провел оп-



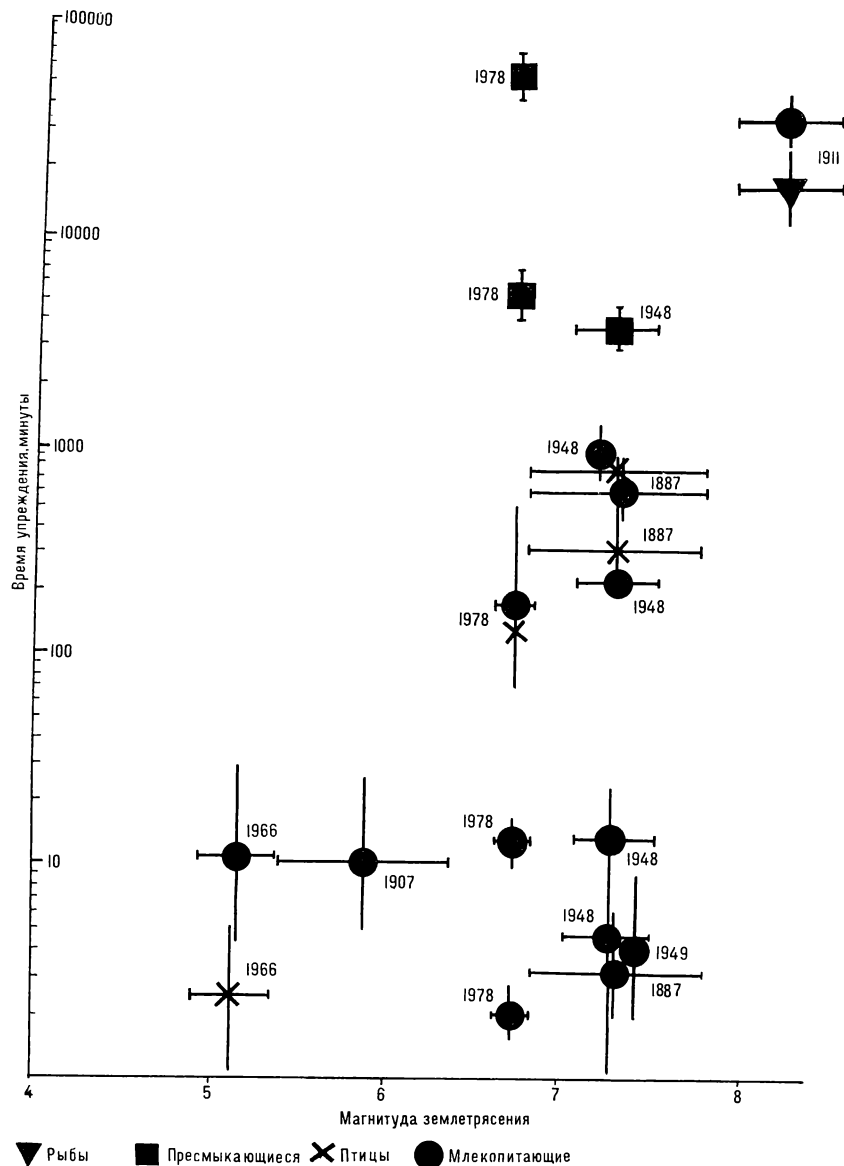
рос местных жителей. Он стремился вести перекрестный опрос, избегая наводящих вопросов, беседовать непосредственно с очевидцами, выясняя характерные детали. Сведения об аномальном поведении животных перед землетрясением получены в 15 пунктах. Их можно разделить на две группы — среднесрочные и краткосрочные признаки. К группе среднесрочных относится появление змей, ящериц, лягушек в такое время года, когда они обычно пребывают в спячке, что наблюдалось за несколько дней и более чем за месяц до землетрясения.

Более многочисленная группа наблюдений (краткосрочные признаки) включает аномальное поведение домашних животных незадолго перед главным толчком. Эта группа состоит из наблюдений в 11 пунктах (21 сообщение) за поведением млекопитающих: собак (11 наблюдений), ослов (6 наблюдений), мышей (5 наблюдений). В трех случаях отмечалось также аномальное поведение птиц. Ночью домашние животные обычно заходят, так что их «активность» в ночь с 1 на 2 ноября была особенно заметна. Собаки выли (не лаяли), ослы необычно жались к строениям и кричали, мыши выбегали на открытые пространства, коровы мычали, птицы перелетали с дерева на дерево. В одних и тех же местах животные одного вида вели себя по-разному.

К сожалению, не удалось собрать равноценные сведения во всех направлениях от эпицентра, но некоторые выводы сделать все же можно. Например, максимальное расстояние от эпицентра, на котором отмечалось аномальное поведение животных перед землетрясением, составляло 65—70 км. Вероятно, площадь, где проявлялись аномалии, не была кругом, так как в некоторых более близких пунктах никаких аномалий не отмечено. Не отмечено также ни одного случая аномального поведения животных на территории, где сотрясения были силой менее 5 баллов.

При сравнении с картой изосейст (линий, ограничивающих площади одинаковых по силе сотрясений) видно, что область проявления «биологического предвестника» не совпадала с простираем очага и изосейст высоких баллов. Наибольшая протяженность зоны аномального поведе-

■ *Расположение пунктов опроса о поведении животных перед землетрясением 2 ноября 1978 года в Заалайском хребте. Римскими цифрами обозначены зоны различной интенсивности сотрясения в баллах. Черные квадратики — пункты, где обнаружено аномальное поведение пресмыкающихся и земноводных до землетрясения, черные кружки — пункты аномального поведения млекопитающих и птиц, светлые кружки — пункты, где аномальное поведение животных не наблюдалось*



Зависимость между временем упреждения основного толчка аномальным поведением животных. График составлен по данным сильных землетрясений, происшедших за последние 100 лет в Средней Азии (приведены даты землетрясений). Видно, что пресмыкающиеся и рыбы могут реагировать за несколько недель, млекопитающие и птицы — за несколько дней, часов и даже минут до события. Возможна прямая связь между магнитудой землетрясения и временем начала аномальной реакции животных

ния животных к западу, возможно, связана с тем, что предвестниковые аномалии распространены вдоль основных геологических структур в земной коре, которые здесь идут почти по широте.

Раньше всего опасность почувствовали земноводные и пресмыкающиеся. Их появление на поверхности отмечено за месяц, полмесяца и за несколько суток до землетрясения. Из млекопитающих, по собранным сведениям, раньше всех забеспокоились собаки и мыши (соответственно, за 8 и 4,5—5 часов) в пунктах, отстоя-

щих от эпицентра на 2 и 7 км. За два часа на эпицентральной дистанции 20 км беспокойно перелетали с места на место и кричали птицы, за час — полтора на том же расстоянии отмечено беспокойство домашних животных и вой собак и, наконец, за несколько минут перед землетрясением стали беспокойно себя вести все названные животные.

Имеющийся материал не отражает, конечно, четкую зависимость времени упреждения (первого проявления аномального поведения) от эпицентрального расстояния. Так, если 1 ноября (накануне землетрясения) в 7 км от эпицентра мыши вышли из нор и пищали с 21 часа местного времени, то в 65 км от эпицентра жители поселка Ляхш заметили множество бегавших по улице мышей только в 22 часа. То же самое относится к поведению собак в этих пунктах. Интересно, что ощутимые аномалии магнитного поля зафиксированы на эпицентральных расстояниях 100—150 км за 3—5 суток, подземный гул слышался в 30—70 км за несколько минут, свечение неба над эпицентром отмечалось за несколько секунд. Но все эти явления по времени не совпали с началом беспокойства животных и вряд ли могли быть причинами их аномального поведения.

Другой пример полевых исследований дала группа американских специалистов, преимущественно этологов. Они выработали такую схему опроса местных жителей, которая должна была обеспечить беспристрастность и достоверность сведений, получаемых от неспециалистов. Группа опросила жителей местности, расположенной вблизи эпицентров двух землетрясений умеренной силы, происшедших с полугодовым интервалом в 1977 и 1978 годах в двух удаленных друг от друга западных штатах США. По своему характеру эти землетрясения отличались очень мало, но результаты опроса оказались различными. В одном случае при 50 опросах 17 ответов в отношении необычного поведения животных перед землетрясением были положительными и 24 отрицательными. Во втором случае при 35 опросах был только один положительный ответ и 31 от-

рицательный (возможность случайного распределения положительных и отрицательных ответов исключена). Интересно, что в первом случае ответы были даны независимо от того, верили или нет опрашиваемые в то, что животные ведут себя перед землетрясениями аномально. Необычное поведение отмечалось, как правило, за несколько часов до землетрясения и наблюдалось только у отдельных особей, в то время как большинство животных того же вида вели себя нормально. Таким образом, намечается зависимость «биологических предвестников» сейсмических толчков от особенностей конкретного землетрясения, его механизма, глубины, геологического строения района.

В последнее время начинают выясняться и некоторые другие закономерности. На конференции по прогнозу землетрясений, организованной ЮНЕСКО в Париже в апреле 1979 года, группа китайских специалистовложила некоторые результаты, полу-

ченные за 12 лет. Время «упреждения» животными готовящихся землетрясений большей частью не превышает 24 часов. Частота необычных явлений в поведении животных постепенно увеличивается к 11 часам до землетрясения и резко возрастает за 2—3 часа до него. Этот вывод основывается на 200 наблюдениях, признанных достойными доверия. По данным известного японского сейсмолога Т. Рикитакэ, проявление аномалий в поведении животных происходит в среднем за 6 часов до землетрясения, но и он получил максимум случаев за 1—3 часа. Заметим, кстати, что максимальное число краткосрочных геофизических предвестников также отмечается за 1—2 часа до толчка.

Первые достоверные сообщения, а также имеющиеся исторические сведения позволяют сделать следующие выводы. Во-первых, далеко не все особи одного и того же вида животных реагируют на готовящееся землетрясение. Во-вторых, животные как

одного, так и разных видов могут вести себя неодинаково в зоне волеуказательной области назревающего землетрясения. И, наконец, не каждое, даже достаточно сильное землетрясение вызывает аномальное поведение животных в эпицентральной области. Учитывая эти ограничения, нельзя, по-видимому, «биологический предвестник» (как, впрочем, и большинство других) считать универсальным.

Проблему аномального поведения животных перед землетрясениями только начали разрабатывать, и она пока находится на уровне сбора фактов и простейших сопоставлений. Сущность и генетические связи явлений еще скрыты от исследователей, но реальность самих явлений и перспективность проблемы достаточно ясны. Очевидно, нужны активные совместные исследования геофизиков, геологов и биологов.

## ВУЛКАНИЗМ И КЛИМАТ

Одной из возможных причин похолодания климата на Земле нередко считают извержения вулканов. Объясняют это так: переносимые ветром пыль и пепел, выброшенные вулканами, задерживают солнечные лучи, что может привести к глобальным понижениям температуры.

Совершенно противоположную причинно-следственную связь этих явлений предлагают американские ученые М. Р. Рампино (Годдардовский институт космических исследований Национального управления по аэронавтике и изучению космического пространства), С. Селф (Дартмутский колледж) и Р. У. Фейрбридж (Колумбийский университет). По их мнению, данные, на которых основываются подобные утверждения, можно интерпретировать иначе: климатические изменения, наоборот, сами могут служить «спусковым крючком» для некоторых вулканических извержений взрывного типа.

Сопоставив все крупнейшие землетрясения, которые произошли за последние 100 тыс. лет, с данными о климате, исследователи отметили совпадение между вулканической активностью и похолоданиями. Но они подчеркивают, что во многих случа-

ях похолодания, как будто бы, предшествуют мощным землетрясениям. За последние два века, например, мощные извержения вулканов Тамбора (1815 г.), Кракатау (1883 г.) и целая серия извержений на Виргинских островах (1902 г.) происходили через десять или более лет после глобального понижения температур.

«Science News», 1979, 116, 23.

## ОКЕАНСКИЕ ПРИЛИВЫ И ШЕЛЬФ

Известно, что энергия приливов рассеивается главным образом на шельфе Мирового океана — подвод-

ной окраине материков, прилегающей к берегам суши. Сотрудники Ленинградского отдела Института океанологии АН СССР В. Ю. Готлиб и Б. А. Каган сделали попытку численно решить эту проблему. Они проинтегрировали систему приливных уравнений Лапласа по сглаженному полю глубин (сглаживание достигалось простым осреднением глубин по четырем соседним точкам) применительно к условиям Мирового океана. Карта приливных колебаний уровня воды, построенная на основании этих расчетов, показала, что в Мировом океане нет ни одного района, где на приливные колебания не влиял бы шельф.

Интересны данные, относящиеся к диссипации (рассеянию) энергии приливов в океане. Согласно расчетам авторов, в открытом океане она составляет  $0,39 \cdot 10^{19}$  эрг/с, а на шельфе —  $2,32 \cdot 10^{19}$  эрг/с. На самом шельфе диссипация тоже неодинакова. Наибольшие значения ее характерны для шельфа Северного моря, Западной Африки, Патагонии, Бенгальского залива, Южно-Китайского и Охотского морей. Здесь рассеивается почти половина всей диссипируемой в Мировом океане приливной энергии.

«Доклады АН СССР», 1980, 251, 3.





## Что такое литодинамика?

### ЭКЗОГЕННЫЕ И ЭНДОГЕННЫЕ СИЛЫ

В зависимости от своего происхождения силы, действующие на поверхность земной литосферы, разделяются на **эндогенные** (внутренние) и **экзогенные** (внешние по отношению к литосфере).

Эндогенные силы вызывают длительные тектонические процессы и сейсмические явления, а также земной вулканизм. Всю сумму эндогенных процессов перемещения вещества литосферы принято называть **геодинамическими процессами**. Экзогенные силы (их основным источником служит лучистая энергия Солнца), а также сила тяжести заставляют частицы, обломки и блоки размерами от тысячных долей миллиметра до тысяч кубических метров перемещаться по поверхности литосферы. Перемещения эти называются **литодинамическими процессами**.

Геодинамические процессы, за исключением катастрофических землетрясений и извержений вулканов, сравнительно мало заметны. Зато литодинамические нередко ощущаются в повседневной деятельности человека. Их изучение и есть задача литодинамики — раздела физики Земли, посвященного выяснению закономерностей перемещения обломочного материала литосферы по ее поверхности под действием экзогенных сил и силы тяжести.

Рассмотрим различные факторы, определяющие это перемещение. Какова здесь роль **лучистой энергии Солнца**? Непосредственное ее влияние на литосферу ограничивается процессами физического выветрива-

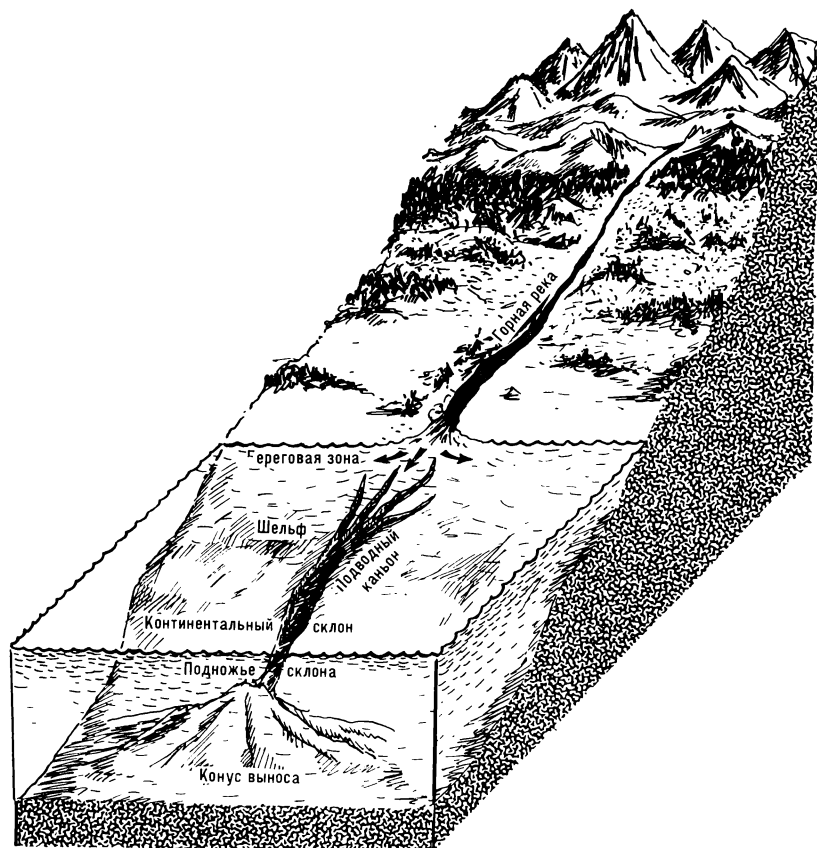
**Сотни миллионов лет поверхность нашей планеты преобразуется под действием лучистой энергии Солнца, энергии гравитации и внутренней энергии Земли. В процессе этого преобразования громадные массы обломочного материала перемещаются по земной поверхности. Как происходит это перемещение?**

ния и распада горных пород на обломки, способные затем перемещаться с водными или воздушными потоками и под действием **силы тяжести**. Неравномерный прогрев атмосферы и океана солнечными лучами создает системы ветров и глобальные системы океанических течений. Ветры переносят твердые частицы, а также создают волны и дрейфовые течения в океане. Из океана непрерывно испаряются миллионы тонн воды, которая переносится ветрами на континенты, где выпадает в виде дождя и снега. Затем под действием силы тяжести вода снова стремится вернуться в океан. Такова же судьба снега и льда в горных странах: если они не тают, то, подчиняясь гравитации, начинают свой путь вниз, к океану. Благодаря энергии Солнца накапливается, таким образом, потенциальная энергия поднятых над уровнем океана водных масс; их обратное движение к океану и создает все разнообразие водных потоков суши — основной фактор перемещения обломочного материала с континентов в море.

Для нас очевидно и привычно, что основное перемещение обломочного материала по суше направлено неизменно сверху вниз, в сторону океана, и определяется в конечном счете действием силы тяжести. В океане не столь заметно постоянное перемещение материала на большие глубины, но этот процесс идет везде, где сохраняется хотя бы минимальный уклон поверхности. На участках же с более значительным уклоном — на континентальном склоне, в руслах подводных долин, прорезающих шельф и склон, «течет» в громадных количествах обломочный материал. И лишь в самой верхней части дна океана — в береговой зоне — ветровое волнение способно противостоять непрерывному стоку твердого вещества. Таким образом, можно утверждать, что только действием силы тяжести определяется генеральное направление потоков твердого вещества на поверхности Земли, непрерывное его перемещение от горных вершин до глубин океана, процесс, нарушаемый лишь внутренними силами нашей планеты.

Однако сила тяжести — лишь одно из проявлений гравитации, наиболее для нас заметное и постоянное. Но есть и другие ее проявления, играющие немалую роль в литодинамике. Примером могут служить **приливные волны в океане**, преобразующиеся на мелководье шельфа в мощные приливно-отливные течения. Их создают гравитационные поля Солнца, Земли и Луны («Земля и Вселенная», 1975, № 5, с. 26—32; 1977, № 2, с. 16—22.— Ред.). Роль таких течений в литодинамике шельфа огромна, и нередко они «работают» даже против





силы тяжести. Особым источником энергии здесь можно считать вращение Земли. За счет этой энергии возникает ускорение Кориолиса, которое хотя и не может изменить генеральное направление движущихся масс, но все же искажает их путь.

По способу сообщения кинетической энергии твердым частицам литодинамические процессы можно разделить на две группы — **экзогенные** и **гравитационные**. В экзогенных

**■** *Блок-схема движения обломочного материала в горном районе от ледника до подножья континентального склона. Твердый сток реки выносятся в береговую зону, создавая вдоль берега потоки наносов, и частично поступает в вершины подводного каньона, прорезающего шельф и континентальный склон. В вершинах каньона и его русле накапливается тонкий материал, формирующий оползни, а затем и мутьевые потоки, доставляющие этот материал на конус выноса*

процессах в передаче энергии твердым частицам участвуют промежуточные агенты — вода, воздух, лед. В гравитационных процессах такие агенты отсутствуют — сила тяжести действует непосредственно на сами частицы, она-то и есть движущая сила.

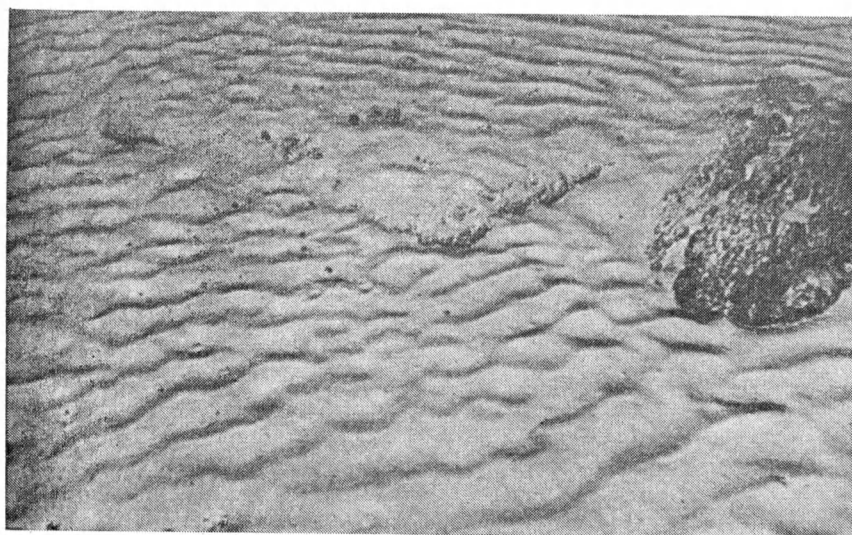
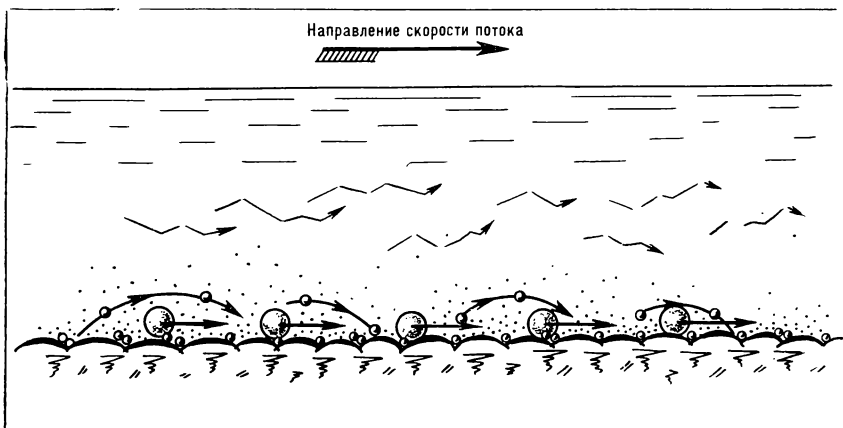
### ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

В группе экзогенных процессов наиболее распространены и лучше всего изучены процессы **гидрогенные**, в которых агентом переноса служат водные потоки. Они играют основную роль в перемещении обломочного материала с континентов в океан, главным образом с помощью речного стока. Они же господствуют в береговой зоне океана, на шельфе и, по-видимому, на больших глубинах, где океанические течения разносят тонкий материал вдоль изобат (линий равных глубин) континентального склона и его подножья. Физиче-

ская сущность и механизм воздействия водного потока одинаковы в любых условиях. В гидрогенных перемещениях можно выделить три основных элементарных процесса движения твердых частиц: **донное движение** (без отрыва от дна), **сальтация** (с периодическим отрывом на небольшую высоту) и, наконец, **движение во взвешенном состоянии**, играющее основную роль в перемещении тонкого материала. Все эти виды движения возникают в указанной здесь последовательности с ростом скорости потока и сравнительно редко встречаются в природных условиях изолированно.

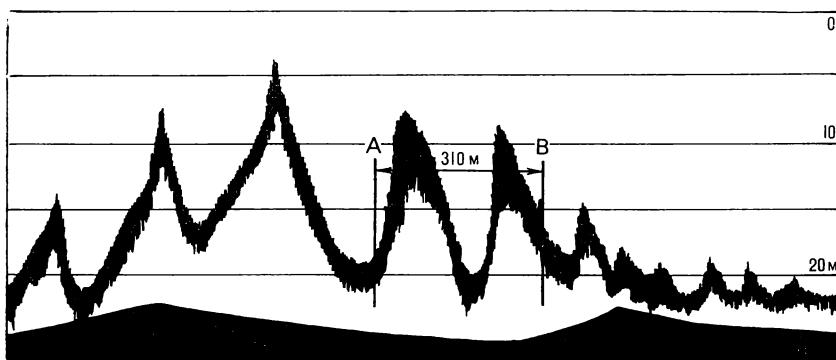
Некоторые особенности в процессе гидрогенного перемещения имеют характер водного потока. В поступательном однонаправленном потоке частицы перемещаются более или менее однозначно и непрерывно; в волновом потоке, в придонном слое, они совершают возвратно-поступательное движение и начинают перемещаться только в результате трансформации волн на шельфе и в береговой зоне. При этом разнонаправленные волновые скорости становятся различными по величине, начинает преобладать скорость, совпадающая с направлением распространения волн, и твердые частицы перемещаются в том же направлении. Однако в результате трансформации волновых движений усиливается нагон воды к берегу и возникает компенсационное обратное течение, которое может приостановить перемещение материала к берегу и даже вызвать его перенос (особенно во взвешенном состоянии) обратно в море. Но каковы бы ни были водные потоки, мы неизменно встречаемся с теми же тремя элементарными процессами движения твердых частиц и с тем же механизмом взаимодействия воды с частицами.

В результате гидрогенных процессов часто возникают подвижные дочные формы рельефа, сложенные движущимся материалом. Это движение нередко считают особой формой перемещения обломочного материала, хотя слагается оно все из тех же трех основных элементарных процессов. Сами формы могут варьировать от



сантиметровых знаков ряби в русле реки или на дне океана до песчаных волн высотой в десятки метров, медленно продвигающихся по шельфу под действием приливных течений.

Несмотря на то, что механизм гидrogenных перемещений в различных водных потоках один и тот же, в океане они имеют некоторую особенность. Водные потоки в океане, как течения, так и волны, не подчиняются непосредственно действию тяжести. Их движение, а следовательно, и перенос ими твердых частиц могут быть направлены не только вниз по склону, но и вдоль изобат, а перемещение частиц волнением иногда происходит даже вверх — из моря к берегу. В придонном слое открытого океана, по-видимому, преобладают течения, направленные вдоль изобат, и таково же господствующее направление гидrogenных перемещений обломочного материала. Если на суше генеральное перемещение материала вниз осуществляется преимущественно водными потоками, то на дне океана оно идет под действием гравитационных процессов. И только наиболее тонкий терригенный и биогенный материал разносится в толще вод течением, а в области больших глубин под действием силы тяжести постепенно опускается на дно.



■  
Элементарные процессы гидrogenного перемещения твердых частиц. Галька (крупные частицы) катится по дну, гравий (более мелкие) движется салямицей, песок перемещается во взвеси. Стрелками показаны примерные направления траекторий частиц

■  
Рифели (знаки ряби), образованные течением на вершине подводной горы в Тихом океане (глубина 1530 м, грунт — алевроит). Снимок сделан в 48-м рейсе «Витязя» в 1970 году  
Фото В. И. Маракуева

■  
Профиль песчаных волн, созданных приливными течениями на дне в южной части Северного моря (запись эхолота). Внизу приведен участок АВ без искажения масштаба

**Золовые (ветровые) процессы** переноса твердого вещества играют существенную роль во многих районах суши, а при сильных устойчивых ветрах способствуют выносу тонкого материала с суши в океан. По механизму взаимодействия между движущим агентом (воздухом) и твердыми частицами золовые процессы — это аналог гидрогенных, и основное различие между ними определяется различной плотностью и сжимаемостью активных сред — воды и воздуха. Как и в гидрогенных процессах, в золовых существуют все три аналогичных элементарных процесса, но из-за малой плотности воздуха для их осуществления требуются значительно большие скорости, поэтому золовым перемещениям подвергаются в основном тонкие фракции — мелкий песок и частицы размером менее 0,1 мм. Малая плотность воздуха определяет и некоторые отличия в течении элементарных процессов. Так, например, сальтация в воздухе происходит значительно легче, чем в водной среде, сальтирующие частицы могут пролетать в воздушном потоке значительно большие расстояния и подниматься выше над поверхностью. Основная особенность золовых перемещений — независимость их направления от силы тяжести.

Принципиально отличаются по своей механике от прочих экзогенных процессов перемещения со льдом и снегом твердых частиц. **Гляциальные перемещения** (вызываемые движением льда) ограничиваются территорией горных стран или полярными областями. Это — медленные движения ледников, несущих на себе и в своей толще различные по величине обломки горных пород, нередко отторгнутые от своего коренного залегания тем же ледником. Перенос частиц пород плавучими льдами нередко служит своего рода продолжением перемещения их ледниками, только направление этого перемещения, естественно, определяется направлением морских течений или дрейфом ледяных полей. В некоторых районах такой перенос играет существенную роль в формировании донных отложений. Крупные и инородные по составу обломки иногда

находят на дне далеко от берега. Перемещение со снегом обломочного материала в горных районах — **нивальное перемещение** — связано со снежными лавинами и играет незначительную роль в общем литодинамическом процессе Земли.

## ГРАВИТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ

Они распространены на суше и в океане. Механизмы перемещения обломочного материала, как и в гидрогенных процессах, в обоих случаях сходны. Различия определяются в основном лишь разной плотностью вмещающей среды. Некоторая специфика подводных гравитационных процессов состоит в том, что перемещающиеся массы осадков постоянно насыщаются водой, что облегчает возникновение гравитационных перемещений и дальнейшее раздробление движущихся масс. В то же время большая плотность воды несколько затрудняет движение обломков.

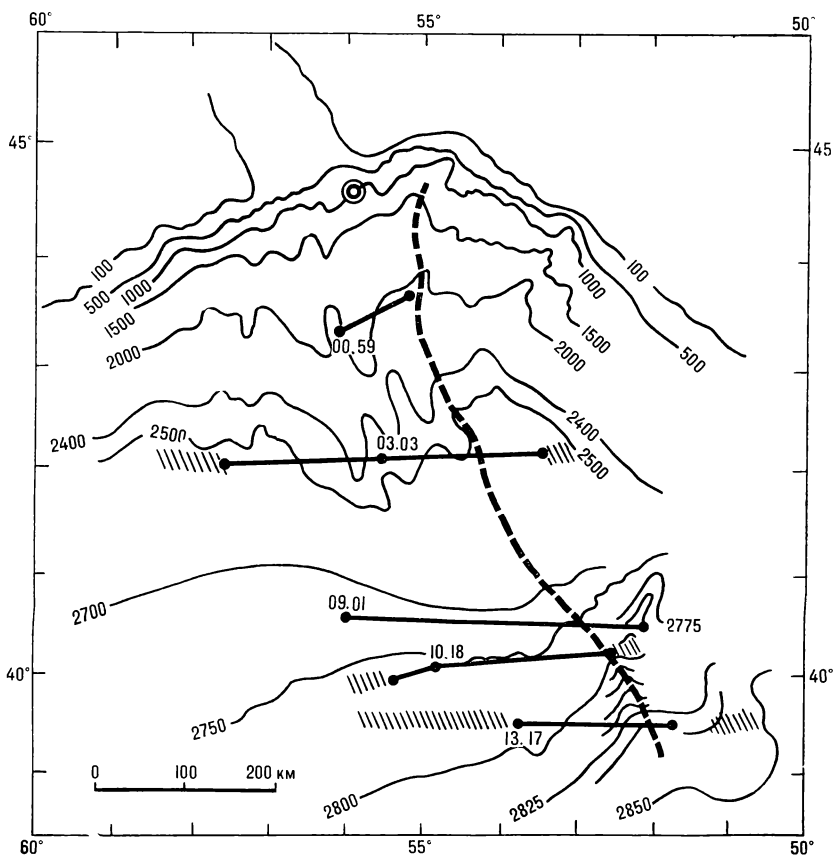
Гравитационные перемещения принято разделять по характеру взаимодействия движущихся обломков между собой и с подстилающей поверхностью. В обвалах, осыпях, камнепадах и пескопадах это взаимодействие носит упругий характер. В случае оползней и течений грунта происходит как бы течение весьма вязких сред, перемещающихся как единое целое. Крайним случаем такого течения на суше можно считать **селевые и грязевые потоки** — движение масс твердого вещества, весьма насыщенных водой. В океане эти перемещения непосредственно переходят в **суспензионные (мутьевые) потоки**. По своей энергетической сущности они относятся к группе гравитационных процессов, но имеют многие черты водных наносонесущих потоков и некоторые особенности, свойственные только этому виду движения. Суспензионный поток — это движение более плотной жидкости в среде с меньшей плотностью, возникающее на наклонной поверхности дна за счет разности этих плотностей, причем вмещающая среда в целом может оставаться неподвижной. Наибольшее развитие и наибольшие масштабы суспензионные потоки имеют, по-ви-

димому, в океане.

На суше такие потоки известны в водоемах, где тонкий материал, выносимый рекой, опускается вместе с холодной речной водой в придонные слои и формирует струю суспензии с плотностью, немного большей, чем плотность окружающей воды. Эта струя сравнительно медленно стекает по уклону, постепенно оставляя на своем пути тонкий взвешенный материал и заполняя таким образом чашу водоема. В водохранилищах часть взвешенного материала может достигать плотины и отлагаться перед ней, нередко перекрывая глубинные водосбросы.

В океане суспензионные потоки — это, вероятно, основной механизм переноса обломочного материала с шельфа на склон и далее на глубины подножья и даже абиссали. В этом смысле роль суспензионных потоков океана сравнима с работой русловых потоков суши. Мутьевые потоки, зарождающиеся в верховьях каньонов на шельфе, движутся затем по руслам, пересекая континентальный склон и образуя у его основания, на подножье, громадные формы, аналогичные речным дельтам (конусы выноса). Наиболее тонкие взвеси продвигаются и далее, а несущие их потоки прорезают свои русла в конусах выноса и уходят на прилегающие равнины абиссали. Механизм формирования и движения суспензионных потоков в океане еще слабо изучен, но множество явлений и, прежде всего, формирование слоистых осадков из терригенного материала и даже присутствие песчаных фракций на больших глубинах не удается объяснить, не прибегая к гипотезе о существовании таких потоков.

Особую группу литодинамических процессов составляют **процессы дезинтеграции**, раздробления твердого материала, предшествующие и сопутствующие его перемещению. К ним относится распад блоков коренных пород на отдельные обломки в результате физического выветривания, а также все виды механического разрушения пород водными потоками, волнами, льдом и твердыми частицами. Сюда же нужно включить и процессы истирания и измель-



чения обломочного материала при его перемещении.

#### ЗНАЧЕНИЕ ЛИТОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Какими бы литодинамическими процессами не определялось перемещение обломочного материала, его можно рассматривать, как поток твердого вещества. Этот поток может быть более или менее стационарным

в течение длительного времени или неустановившимся по своему протяжению, как, например, в гравитационных перемещениях и мутьевых потоках. Он может носить катастрофический характер и длиться считанные минуты или существовать в течение многих лет и даже десятилетий. Как и для всякого другого потока, для потока твердого вещества основной характеристикой служит его **расход**, то есть количество вещества, переносимого через единицу поперечного сечения в единицу времени. Так определяют «истинный» расход — количество вещества, переносимого за одну секунду. Но можно говорить и о полном расходе по всей толще потока за длительный отрезок времени или о среднем расходе — частном от деления полного расхода на время длительности переноса. Такие величины, конечно, не могут служить физической характеристикой процесса, но зато дают представление о его

мощности, роли в общем переносе материала и о значении для деятельности человека. Изменение расхода потока сопровождается изменением рельефа подстилающей поверхности (отложение наносов или размыв дна) и состава движущегося и отлагающегося материала.

Современные литодинамические процессы в большинстве случаев приносят вред человеку. Все гравитационные процессы — как медленные, так и катастрофические — приводят к радикальному нарушению условий работы сооружений, оказавшихся в сфере влияния этих процессов. Гидрогенные процессы в русловых потоках и водоемах изменяют форму русла и глубины, подмывают склоны, заполняют наносами водоемы и водозаборные устройства. В бассейнах рек они смывают поверхностный слой почвы и грунта (плоскостная эрозия), приводят к суффозии (вынос тонкого материала из грунта под действием текучих грунтовых вод) и образованию оврагов. В приморских районах гидрогенные процессы разрушают пляжи и коренные берега, изменяют глубину на шельфе, заносят искусственные судоходные прорезы и водозаборы. Гидрогенные процессы резко усиливаются вблизи сооружений; размывая грунт, они нарушают устойчивость сооружений. Суспензионные потоки способствуют заполнению водоемов суши, выносят материал из береговой зоны на большие глубины моря, могут повреждать подводные кабели и трубопроводы.

Можно указать, однако, и на ряд полезных эффектов, которые дают современные литодинамические процессы. Гидрогенные процессы, например, формируют россыпные месторождения полезных ископаемых, не только разрушают, но и образуют пляжи в береговой зоне. Регулируя величину расхода потоков, можно существенно изменить рельеф и состав отложений, а понимание закономерностей, управляющих величиной расхода, позволяет прогнозировать результат действия литодинамических процессов.

Однако недостаточно продуманная деятельность человека может стать

■ Район обрывов подводных телеграфных кабелей, вызванных движением мутьевого потока, возникшего при землетрясении 18 ноября 1929 года (Большая банка, Ньюфаундленд). Кружок в верхней части схемы — эпицентр землетрясения. Глубины обозначены в морских саженях (1 сажень = 1,83 м). На участках обрыва (поперечные жирные линии) указано время обрыва, считая от момента толчка. Заштрихованы участки, на которых не удалось достать кабели из-под отложений мутьевого потока

причиной вредных проявлений литодинамических процессов. С каждым годом возрастает техническая оснащенность, растут возможности вмешательства в течение литодинамических процессов. Но отставание наших знаний о закономерностях, управляющих течением этих процессов, неизбежно приводит к печальным последствиям. Так, в 40-х и 50-х годах море размыло берега Сочинского курорта. Это произошло потому, что поток наносов, двигавшийся в береговой зоне с севера на юг, был перехвачен сооружениями Сочинского порта. На защиту курорта истратили миллионы рублей. Аналогичная ситуация возникла в городе Потий, где после переброски стока реки Риони в новое русло морем был разрушен целый район. Изъятие твердо-

го стока реки из старого русла привело к тому, что в береговой склон стал интенсивно врезаться подводный каньон — продолжение старого русла — и берег начал сильно размываться. Размытый материал выносился на большие глубины через русло каньона, и от заносов стал страдать Потийский порт. А вот еще один пример. В верхней части пляжа у мыса Пицунда была сооружена железобетонная стена для поддержания прогулочной эспланады. Энергия прибоя, ранее гасившаяся на широком пространстве пляжа, стала концентрироваться на более узком участке перед стеной. В результате пляж был полностью размыт, стена сломана и волны обрушились на коренной берег. Ликвидация последствий этого строительства обошлась в

несколько миллионов рублей. Лишь в последние десятилетия проблемы нарушения естественного режима в системе река — русло — береговая зона моря начали привлекать внимание специалистов. При проектировании гидротехнических сооружений на реках и в береговой зоне теперь учитывают возможные последствия их влияния на литодинамику системы.

Что касается литодинамических процессов геологической истории Земли, то им мы обязаны образованием и свойствами множества осадочных пород, широко используемых в народном хозяйстве. Поиск и разведка их месторождений также требуют ясного представления об условиях образования этих пород, то есть о литодинамических процессах.

## ГОЛЬФСТРИМ — СО СПУТНИКА ЗЕМЛИ

Северная граница Гольфстрима в Атлантическом океане — необыкновенно динамичная область. Как показали наблюдения с научно-исследовательских судов, основной поток течения раздроблен здесь на отдельные тонкие струи различной температуры, а фронтальная зона состоит из множества фронтальных разделов размерами от 500 до 100 км, а иногда и меньше. В таких изменчивых и сложных в гидрофизическом отношении районах океана нельзя получить полное представление о трехмерной структуре изучаемых объектов, если проводить только наблюдения с судов. На помощь здесь приходят космические методы исследования.

В. Е. Скляров и К. Н. Федоров (Институт океанологии АН СССР) проанализировали измерения инфракрасного излучения Земли, выполненные со спутника вблизи фронтальной зоны Гольфстрима в марте 1978 года во время советско-американского эксперимента ПОЛИМОДЕ («Земля и Вселенная», 1979, № 4, с. 63—67. — *Ред.*), и вертикальные океанографические разрезы, сделанные в этом районе с судов. «Тепловые картины» поверхности океана, снятые с борта спутника ИК-радиометром высокого разрешения, помогли построить трехмерную картину фронтальной зоны Гольфстрима и выявить некоторые новые детали. Например, в основном потоке Гольфстрима неоднократно были обнаружены струи более холодной воды, затянута в него с другой стороны фронтального раздела (ав-

торы назвали их холодными затылками). По своему характеру это — циклонические вихри. Такие образования диаметром 25—30 м и временем жизни в несколько суток никогда еще не удавалось обнаружить с судов.

А как выглядит фронтальная зона Гольфстрима в ИК-«изображении»? Оказывается, это — многослойная система с характерной толщиной слоев 100—130 м. Волнообразный холодный гребень фронтального раздела, распространяясь быстрее, чем теплые периферийные воды Гольфстрима, подтекает под их тонкий слой. Он закручивает этот слой в вихревое движение, образуя «теплый сектор» и циклонический вихрь.

«Исследование Земли из космоса», 1980, 3.

## ЛИЕ ЗЕМЛИ 76 МИЛЛИОНОВ ЛЕТ НАЗАД

Сотрудники Института океанологии АН СССР Л. П. Зоненшайн и Л. А. Савостин восстановили картину расположения материков и океанов на Земле в период позднего мела

(76 млн. лет назад). Сначала по расположению океанических магнитных аномалий реконструкция выполнялась относительно Антарктической плиты, которая испытывала лишь небольшие перемещения по широте. Затем с учетом палеомагнитных и палеоклиматических данных определялось положение материков по отношению к земным полюсам.

По мнению авторов, 76 млн. лет назад в приполярных областях Земли существовали два крупных материка. Южный, включающий Антарктиду и Австралию, соединялся на востоке с Южной Америкой, другой материк состоял из Евразии и Северной Америки. Африка располагалась между этими двумя материками. Южная часть Атлантического океана представляла собой частично изолированный бассейн, а Тихий океан был значительно больше и имел по крайней мере три срединно-океанических хребта. В то время отсутствовали мощные течения и главную роль играли пассатные течения, опоясывающие весь земной шар. Это должно было сильно отражаться на климате Земли (в меловом периоде он действительно был мягким и равномерным на всей планете).

Скорость «расползания» литосферных плит была больше, чем в современную эпоху, и составляла 10—15, а местами 20 см в год. Нарастание площади литосферы тоже шло интенсивнее. Объясняется это тем, что в период позднего мела происходили интенсивные горообразовательные процессы и формировались протяженные вулканоплутонические пояса.

«Океанология», 1980, 3.





Кандидат геолого-минералогических наук  
И. В. БАТЮШКОВА

## Альфред Вегенер (к 100-летию со дня рождения)

В ноябре 1980 года исполнилось 100 лет со дня рождения и 50 лет со времени трагической гибели известного немецкого ученого Альфреда Вегенера. Имя Вегенера связывают обычно с разработанной им гипотезой дрейфа материков. К сожалению, мало известна разносторонняя деятельность этого ученого — геофизика и метеоролога, астронома и геолога, отважного полярного исследователя.

Альфред Вегенер родился 1 ноября 1880 года в Берлине. После окончания гимназии он учился в Гейдельбергском и Инсбрукском университетах по специальности астрономии и уже тогда начал увлекаться геофизикой и метеорологией. В 1905 году, защитив диссертацию при Берлинском университете, Вегенер начал работать в Берлинском астрономическом обществе «Урания», а затем перешел в Аэрологическую обсерваторию в Линденберге, которой руководил его брат Курт Вегенер, известный метеоролог. Кипучая, деятельная натура Альфреда Вегенера не позволяла ему оставаться только кабинетным ученым — он овладел техникой полета на аэростате. В апреле 1906 года Курт и Альфред, увлекшись научными наблюдениями, «нечаянно» установили мировой рекорд продолжительности полета на аэростате...

Была у Вегенера мечта, которая не покидала его всю жизнь, — далекая, плохо исследованная тогда земля Гренландия. Изучение этой страны, как он считал, поможет решить многие проблемы метеорологии, геофизики, гляциологии. Проработав полтора года в Линденберге, Вегенер получил право участвовать в Датской



■  
*Альфред Вегенер (1880—1930)*

экспедиции в Гренландию (1906—1908 гг.) под руководством М. Эриксона. В задачи экспедиции входили метеорологические, гляциологиче-

ские, гидрографические и другие исследования восточного побережья Гренландии. Вегенер проводил геомагнитные измерения, наблюдал полярные сияния, изучал атмосферное электричество. Двухлетняя экспедиция не обошлась без жертв — погиб ее руководитель М. Эриксен и еще два человека.

В 1909—1911 годах Вегенер занимал должность приват-доцента в Марбурге и читал лекции по метеорологии, практической астрономии и космической физике. В 1911 году он опубликовал свою первую работу «Термодинамика атмосферы», в которой дал физическое обоснование метеорологических процессов. Книга выдержала три издания (на русском языке вышла в 1935 году).

Именно в это время молодого ученого увлекла новая, казалось бы, далекая от метеорологии проблема — расположение материков на земном шаре. Как отмечал сам Вегенер, еще в 1920 году он обратил внимание на удивительное совпадение очертаний противоположных берегов Атлантического океана. Это и послужило исходным пунктом гипотезы о перемещении материков. В январе 1912 года он высказал эту идею в двух докладах: «Образование крупных форм земной коры континентов и океанов на основании геофизических данных», прочитанного во Франкфурте-на-Майне, и «Горизонтальные движения континентов», прочитанного в Марбурге. В том же году он опубликовал две статьи под одинаковым названием «Происхождение континентов».

От дальнейшей разработки этой гипотезы ученого отвлекла новая экспедиция. Это была вторая Датская экспедиция в Гренландию, которая состоялась в 1912—1913 годах под начальством капитана И. П. Коха. В ней кроме него участвовало еще только три человека: А. Вегенер, проводник-исландец Ф. Зигурдсон и матрос Л. Ларсен. Невероятные трудности выпали на долю этой крохотной экспедиции. Погибли лошади, не хватило провианта, сильные морозы и трещины в льдинах затрудняли продвижение. Но все же Гренландию им удалось пересечь с востока на запад в самой широкой ее части —

1000 км. Экспедиция определила астрономические пункты и высоты над уровнем моря и провела гляциологические и метеорологические наблюдения.

Первая мировая война не прервала научную деятельность Вегенера, хотя он служил в армии и был дважды ранен. С работой в полевой метеорологической службе связано, по-видимому, появление книги о смерчах, вышедшей в 1917 году. Несколько раньше, в 1915 году, Вегенер опубликовал монографию «Происхождение материков и океанов», в которой наиболее четко сформулировал идею о перемещении материков. Книга за короткое время выдержала три издания и была переведена на другие языки (на русском языке вышла в 1925 году).

Идея о дрейфе материков не была новой. Однако в начале XX века она получила подтверждение, когда появились представления об оболочечном строении Земли, существовании подкорового высокопластичного слоя и различной структуре материковой и океанической коры.

По мнению А. Вегенера, материка, подобно айсбергам в море, «плавают» в подстилающей земную кору вязкой массе. Он считал, что когда-то Южная Америка располагалась рядом с Африкой, Северная Америка, Гренландия и Европа составляли общую глыбу, а Антарктида, Австралия и Индостан прилегали к Южной Африке. Это доказывается, по мнению Вегенера, данными геофизики, геологии, палеонтологии и палеоклиматологии. Затем все три глыбы стали раскалываться и раздвигаться. Перемещались они в двух направлениях — экваториальном (которое Вегенер называл «бегством от полюсов») и западном. Доказательства, представленные Вегенером, казались убедительными, а приведенные им факты в некоторых случаях неоспоримыми. Все это обеспечило большую популярность его гипотезе.

Но в 30-х годах идея горизонтальных движений материков была оставлена: новые данные, как будто бы, свидетельствовали о ее несостоятельности. Сейчас мы знаем, что несколькими десятилетиями позднее эта ги-

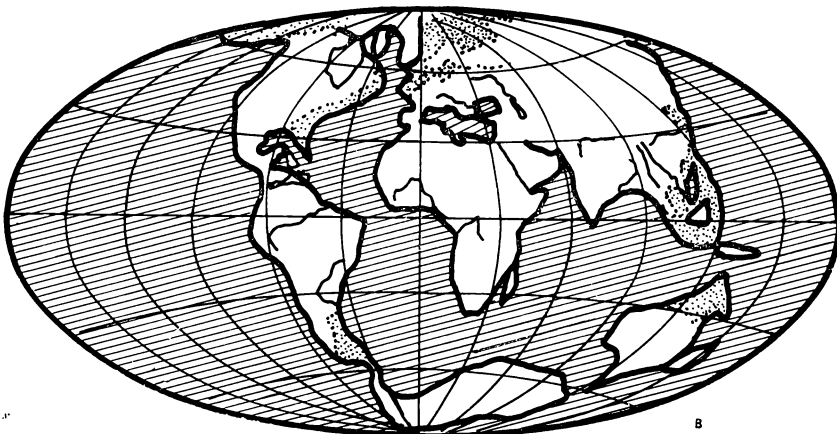
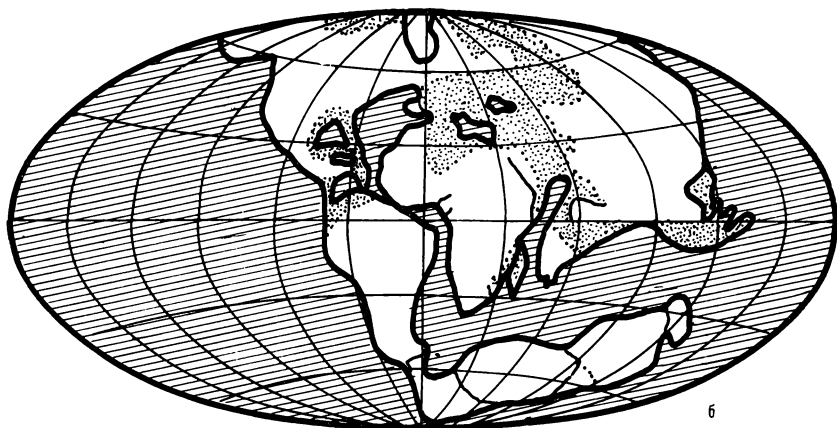
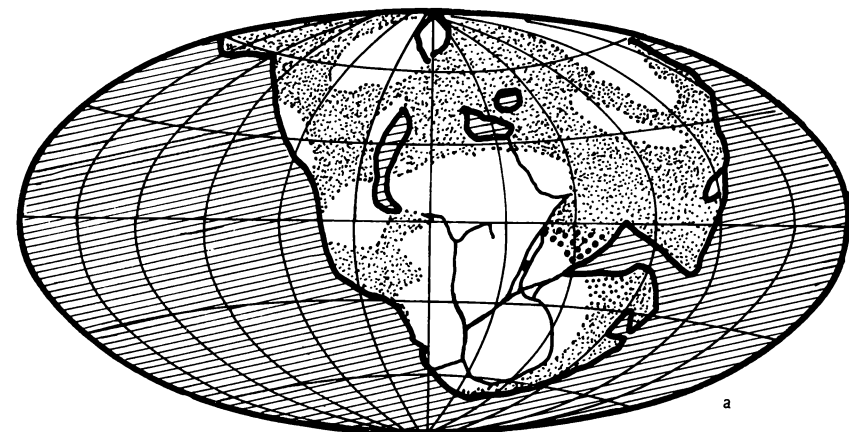
потеза возродилась в значительно измененном и усложненном виде. В настоящее время идеи дрейфа материков распространены очень широко, хотя и не разделяются всеми геологами («Земля и Вселенная», 1974, № 5, с. 20—27.—Ред.).

После окончания войны, в 1918 году, А. Вегенер был назначен заведующим метеорологическим отделом Германской морской обсерватории в Гамбурге и одновременно избран экстраординарным профессором Гамбургского университета. Геофизическое направление работ Вегенера не всем приходилось по вкусу, и когда его хотели пригласить на должность профессора географии во Франкфуртский университет, профессора этого университета добились отмены приглашения, опасаясь «геофизического уклона» в географии.

В 1922 году сорокадвухлетний ученый отправился в путешествие на рейсовом корабле из Гамбурга в Мексику. С помощью шара-пилота он проводил на корабле исследования атмосферы. В результате этой поездки появилась работа о пассатах.

Интерес к изучению Земли и специальное астрономическое образование привели Вегенера к исследованиям в области сравнительной планетологии. На эту тему написана одна из важнейших его работ «Происхождение лунных кратеров», опубликованная в 1921 году (в 1923 году вышла в нашей стране под названием «Происхождение Луны и ее кратеров»).

Когда создавалась эта работа, существовало четыре гипотезы о происхождении кратеров на Луне: гипотеза приливов, согласно которой кратеры образовались при охлаждении огненно-жидкой Луны; гипотеза пузырей, предполагавшая, что кратеры — это лопнувшие пузыри в огненно-жидкой массе; вулканическая гипотеза и ударная гипотеза (в современном понимании — метеоритная гипотеза). На основании модельных опытов Вегенер отстаивал последнюю гипотезу. Он считал, что земной метеоритный кратер в Аризоне не единственный на Земле. Но даже если крупных кратеров на Земле мало, это не может служить аргументом



■  
Схема расположения континентов в разные геологические периоды: а — верхний карбон (285 млн. лет назад); б — эоцен (40 млн. лет назад); в — начало квартера (700 тыс. лет назад). Современные контуры материков и реки только намечены

против гипотезы метеоритного происхождения лунных кратеров. Заметим, что последние исследования кратеров на Луне, Меркурии, Марсе и его спутниках окончательно подтвердили, что большинство из них ударного происхождения.

Весной 1924 года Вегенеру предложили кафедру геофизики и метеорологии в Граце (Австрия). Утомленный административной работой в морской обсерватории в Гамбурге, Вегенер охотно принял предложение и вместе с семьей переехал в Грац. В том же году совместно с В. Кеппеном была опубликована работа «Климат прошлого Земли», в которой авторы связывали наступление оледенений с изменением солнечной радиации и эксцентриситетом земной орбиты.

В 1926 году появилась еще одна астрономическая работа Вегенера. Она была посвящена теории оптического явления гало (образование светового кольца вокруг Луны или Солнца).

Но Гренландия!.. Мечту своей жизни не мог оставить ученый. В 1928 году Вегенеру предложили возглавить экспедицию для изучения гренландских льдов. Можно представить себе, с каким энтузиазмом Вегенер согласился на это предложение! Участникам экспедиции предстояло измерить толщину материкового льда, высоту ледяного покрова над уровнем моря, выяснить, опускается ли материк под тяжестью ледяного покрова, изучить изменения температуры и плотности льда с глубиной и т. д.

В марте 1929 года состоялась предварительная экспедиция к западному берегу Гренландии, в которой приняли участие А. Вегенер, И. Георги, Ф. Леве и Э. Зорге. Было выбрано место для размещения груза (около 100 т) на материковом льду. Средства для организации главной экспедиции удалось получить только в конце декабря 1929 года, а в июне 1930 года группа из 17 человек высадилась в Камаруюкском фиорде (Западная Гренландия).

На 71-й параллели они организовали три станции: Уманакфиорд — на западном берегу Гренландии, Скорсбифиорд — на восточном и Айсмитте — в центре страны. Первый санный транспорт на Айсмитте отправился 15 июля, затем еще два раза до сентября. Однако аэросани оказались непригодными для гренландского льда. К тому же на Айсмитте, где остались зимовать Георги и Зорге, не



успели доставить ни теплый дом-палатку, ни достаточного количества продовольствия и керосина. Пришлось зимовать в ледяной пещере на скудном топливном и продовольственном пайке.

Чтобы помочь зимовщикам, Вегенер решил в конце сентября в 50-градусный мороз сделать еще один рейс с западной станции на Айсмитте на собаках. В путь отправились четырнадцать человек: Вегенер, Лева и двенадцать гренландцев. Однако условия похода оказались настолько тяжелыми, что почти все гренландцы вернулись обратно. Путь продолжали

Вегенер, Лева и гренландец Расмус. Айсмитте они достигли 30 октября, но привезли с собой мало продовольствия. Его не хватило бы на пятерых зимовщиков. Поэтому на следующий день Вегенер решил вернуться на западную станцию налегке, в двух санях, и взял с собой лишь двадцатидвухлетнего гренландца Расмуса. Но на западную станцию они так и не пришли...

В апреле 1931 года, когда спали морозы, была снаряжена экспедиция для поиска пропавших. Почти в двухстах километрах от западной станции обнаружили воткнутые в снег лыжи

и между ними расщепленную лыжную палку. Глубоко в снегу было найдено тело Вегенера, зашитое в чехлы от спальных мешков. Он был тепло одет, глаза открыты, выражение лица спокойное... Очевидно, он умер в палатке от сердечной недостаточности и был похоронен Расмусом. Дневников Вегенера не нашли, возможно, Расмус взял их с собой. Обнаружили следы двух стоянок Расмуса, но тела его найти не удалось. Жизнь А. Вегенера оборвалась в расцвете творческой деятельности ученого.

## НОВЫЕ РЕЙСЫ «ГЛОМАРА ЧЕЛЛЕНДЖЕРА»

В 69-м рейсе (со 2 по 10 ноября 1979 года) научно-исследовательское судно «Гломар Челленджер» изучало взаимодействие придонных вод с ложем Тихого океана в районе подводного Коста-Риканского хребта. В работах принимали участие ученые из США, СССР, Великобритании, ФРГ, Франции и Японии. В различных точках между Панамским заливом и Галапагосскими островами были пробурены скважины глубиной до 1700 м. Скважины использовались не только для извлечения колонок грунта, в них опробовали новые приборы, фотографировали лавовые потоки и трещиноватость в стенках скважин, а с помощью оборудования, изготовленного в СССР, измеряли магнитное поле.

Возраст дна этой области океана не превышает 4—6 млн. лет. В одном из районов бурения, где дно необычно ровное, слой осадочных пород (главным образом, остатки ископаемых микроорганизмов) достигает 250 м. Слой этот нарушает циркуляцию воды в недрах, и прямо под осадочными породами ее температура около 65 °С. Другие, менее прикрытые осадками породы остывают быстрее. Измеренная в скважинах температура составляет всего 9 °С. Здесь в осадках встречается сероводород, который образуется в результате жизнедеятельности анаэробных бактерий.



С 11 ноября по 21 декабря 1979 года «Гломар Челленджер» совершал свой 70-й рейс. На борту судна работали специалисты из США, СССР, ФРГ, Великобритании, Франции, Туниса и Японии. На подводных Галапагосских холмах (восточная часть Тихого океана) экспедиция изучала гидротермальную активность океанического дна. Обнаруженные около восьми лет назад эти 25-метровые холмы состоят из рудоносных отложений, принесенных морской водой, которая проникла сюда сквозь разогретые породы дна. В трех районах было пройдено по несколько скважин, в которых измерялась температура. Выяснилось, что гидротермальные породы локализируются в районе самого холма. Составляющий холмы материал — это в основном окислы марганца и нонтронита (зеленая глина с большим содержанием железа). Окислы марганца в виде хрупкой коры или брекчий мощностью в несколько метров обычно располагаются вблизи поверхности холма. Ниже

слои зеленых глин чередуются с обычными глубоководными осадками, что указывает на перемежающийся характер гидротермальной активности.

Из пород земной коры, лежащих под холмами, удалось подыть относительно свежие, неизмененные образцы базальтов. Они отличаются высокой напряженностью магнитного поля (по-видимому, из-за большого содержания железа, иногда превышающего 10%). Температура как осадочных пород, так и пород земной коры оказалась низкой ( $\pm 20$  °С). Установлено, что вода, накапливающаяся в расщелинах вблизи холмов, медленно движется вверх. Максимальная скорость движения — десятки сантиметров в год — отмечается непосредственно под холмами. В нескольких километрах от холмов геотермальная активность относительно слаба и поток воды, поступающей сквозь поры, невелик.

В 70-м рейсе было повторно выполнено бурение в районе Коста-Риканского разлома земной коры (породы морского дна здесь имеют возраст около 6,2 млн. лет). Скважину удалось пройти на глубину 561 м. В верхней ее части температурный градиент оказался очень малым, но он резко возрос в породах основания на глубине 80—140 м. Объясняют это тем, что морская вода, двигающаяся вниз со скоростью нескольких метров в час, вступает в породы основания как раз на такой глубине.

«Deep Sea Drilling Project», 1979, 289, 292.

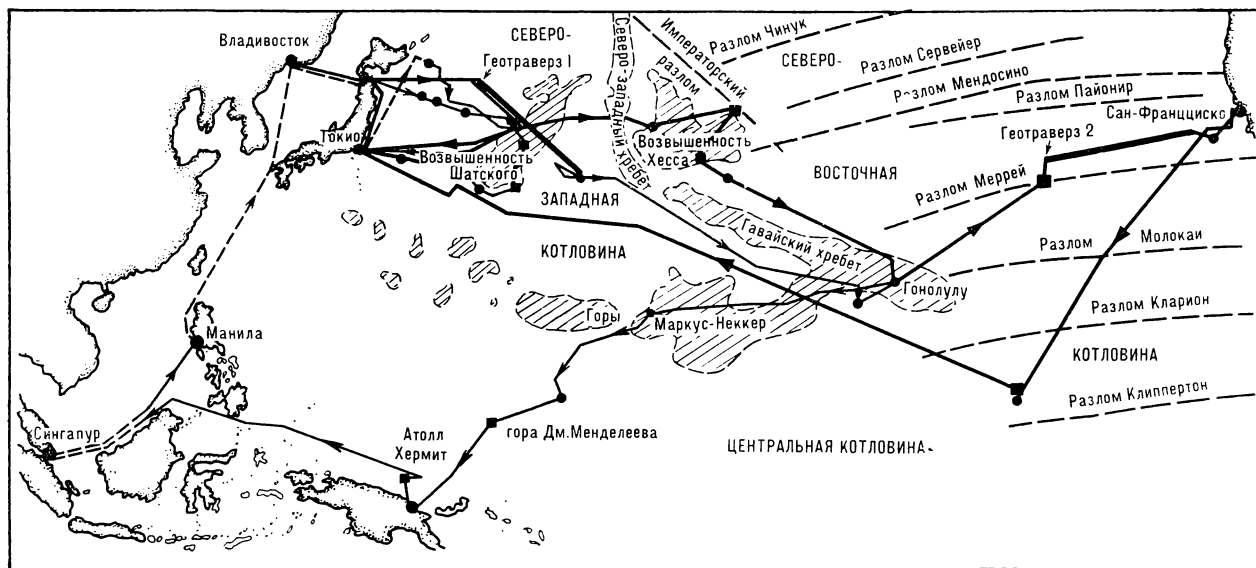


ЭКСПЕДИЦИИ



Доктор физико-математических наук  
Ю. П. НЕПРОЧНОВ

## Геолого-геофизические исследования в Тихом океане



### ЗАДАЧИ ЭКСПЕДИЦИИ И РАБОТЫ В ОКЕАНЕ

Тихий океан отличается от всех океанов нашей планеты не только своими огромными размерами, но и некоторыми особенностями геологического строения дна. Области активного расширения дна расположены в его юго-восточной части, а не в срединной, как в Атлантическом океане. В Тихом океане находятся самые протяженные и глубокие желоба, а в области «огненного кольца» сосредоточены современный вулканизм и землетрясения. Наименее изученным остается пока северо-западный район Тихого океана.

В 1978 и 1979 годах Институт океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР провел на севере Тихого океана две специализированные экспедиции (21-й и 23-й рейсы научно-иссле-

довательского судна «Дмитрий Менделеев»). Дважды в течение трех с половиной месяцев здесь выполнялись работы по проекту «Геодинамика северо-западной части Тихого океана». В задачи экспедиции входило также изучение литосферы и астеносферы Земли, комплексные исследования зон глубинных разломов, вулканических поднятий, возвышенностей и океанских котловин и детальные исследования в районе массового скопления железомарганцевых конкреций. В рейсах участвовали ученые научно-исследовательских ин-

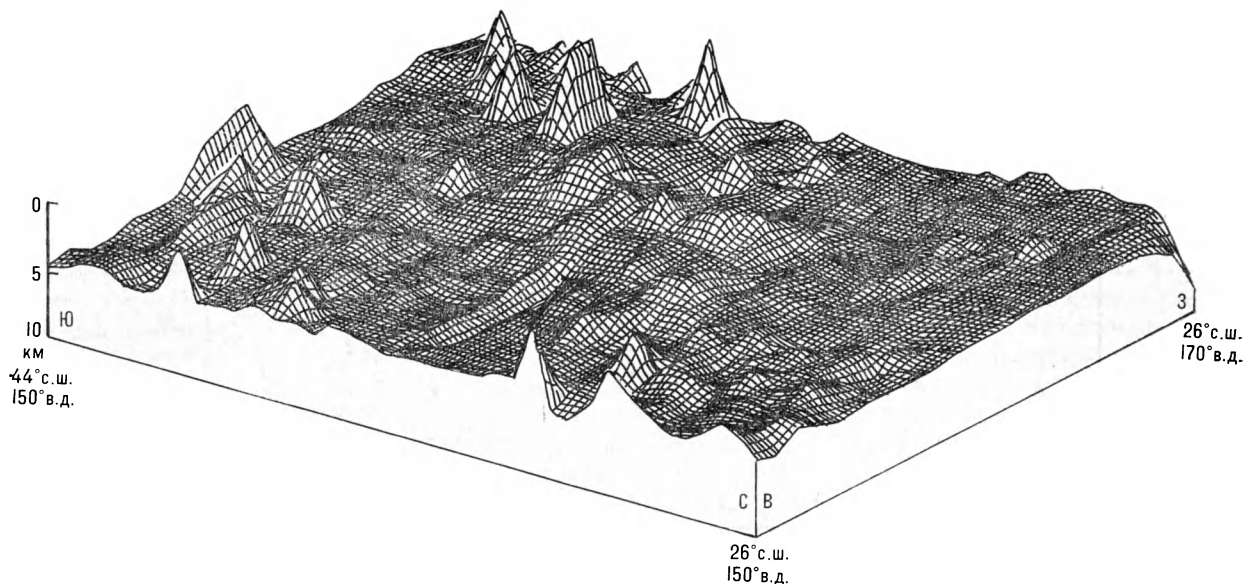
ститутов АН СССР, Сибирского отделения АН СССР, Дальневосточного научного центра АН СССР и других научных учреждений страны.

За два рейса судна были проведены детальные геолого-геофизические работы на десяти полигонах и двух геотраверзах, а на переходах выполнялись маршрутная геофизическая съемка (эхолотирование, сейсмопрофилирование, магнитометрические и гравиметрические исследования) и работы на отдельных станциях. В 21-м рейсе впервые в океанских условиях использовался подводный обитаемый аппарат «Пайсис».

### СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ КОТЛОВИНА

Особенно хорошо удалось изучить переходную зону от котловины к возвышенности Шатского. Переход оказался довольно резким — для этой

■ *Маршрут 21- и 23-го рейсов «Дмитрия Менделеева». Квадратами показаны полигоны, кружками — станции, где проводились наблюдения*



зоны характерна разломная тектоника. По данным двух рейсов и предшествующих экспедиций Института океанологии АН СССР теперь составлена детальная карта аномального магнитного поля зоны сочленения возвышенности и котловины в районе геотраверза. Этот тектонический «шов» маркируется в магнитном поле полосой очень интенсивных отрицательных аномалий. Палеомагнитный анализ аномалий показал, что исследованная часть океанской плиты образовалась вблизи экватора и затем сместилась в зону, где она располагается сейчас.

В 21-м рейсе «Дмитрия Менделеева» в Северо-Западной котловине был выполнен долговременный сейсмический эксперимент. Впервые в отечественной практике сетью донных сейсмографов регистрировали волны от более ста удаленных землетрясений (их эпицентры располагались, например, в Курило-Камчатской зоне, то есть на расстоянии 500—2000 км). Эксперимент был продолжен в 23-м рейсе, в котором магнитные записи донных сейсмографов обрабатывались на ЭВМ прямо на борту судна. По этим материалам составлено четкое представление о строении литосферы и астеносферы до глубины около 150 км.

## ПОДВОДНЫЕ ВОЗВЫШЕННОСТИ И ГОРЫ

**Возвышенность Шатского** — это крупное подводное поднятие, состоящее из трех массивов. Здесь было обнаружено несколько типов разломов. Одни окаймляют возвышенность и отделяют ее от прилегающих котловин, другие — поперечные — проходят с юго-запада на северо-восток и рассекают ее на отдельные массивы. Мощность осадков здесь иногда достигает километра. По всей вероятности, в этом районе сильно развиты процессы подводной эрозии, вследствие которых осадочная толща была размыта и в углублениях фундамента отложилось много осадков. К зонам разломов возвышенности Шатского, как показала геомагнитная съемка, приурочены магнитные аномалии (для некоторых зон характерен повышенный тепловой поток). По данным глубинного сейсмического зондирования земная кора под возвышенностью Шатского

■ *Объемное изображение возвышенности Шатского. Построено на ЭВМ в 23-м рейсе «Дмитрия Менделеева» участником экспедиции Е. А. Селиным по данным А. В. Живаго. Вид с северо-востока*

примерно вдвое толще, чем под прилегающей котловиной, где она составляет около 8 км.

В 21-м рейсе впервые подняты породы базальтового фундамента, которые в этом районе не удалось «достать» бурильной установкой «Гломара Челленджера». Обломки базальтовых пород подняты драгой из зоны разлома, окаймляющего с северо-запада центральный массив возвышенности. По петрографическому составу они идентичны базальтам океанического ложа. Этот факт, а также данные глубинного сейсмического зондирования о строении земной коры говорят о том, что возвышенность Шатского — тектоническое поднятие, зародившееся на океанической коре (ранее некоторые специалисты считали ее остатком континентальной структуры).

Драгирование коренных пород в 23-м рейсе выполнялось на крутом 900-метровом уступе дна в восточной части центрального массива. Уступ этот, по-видимому, связан с меридиональным разломом. С глубины около 4 км подняты крупные обломки базальтовых пород фундамента, по всей вероятности, образованных на суше или в мелководных условиях. Результаты драгировок и данные глубоководного бурения позволили геологам экспедиции заключить, что под-

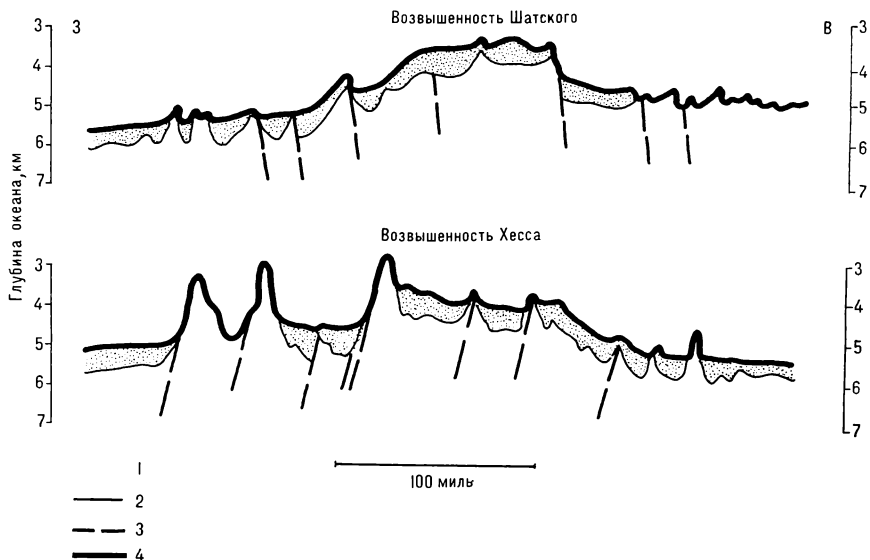
нятие Шатского существует уже с начала мелового времени (около 130 млн. лет). Сформировалось оно в условиях мелкого моря, а затем погрузилось в водную толщу на глубину 2—4 км.

**Возвышенность Хесса** в 23-м рейсе была пересечена широтным и меридиональным геофизическими профилями, на ее южной окраине проводились полигонные работы. По данным непрерывного и многоканального сейсмопрофилирования здесь впервые обнаружены участки с мощностью осадков более километра. Сама возвышенность — это асимметричное поднятие фундамента, разбитое разломами на серию блоков.

На юге возвышенности вдоль субширотного профиля было выполнено глубинное сейсмозондирование с применением донных сейсмографов. По предварительным данным, мощность земной коры на этом участке около 18 км. Очень интересными оказались результаты драгировок, проведенных на крутом уступе южного склона возвышенности, где удалось «проникнуть» в фундамент на глубину почти 2 км (заметим, что с «Гломара Челленджера» бурением здесь пройдено всего 60 м). В разрезе обнажается мощная серия шаровых и «подушечных» базальтовых лав субщелочного характера. Их высокая пористость говорит о том, что они изливались в условиях мелководья.

Несмотря на сходство в морфологии дна, рельефе фундамента, строении земной коры возвышенности Шатского и Хесса резко различаются типами базальтового магматизма. На возвышенности Шатского он толеитовый, типичный для океанического ложа, а на возвышенности Хесса — субщелочной, характерный для подводных вулканических хребтов. Предстоит еще тщательный комплексный анализ всех полученных материалов, прежде чем будет уточнена природа и геологическая история этих поднятий.

Маршрутные наблюдения на профилях, проходящих над **горами Маркус-Неккер**, дали много новых данных о геоморфологии и геофизических полях этого крупного подводного горного сооружения. Оказалось, что



почти половину его составляют плосковершинные горы — гайоты. Их максимальные высоты расположены на трех уровнях: 1000—1200, 1500—1700 и 3300—3700 м. Крутые склоны подводных вулканов и гайотов лишены осадочного покрова, а вершины гайотов покрыты 200—400-метровыми осадками («Земля и Вселенная», 1978, № 2, с. 40—45.— Ред.).

Над подводными горами зарегистрированы интенсивные магнитные аномалии разного знака. Смена полярности магнитных аномалий и различные высоты гайотов в пределах одной и той же горной цепи говорят о том, что процессы вулканизма и опускания дна (или повышения уровня океана) проходили здесь в несколько этапов. Большинство ученых считает, что плоские вершины гайотов сформировались под воздействием морских волн, когда «пики» этих вулканических сооружений доходили до поверхности океана. В последующие геологические этапы подводные горы опустились на большие глубины. Об этом свидетельствуют мелководные ракушечные известняки, которые в 21-м рейсе «Дмитрия

Менделеева» были подняты с гайота, вершина которого расположена на глубине 1300 м.

#### ГЛУБИННЫЕ РАЗЛОМЫ

В 23-м рейсе впервые были проведены детальные геолого-геофизические работы в зоне глубинных разломов северной части Тихого океана. Мало изученный ранее **Императорский разлом** имеет, как показали наблюдения, кулисообразное строение. Ущелье разлома на исследованном участке прорезает дно на глубину 7400 м, а амплитуда его (перепад глубин по склону) достигает 3500 м. Мощность осадков в ущелье изменчива, ее максимальное значение около 600 м. Строение блоков земной коры, прилегающих к ущелью, типичное для океанических котловин, а основное направление магнитных аномалий, как правило, совпадает с простиранием разлома. Правда, в центральной части полигона обнаружена субширотная аномалия, по-видимому, связанная с поперечным нарушением.

Драгировки склонов разлома дали материал для построения геологического разреза земной коры в интервале глубин 4750—7200 м. В верхней и средней частях разреза преобладают базальтовые лавы и другие породы, близкие по характеру к типичным океаническим базальтам. В нижней части разреза развиты бо-

*Разрезы по субширотным профилям через возвышенность Шатского и возвышенность Хесса по данным непрерывного сейсмического профилирования. Условные обозначения: 1 — осадочная толща, 2 — поверхность дна, 3 — разломы, 4 — фундамент*

лее глубинные породы (долериты и габброиды). Сопоставление с результатами глубинного сейсмозондирования показало, что в зоне Императорского разлома вскрыты породы второго и третьего слоев земной коры. Таким образом, разлом может быть весьма перспективным для детального изучения глубинного строения и состава типичной океанической коры.

Удалось подробно исследовать один из участков **разлома Меррей**. Максимальная глубина разломного ущелья на изученном отрезке 6484 м (прежняя отметка 6255 м), а мощность осадков в его осевой части достигает 100—150 м. В зоне разлома выявлены интенсивные магнитные аномалии. Наиболее крупная положительная аномалия с амплитудой более 700 гамм приурочена к верхней части его южного крутого склона. Драгой здесь впервые были подняты породы глубинных слоев коры.

В 23-м рейсе «Дмитрия Менделеева» получены новые данные о тектонике и геомагнитном поле зон **разломов Меррей, Молокаи и Кларион**. Анализ рельефа дна и фундамента показывает, что эти разломы асимметричного строения. Их приподнятые борты имеют крутые склоны и состоят из крупных блоков, разделенных уступами. Противоположные пологие склоны ущелий разломов более раздробленны, но амплитуды вертикальных смещений здесь сравнительно невелики.

#### СЕВЕРО-ВОСТОЧНАЯ КОТЛОВИНА

Детальные геоморфологические, геофизические и геологические работы были проведены здесь в 23-м рейсе «Дмитрия Менделеева». На дне этой котловины, представляющей собой полого-волнистую равнину с невысокими холмами, распространены железомарганцевые конкреции («Земля и Вселенная», 1974, № 1, с. 26—32.—Ред.). Изучение придонного слоя осадков с помощью трубок и дночерпателей показало, что для верхней «пачки» осадков возраст примерно 0,7 млн. лет характерны резкие колебания и крайне низкие скорости накопления (от 0,015 до 0,9 мм за 100 лет). Даже на неболь-

шой площади полигона (12×12 миль<sup>2</sup>) глубоководные осадки и конкреции, а также продуктивность и морфология железомарганцевых конкреций претерпевают значительную изменчивость. Максимальные концентрации и продуктивности конкреций приурочены к поверхности холмов. Полученные на полигоне материалы дадут возможность выяснить, как зависит продуктивность и качество руд от особенностей рельефа дна и процессов осадкообразования, а это в свою очередь откроет перспективы для разработки геологических основ поиска и оценки месторождений океанических конкреционных руд.

#### ПОДВОДНАЯ ГОРА ДМИТРИЯ МЕНДЕЛЕЕВА И АТОЛЛ ХЕРМИТ

В 21-м рейсе судна стандартными геолого-геофизическими методами и с подводного обитаемого аппарата «Пайсис» удалось детально обследовать эти структуры. Согласно построенному геологическому разрезу **горы Дмитрия Менделеева**, расположенной в Каролинской котловине, в основании ее залегают щелочные оливиновые базальты островного океанического типа. Средняя часть горы (2000—600 м) сложена рифогенными и детритовыми известняками (сцементированные обломки кораллов и ракушек), образовавшимися в мелководных условиях. Непосредственные наблюдения с «Пайсиса» показали, что на ее склоне есть крутые уступы и другие морфологические элементы типа «погруженного берега». Данные «Пайсиса», а также драгировок и подводного фотографирования предоставили геоморфологические и геологические доказательства того, что в прошлом гора Дмитрия Менделеева возвышалась над поверхностью океана, а после погружения, вероятно, подверглась тектоническим нарушениям.

С внешнего склона **атолла Хермит** (Новогвинейское море) «Пайсис» принес уникальные геоморфологические, геологические и биологические данные. Например, удалось выявить границу между коралловой известняковой надстройкой мощностью около



600 м и базальтовым основанием атолла. В верхней части склона обнаружены три уступа, указывающие, по-видимому, на колебания уровня океана, связанные с ледниковыми эпохами. Работы «Пайсиса» были дополнены геоморфологическими наблюдениями на островах внутри лагуны, а также эхолотированием, подводным фотографированием и геофизическими работами на склоне и в котловине к югу и юго-западу от атолла. Схематический разрез атолла Хермит, построенный на основании комплекса геоморфологических и геологических материалов, позволил геологам и геоморфологам экспедиции «расшифровать» основные этапы формирования атолла. Они включали подъем и создание основного массива вулкана, затем образование главной и малой кальдер (две фазы магматизма), развитие биогенной морфоскульптуры и, наконец, погружение всего сооружения и рост барьерного рифа. По данным береговых наблюдений, погружение атолла продолжается и в настоящее время.

Геофизические и геологические материалы двух экспедиций на «Дмитрии Менделееве» сейчас анализируются совместными усилиями организаций — участниц работ. Они послужат хорошей основой для уточнения тектоники и геологической истории северной части Тихого океана.

## Отрог Палласова Железа

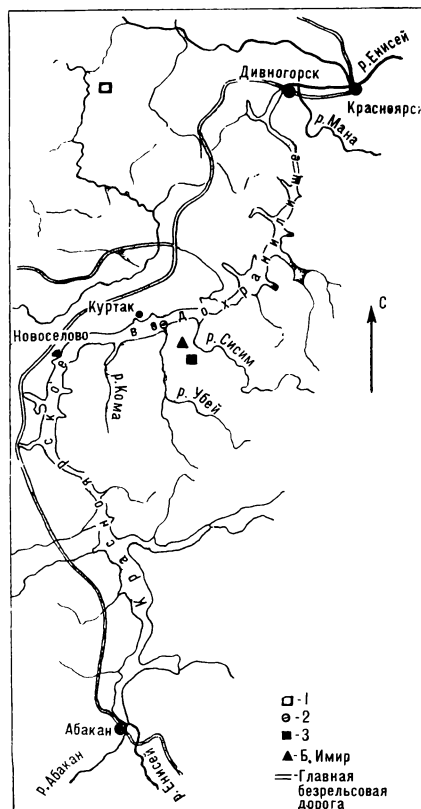


ЭКСПЕДИЦИИ

На месте находки Палласова Железа — первого метеорита, обнаруженного на территории нашей страны, решено установить памятный знак («Земля и Вселенная», 1977, № 3, с. 81—86). Эту загадочную 700-килограммовую железокремнистую глыбу случайно нашли в 1749 году в глухой тайге на водораздельном хребте между реками Убей и Сисим, правыми притоками Енисея. Впоследствии точное место находки было забыто, и сведения о нем в современных метеоритных каталогах оказались противоречивыми. Заново место находки Палласова Железа было установлено в 1976—1978 годах автором статьи вместе с членами Красноярского и Московского отделений Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО).

В первых печатных сообщениях о Палласовом Железе (1776 г.) географическое описание места его находки было неполным. Наиболее четким ориентиром служило указание, что таинственную глыбу обнаружили недалеко от выхода жилы железной руды и что последняя находилась на вершине небольшого утеса, обрывающегося к северу. Напротив утеса возвышалась гора Большой Имир (прежнее название — Немир).

Заявку на это месторождение сделал в 1749 году местный крестьянин Я. Медведев. Во время обследования выхода руды горный мастер И. Меттих и заметил глыбу из чистого звонкого белого железа, в которой, как много позднее рассказал он академику П. С. Палласу, прочно сидело множество прозрачных, желтых и очень твердых «камешков». Глыба



лежала открыто, на самом гребне горы, в 150 лахтерах (горная сажень, равная примерно 2,1 м) от месторождения руды к юго-западу, в сторону Убея. Известно было также, что в 1873 году это место вновь нашел и обследовал красноярский геолог

■  
*Схема района находки Палласова Железа: 1 — место находки, указанное в метеоритном каталоге Хейя (1966 г.); 2 — расположение бывшей деревни Медведевой; 3 — действительное место находки метеорита Палласова Железо*

И. А. Лопатин. В сохранившемся его письме уточнялось, что оно находится в истоках реки «Иджат», притока Убея. Но таких притоков оказалось два — Большой и Малый Ижат. И в верховьях каждого из них грозды высокие сопки с крутыми склонами, заросшие тайгой...

Исследования архивных геологических материалов показали, что искомое старинное месторождение железной руды известно как «Эмирское рудопоявление». Оно было открыто в XVIII веке первым в обширном Тубино-Сисимском районе, в отрогах Восточного Саяна, и в старой геологической литературе иногда связывалось с именем академика П. С. Палласа и... находкой возле этого месторождения знаменитого Палласова метеорита, или, как писали в XIX веке, «метеорического железа». Месторождение пытались разрабатывать в XIX и в начале XX века, но безуспешно. Как неперспективное, оно было заброшено, и в наше время даже геологи не смогли достаточно точно указать его местоположение. К счастью, среди старых архивных материалов случайно удалось обнаружить набросанный от руки план раскопок старинных шурфов, проводившихся на месторождении в 1930 году. Он-то и помог нам в дальнейших поисках.

В июле 1978 года Комитет по метеоритам АН СССР и ВАГО отправили экспедицию в район находки метеорита. Путь туда довольно сложен: от Красноярска около 200 км по Красноярскому морю, затем 15 км по Убейскому заливу, потом по берегам реки Убей и, наконец, по долине таежного ключа Малый Ижат, сплошь

заросшей густой травой и кустарником. Последние 20 км пути доступны лишь пешеходу и вьючным лошадям. Именно так добиралась к месту работы наша небольшая, из семи человек, экспедиция.

Развороченные большие муравейники, протоптанные в высокой траве коридоры (на что обратили наше внимание местные проводники), а порой и явные отпечатки широких лап с длинными когтями говорили о соседстве хозяина тайги... Зачастую по крутым склонам сопки идти было легче, чем продираться сквозь траву и кустарник. Но встречавшиеся живописные скалы из розоватого гранита, заросли смородины, малины, черемухи, море ярких цветов, синий купол неба и чистый воздух горной тайги — все это скрашивало путь в 30-градусную жару с тяжелыми рюкзаками (а при возвращении они были почти «не в подъем», так как у нас уже не было лошадей — шла горячая пора сенокоса).

Во время полевых работ Эмирское рудопроявление было отождествлено по старым разведочным шурфам. Рядом оказалась и старинная жила, открытая некогда Я. Медведевым: на небольшом обрывающемся к северу утесе по соседству с шурфами удалось обнаружить под слоем почвы полуразрушенную жилу магнетита. Она выходила на поверхность близ вершины самой высокой сопки водораздела, имеющей «в сторону Убея» не один, а два отрога — длинный западный и короткий юго-юго-западный. Когда попытались определить место лишь по одной примете — в 150 лахтерах к юго-западу от выхода жилы, оно оказалось в глубокой ложбине (!) между отрогами этой сопки, что противоречило всем другим приметам. Пришлось провести дополнительное обследование обоих отрогов, принимая во внимание, в первую очередь, расстояние находки от рудного утеса и расположение глыбы железа на самом гребне горы, напротив Большого Имира. В результате был сделан обоснованный вывод, что метеорит Палласово Железо впервые был найден именно на западном отроге сопки, хотя это и противоречило упомянутому письму



И. А. Лопатина. Он писал, что ископый отрог имеет юго-западное направление и обрывается к верховьям реки «Иджат». И отрог с обрывом (осыпью гранита) действительно был еще в 1977 году обнаружен нами во время поисков «медведевской» руд-

ной жилы. Он оказался в 2 км севернее действительной рудной сопки. В 1978 году на гребне западного отрога этой сопки (у местных жителей она известна как Поперечная) в 315 м (150 лахтеров!) от утеса с рудой нами был установлен временный памятный знак. Позднее здесь будет сооружен памятник уникальному метеориту.

Выводы экспедиции неожиданно получили дополнительное подтверждение. В начале 1979 года автору удалось отыскать считавшийся утерянным из Архива АН СССР подроб-

■ *Участники экспедиции 1978 года возле временного памятного знака, которым отмечено место находки Палласова Железа*

ный отчет красноярского геолога: «Поездка к месту обретения Палласова Железа, совершенная летом 1873 года горным инженером Инокентием Лопатиным по поручению Императорской академии наук» (126 страниц!). Из него стало ясно, что И. А. Лопатин, помещая место находки метеорита «в вершинах реки Иджата», имел в виду Малый Ижат и именно западно-северо-западный отрог сопки, расположенный между верхней частью основного русла этого ключа и его большим левым (раздвоенным) притоком. Этот приметный длинный и узкий отрог, из-за которого местное население именует всю сопку Поперечной, назван И. А. Лопатиным «Отрог Палласова Железа».

Совпали и другие приметы, описанные в отчете И. А. Лопатина и независимо обнаруженные экспедицией 1978 года. Это — три «пустых» (без рудных жил) утеса в нескольких десятках метров к северо-востоку от «Утеса Медведева» (или «Утеса железной руды», как называет его И. А. Лопатин), а также две сопки к северу от того отрога, на котором был найден метеорит.

Между прочим, до последнего времени у красноярских краеведов существовало мнение, что Палласово Железо обнаружили всего в 5 км от деревни Медведевой, в верховьях речки Сухушка (об этом, якобы, свидетельствовали... данные И. А. Лопатина, отметившего именно здесь месторождение руды). Но, как следовало из отчета, И. А. Лопатин описывал в этом случае другое, медное месторождение.

Таким образом, до недавнего времени было лишь известно, что метеорит Палласово Железо нашли на водоразделе рек Убей и Сисим. Теперь мы знаем, что он был впервые обнаружен в 4,5 км к юго-юго-востоку от горы Большой Имир, в верховьях ключа Малый Ижат, на западном отроге сопки Поперечной. Эту сопку мы в 1978 году назвали Метеоритной. Ее западный отрог отныне следует называть, как предложил И. А. Лопатин, Отрогом Палласова Железа. Этот район в будущем предполагается объявить памятником природы.

**А. Ф. ПЛАХОТНИК**

## **Научный подвиг Магеллана**

**(к 500-летию со дня рождения)**

В последние десятилетия XV века произошло несколько событий, полностью изменивших географию известного тогда мира. В 1487 году португальский мореплаватель Бартоломеу Диаш, обогнув с запада Африканский континент, указал путь в Индийский океан. В 1492 году Христофор Колумб пересек Атлантику и открыл Кубу и Гаити. Несколько лет спустя Васко да Гама через южную оконечность Африки, мыс Доброй Надежды, привел португальские корабли в Индию, а в 1513 году испанец Васко Нуньес де Бальбоа увидел Южное море (так была названа часть Тихого океана, омывающая с запада Панамский перешеек).

В эти годы Португалия и Испания были величайшими морскими державами. Им первым в Европе суждено было открывать и завоевывать новые земли в Африке, Индии, Юго-Восточной Азии. Этого требовала эпоха первоначального капиталистического накопления, а способствовала тому масса живших в Испании и Португалии мелких феодалов. Толпы не находивших применения своим силам обнищавших рыцарей в поисках богатств готовы были на любые рискованные предприятия.

В соперничестве между двумя пиренейскими странами на поприще завоевания новых земель в конце XV — начале XVI века впереди шла Португалия. Ее захватнические экспедиции, двигаясь южным путем, покорили Индию и дошли до сказочно богатых Молуккских островов. Рекой потекли в Португалию пряности, слоновая кость — ходкие товары, на вес золота продававшиеся на европейских рынках. Испанцы, с завистью взирав-

шие на обогащение своих соседей, вынуждены были искать иные пути и колонии.

До открытия Нового Света господствовало представление, что между Пиренейским полуостровом и страной Востока простирается лишь безграничный океан. Но после путешествия Колумба ситуация кардинально изменилась. «Большую сушу», оказавшуюся на вполне преодолимом расстоянии, сперва приняли за восточные берега Азии, а потом, когда эта иллюзия рухнула, стали считать, что в Новом Свете существует пролив, соединяющий Атлантику с Южным морем. Через него и предполагали кратчайшим путем пройти к Молуккским островам. Главному штурману испанского флота Хуану де Солису в 1515—1516 годах эта попытка не удалась. Двигаясь вдоль бразильского берега, он открыл лишь устья двух больших рек — Параны и Уругвая. Солис был убит в стычке с индейцами, а его флотилия ни с чем вернулась в Испанию. Но поиски пролива продолжались...

В 1517 году в Испанию эмигрировал капитан португальского флота Фернандо Магеллан. К тому времени он уже принял участие в нескольких экспедициях, утверждавших португальское господство в Индии, но вернувшись на родину, не получил от своего государя ожидаемого вознаграждения за длительную службу. Его проект плавания юго-западным путем (через Новый Свет) к Островам Пряностей также был отклонен. Зато этот проект был принят Карлом V — могущественным испанским монархом. Король, выделив Магеллану пять кораблей, назначил его адмиралом



ИЗ ИСТОРИИ  
НАУКИ





флотилии. «Сан-Антонио», «Тринидад», «Консепсьон», «Виктория» и «Сантьяго» были не крупнее нынешних мелких судов, которые в наши дни плавают лишь вблизи берегов.

Подготовка к экспедиции заняла больше года, и, наконец, 20 сентября 1519 года флотилия покинула берега Испании. Путешественникам предстояло проникнуть далеко на запад и на юг, туда, где до них не бывал еще никто. Магеллан к тому времени был уже опытным мореплавателем, а как начальник этой новой многонациональной экспедиции, в состав которой входило 265 человек,

был крут, умел подавлять любое сопротивление своим замыслам и восстанавливать дисциплину. Разногласия между адмиралом и подчиненными ему командирами-испанцами возникали часто и по разным поводам. Не обошлось и без открытого мятежа, вспыхнувшего в апреле 1520 года в бухте Сан-Хулиан у восточного побережья Южной Америки. Мятеж был жестоко подавлен Магелланом.

Вскоре разбился о скалы и затонул «Сантьяго», а его экипажу с трудом удалось спастись. Оставшиеся корабли, продолжая свой путь вдоль побережья, 1 ноября обнаружили, наконец, длинный скалистый проход. Здесь экспедиция потеряла еще один корабль: кормчий Иштебан Гомиш захватил «Сан-Антонио» и увел его обратно в Испанию. Четыре недели

шли «Тринидад», «Консепсьон» и «Виктория» на запад водами этого пролива, впоследствии названного Магеллановым, и 28 ноября 1520 года корабли вышли в Тихий океан.

Вот что пишет о невероятно трудном плавании по Тихому океану Антонио Пигафетта — участник и историк похода Магеллана: «В продолжении трех месяцев и двадцати дней мы были совершенно лишены свежей пищи. Мы питались сухарями, но то уже не были сухари, а сухарная пыль, смешанная с червями... Мы пили желтую воду, которая гнила уже много дней. Мы ели также воловью кожу, покрывающую грот-грей... Мы часто питались древесными опилками. Крысы продавались по полдуката за штуку, но и за такую цену их невозможно было достать...».

Только 6 марта 1521 года, пройдя по крайней мере 17 тыс. км, корабли Магеллана подошли к цветущим и густонаселенным островам, названным позднее Марианскими. Жители островов оказались людьми очень не посредственными. Они запросто делились с пришельцами всем, что у них было, но зато столь же запросто брали на кораблях диковинные для них вещи. Когда они присвоили шлюпку — вещь, в морском походе крайне необходимую, Магеллан сошел на берег с отрядом вооруженных матросов, сжег несколько хижин, убил около десятка туземцев, но шлюпку вернул. Двигаясь дальше на юг к Молуккским островам, он высадился на Филиппинах и там 27 апреля 1521 года погиб в очередной схватке с туземцами.

Магеллану не довелось самому осуществить свой замысел — достичь западным путем Островов Пряностей. Но завершить начатое им было теперь, как казалось, не столь уж трудно: за Филиппинами начинались воды и острова, уже знакомые испанцам и португальцам. Неизвестно было в то время, что дело примет в конечном счете совсем иной оборот, что «кратчайший» путь из Испании к Молуккам окажется не только весьма долгим, но что в поисках этого пути будет совершен научный подвиг всемирно-исторического значения.

Оставшиеся в живых решили про-

■ *Фернандо Магеллан (1480—1521)*



должать путь только на двух кораблях — «Тринидаде» и «Виктории» («Консепсьон» пришлось оставить, поскольку он был признан негодным для дальнейшего плавания). Лишенные единого руководства, оба корабля блуждали среди островов Малайского архипелага, затратив на это в 3 раза больше времени, чем на переход через Тихий океан. Корабли предстояло провести до Испании длинным путем, на котором кроме штормов и голода приходилось опасаться встречи с конкурентами-португальцами. Такая встреча кончилась бы для испанцев тюремным заключением, а возможно, и смертной казнью. Второй корабль — «Тринидад» — уберечь от этого не удалось.

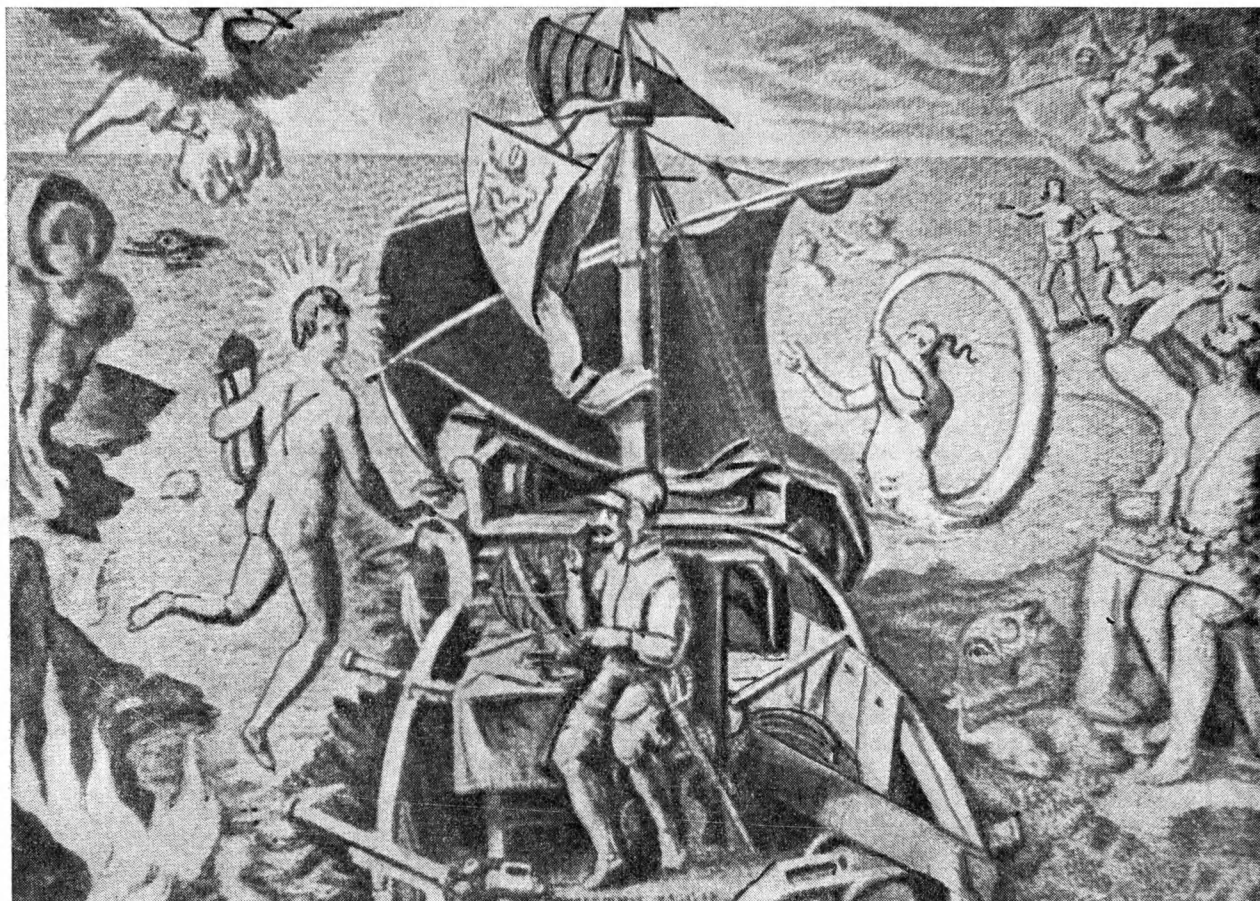
■ *Маршрут экспедиции Магеллана на старинной карте*

Его взяли в плен португальцы недалеко от Молуккских островов. Тимор был последним островом, который в январе 1522 года посетила «Виктория», прежде чем покинуть похожий на лабиринт архипелаг и отправиться на родину. Капитаном последнего корабля экспедиции стал Хуан-Себастьян Эль-Кано — бывший штурман «Консепсьона». Как и многие баски, Эль-Кано был прирожденным мореходом, к тому же, подобно Магеллану, обладал недюжинным умом и несокрушимой волей. Он направил свою одинокую каравеллу по огромной дуге, захватывающей далекий юг Индийского океана. Навигационные инструменты, применявшиеся в экспедиции Магеллана, включали двадцать один деревянный квадрант, семь астролябий и шесть пар компасов, но неизвестно, сколько их сохранилось к тому времени. Так что капитану

«Виктории» в этом районе нужно было полагаться, скорее, на собственный опыт, чем на карты или приборы.

Выдержав жесточайший шторм у мыса Доброй Надежды, корабль, наконец, вышел в Атлантику и в июле подошел к архипелагу Зеленого Мыса. Ценой еще 12 человек, оставленных в плену у португальцев, «Виктории» удалось пополнить запасы продовольствия и продолжить плавание. И 6 сентября 1522 года оставшиеся в живых 18 участников экспедиции Магеллана подошли к испанским берегам. Истощенные голодом и болезнями, опаленные тропическим солнцем, овеянные ветрами трех океанов, в ветхой изодранной одежде они вступили на родную землю, завершив первое в истории человечества кругосветное плавание...

Как же оценили современники экспедицию Магеллана? То, что мы те-



перь считаем главным — ее выдающиеся географические открытия, тогда фактически не было оценено. Географии как науки еще не существовало. Первые научные соображения о земном шаре в целом были высказаны уже после путешествия Магеллана и других кругосветных плаваний. Они появились в «Географии» Б. Варениуса, вышедшей в Амстердаме примерно полтора года спустя.

■  
*Аллегорическое изображение плавания Магеллана по Магелланову проливу. В центре изображен Магеллан на своем корабле. Слева — Огненная Земля, справа — пацагонец, засовывающий в горло стрелу (в соответствии с рассказом Пизафетты). В левом верхнем углу — сказочная птица Рух, которая, по словам Марка Поло, могла унести в когтях слона*

Может быть, современники Магеллана извлекли какую-нибудь практическую пользу из его экспедиции? Увы, и этого утверждать нельзя! Но ведь одна «Виктория» привезла столько пряностей, что продажа их с лихвой окупала затраты на всю экспедицию. Кроме того, Испания получила «право первого открытия» на Марианские и Филиппинские острова, расположенные не так далеко от берегов Азии. Однако все это мало интересовало правителей Испании. Пока проходила экспедиция, испанцы покорили Мексику и новые источники наживы оказались гораздо ближе. К тому же эти территории были удалены от мест непосредственного контакта с португальцами. Словом, испанцы теперь уже не видели смысла в плавании через Тихий океан далеким круглым путем. Они предпочитали поддерживать связь со свои-

ми колониями на западном побережье Южной Америки через гавани на Панамском перешейке, куда гужевым способом перебрасывали грузы. Хотя и хлопотливо, но зато намного дешевле и быстрее, чем в обход Южной Америки!

Правда, и тогда находились люди, которые по достоинству оценили преимущества открытого Магелланом пути в Тихий океан. А позднее английские и голландские пираты, используя Магелланов пролив, зачастую проникали из Атлантики в Тихий океан и грабили владения испанцев на побережье Чили, Перу и Центральной Америки. Незавидная доля выпала в то время величайшему открытию: настоящего научного признания оно не получило, а практически использовали его преимущественно грабители.

Оглядываясь сквозь призму полу-



тысячелетия на экспедицию Магеллана, мы можем уверенно сказать: случаен тот факт, что путешествие закончилось на судне «Виктория». Правда, факт этот оказался глубоко знаменательным, ведь «Виктория» — значит «Победа». И действительно, экспедиция завершилась научной победой. В чем же она заключается?

Теперь мы говорим о единстве процессов и явлений во всем Мировом океане, стремимся как можно глубже понять это единство. А когда началось изучение Мирового океана и когда зародилось представление о нем как о едином целом? Именно экспедиция Магеллана, а позднее и другие кругосветные путешествия позволили создать основные представления о нашей планете, без которых немислима современная география.

Первое кругосветное плавание Магеллана совершило революцию в географии, доказав, что океаны и моря занимают большую часть поверхности земного шара. Сейчас — это азбучная истина, но ведь было время, когда думали иначе. Даже такой передовой для своего времени человек, как Колумб, всего за 20 лет до экспедиции Магеллана утверждал, что  $\frac{6}{7}$  земного шара составляет суша.

Прямо или косвенно, в большей или меньшей степени, но идущее от открытия Магеллана представление о единстве океанов и морей лежит в основе всех без исключения «крупномасштабных» идей современной океанологии. Перечислить их невозможно. Лучше задать вопрос: какая

из глобальных идей современных знаний о природе океанов и морей может обойтись без представлений о Мировом океане как едином целом? Ответ может быть только один — никакая.

В ходе первого кругосветного плавания была установлена точная граница восточного побережья Южной Америки и нанесены на карты его очертания. Пройдя через Тихий океан, европейцы воочию убедились, какое громадное водное пространство разделяет Америку и Азию. После путешествия Магеллана появилась возможность судить о действительных размерах Азиатского материка. На прежних картах Азия простиралась гораздо дальше на восток, вплоть до района, где расположены Гавайские острова.

Прочно вошли в науку и многие другие открытия Магеллана и его спутников, в частности астрономические. От внимания этих любознательных людей не ускользнули, например, две звездные системы, которые позднее получили название Большое и Малое Магеллановы Облака. «Южный полюс не такой звездный, как Северный», — писал Пигафетта, — здесь мы видим скопления большого числа небольших звезд, напоминающих тучи пыли. Между ними расстояние небольшое, и они несколько тусклые. Среди них находятся две крупные, но не очень яркие звезды, движущиеся очень медленно».

И когда мы читаем упование Пигафетты на то, что слава Магеллана «переживет его смерть и не изгладится из памяти», мы согласны с ним вполне. Эта слава не только не изгладилась, но, наоборот, упрочилась за истекшие полтысячелетия. Она не изгладится и впредь, пока существует человеческое знание.

Прав знаменитый писатель Стефан Цвейг, писавший в конце своей повести «Магеллан»: «...в истории духовное значение подвига никогда не определяется его практической полезностью. Лишь тот обогащает человечество, кто помогает ему познать себя, кто углубляет его творческое самосознание. И в этом смысле подвиг, совершенный Магелланом, превосходит все подвиги его времени».

## НОВЫЕ КНИГИ

### ШКОЛЬНИКАМ ОБ АСТРОНОМИИ

В 1980 году издательство «Просвещение» выпустило книгу М. М. Дагаева «Книга для чтения по астрономии», существенно дополняющую школьный учебник.

В книге шесть глав.

Первая глава «Звездное небо и два основных движения Земли» содержит основные понятия сферической астрономии, а также знакомит учащихся с методами определения склонения светил и географической широты места наблюдения.

Вторая глава «Система счета времени» помогает учащимся разобраться в различных системах счета времени, знакомит с методами определения прямого восхождения светил и географической долготы места наблюдения, а также с историей календаря и проектами его реформы.

Третья глава «Планетная система» дополняет учебник вопросом влияния эксцентриситетов орбит на геоцентрические расстояния планет.

Четвертая глава «Закон всемирного тяготения и его следствия» посвящена основам небесной механики и астродинамики.

Пятая глава «Луна и ее воздействие на Землю» углубляет знания учащихся о движении Луны, затмениях, приливах и отливах.

В заключительной главе «Физическая природа планет» сообщаются основные сведения о планетах Солнечной системы.

На ряде примеров автор показывает, как, пользуясь содержащимися в книге формулами и справочными данными из «Школьного астрономического календаря», учащиеся сумеют выполнить несложные астрономические вычисления.

Корабль «Виктория» (гравюра XVI века)



Кандидат технических наук  
М. Д. НУСИНОВ

## Загадки марсианского грунта и происхождение жизни на Земле

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МАРСИАНСКОГО ГРУНТА

Данные биологических и химических исследований марсианского грунта посадочными отсеками космических аппаратов «Викинг-1 и -2» оказались весьма неожиданными и интригующими («Земля и Вселенная», 1977, № 3, с. 22—25.—Ред.). Эксперимент газохроматограф — масс-спектрометр (GCMS) не обнаружил в марсианском грунте органических молекул (верхний предел чувствительности прибора  $\sim 10^{-10}$  г в одном грамме грунта), а зафиксировал лишь небольшое количество (0,1%—1%)  $H_2O$  и качественно  $CO_2$ . Это непонятно, ведь даже в лунном веществе обнаружено  $\sim 10^{-6}$ — $10^{-8}$  г в одном грамме органического вещества (аминокислот и пр.), привнесенного, как полагают, метеоритами (углистыми хондритами).

Если все же предположить наличие микроорганизмов в марсианском грунте в количестве, меньшем предела чувствительности прибора, то это составило бы максимум  $10^2$  микроорганизмов в грамме грунта. Для сравнения укажем, что некоторые «стерильные» земные антарктические грунты содержат  $\sim 10^4$  микроорганизмов в грамме грунта, однако прибор уверенно детектировал в них органическое вещество.

Для обнаружения в марсианском грунте столь малого количества простых микроорганизмов необходимо было усилить их активность добавлением водного питательного раствора органических веществ, обычно используемого для подкормки земных микроорганизмов. Это и дела-

лось в биологических экспериментах газового обмена (GEX) и радиоактивного выделения (LR). В эксперименте LR этот раствор был мечен радиоактивным  $^{14}C$ .

В ходе этих экспериментов наблюдали за газами, выделившимися в испытательной камере над образцом грунта. Наличие газов могло бы свидетельствовать об обмене веществ гипотетических марсианских микроорганизмов с окружающей средой.

Третий биологический эксперимент — пиролитическое выделение (PR) — был предназначен для выяснения фотосинтетической активности гипотетических марсианских микроорганизмов. Он осуществлялся контактом газов  $^{14}CO_2$  и  $^{14}CO$  с образцами грунта при одновременном воздействии света, моделировавшего излучение Солнца (с длиной волны больше 320 нм), доходящего до поверхности Марса.

Все названные эксперименты включали и контрольные опыты с нагреванием образцов (вплоть до  $175^\circ C$ ), длительное (до 143 суток) хранение образцов в испытательных камерах и проведение опытов на свету и в темноте.

Некоторые результаты оказались загадочными: это — выделение кислорода в эксперименте GEX, чего при испытаниях с образцами земных грунтов никогда не наблюдалось; необычная (для земных образцов) временная зависимость (кинетика) выделения газа в эксперименте LR, сходная с кинетикой в эксперименте GEX. Непонятна потеря грунтом реакционной способности в эксперименте LR после его длительного (2-х и 3-х месячного) хранения

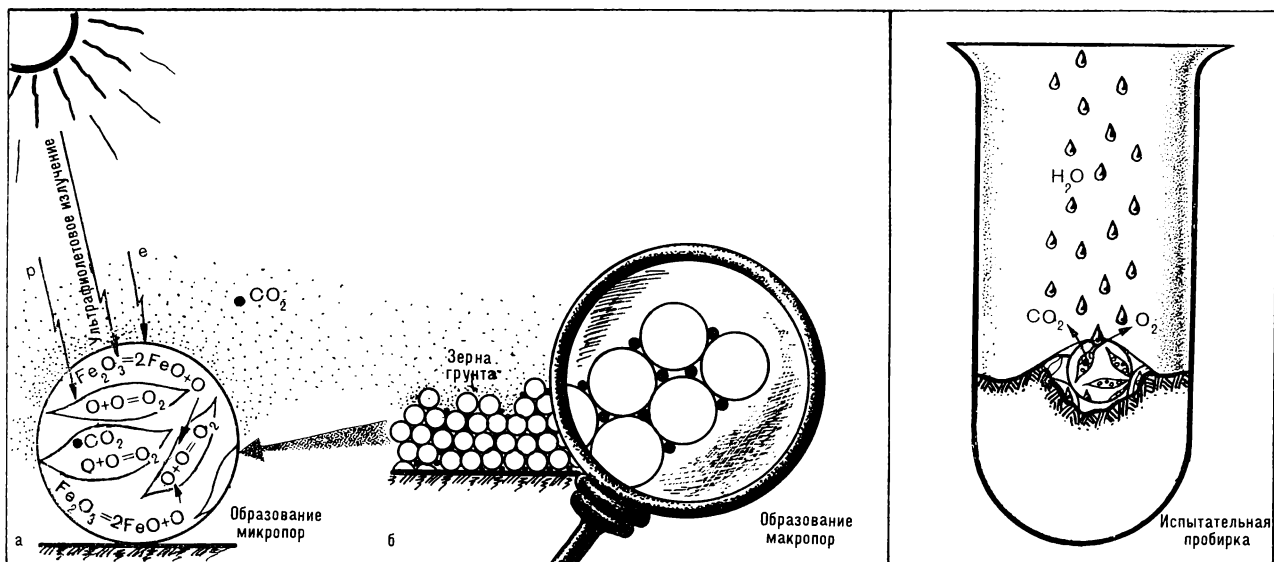
в испытательной камере. Неожиданным было также фиксирование радиоактивных газов не только на свету в эксперименте PR, но и в темноте — результат, свидетельствующий против фотосинтеза.

Биологическую природу процессов опровергает сохранившаяся активность грунта в эксперименте PR после нагревания образцов до  $175^\circ C$ . По земным представлениям, такая температура должна убить любые микроорганизмы. Выделение кислорода в эксперименте GEX было тем меньшим, чем более влажным был грунт и чем сильнее он был облучен ультрафиолетовыми лучами. Однако результаты экспериментов LR не зависели от этих параметров, что также не очень понятно.

Данные, полученные в биологических экспериментах, оказались весьма противоречивыми. Кроме того, они не дают определенных доказательств наличия «микробной жизни», а говорят скорее о необычных (по земным представлениям) химических свойствах марсианского грунта, которые могли бы маскировать незначительную биологическую активность грунта, если бы такая имела.

В пользу наличия микробной жизни высказались только авторы эксперимента LR — Г. Левин и П. Страат. Больше никто не считает достоверной биологическую активность на Марсе. Наоборот, сложилось впечатление, что Марс — мертвая планета, на которой отсутствуют какие-либо сложные органические молекулы.

После опубликования результатов экспериментов многие ученые представили свои объяснения отдельных



опытов, базирующиеся на физико-химических и химических процессах. Автор данной статьи с Ю. Б. Черняком и И. Л. Эттингером также предложили объяснение этих результатов, отличающееся тем, что, во-первых, оно опирается на физические процессы, а во-вторых, в нем используется наименьшее число допущений для трактовки максимального числа наблюдавшихся экспериментальных фактов.

#### НОВАЯ ГИПОТЕЗА

В основу ее легло предположение, что каждое зерно марсианского грунта пронизано «закрытыми» микропорами диаметром  $\sim 10 \text{ \AA}$  и длиной  $\sim 10^3 \text{ \AA}$ . Эти микропоры должны были образоваться в результате длительного облучения марсианского грунта солнечным ультрафиолетовым излучением, а также протонами, электронами и другими частицами, проникавшими сквозь разреженную

атмосферу к его поверхности. После облучения грунта в зернах остаются следы (треки). Кроме того, в зернах грунта всегда имеются дислокации и другие структурные несовершенства кристаллов, которые при больших дозах облучения разрастаются вплоть до образования пустот. Вследствие фотопроцессов при облучении грунта происходит также распад структурных окислов грунта (например,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Образующиеся при этом атомы кислорода диффундируют по объему зерна, попадают в микропору, скапливаются там и объединяются между собой в молекулу  $\text{O}_2$ . В микропору попадают из приповерхностной атмосферы  $\text{CO}_2$  и другие газы, растворенные в зерне. Так как пора замкнута, то при заполнении газами она будет лишь упруго раздуваться (подобно резиновой камере при надувании ее воздухом). Зерна марсианского грунта, упакованные в определенном порядке, образуют между собой пустоты (макропоры). На поверхности таких макропор должны адсорбироваться газы из приповерхностной атмосферы.

Так как температура марсианской поверхности вокруг посадочных отсеков была ниже  $0^\circ\text{C}$ , то газы как в макропорах, так и микропорах были слабо связаны с зернами и могли легко десорбировать при нагревании.

При взаимодействии такого пористого грунта с водой (парами или каплями) питательного раствора в экспериментах «Викингов» адсорбция воды на зернах грунта энергетически более выгодна, чем адсорбция других газов: энергия адсорбции молекул воды с грунтом ( $Q_{\text{H}_2\text{O}} = 13,3 \text{ ккал/моль}$ ) больше, чем энергия адсорбции остальных газов ( $Q_{\text{CO}_2} = 7,3 \text{ ккал/моль}$ ;  $Q_{\text{O}_2} = 3,7 \text{ ккал/моль}$ ). Следовательно, молекулы воды вытеснят молекулы других адсорбированных на макропорах газов и займут их место. Молекулы замещенных газов диффундируют по макропорам навстречу воде к поверхностям зерен и десорбируют в газовую атмосферу камеры. Этим можно объяснить выделение части  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$  и других газов в эксперименте GEX. Далее, когда молекулы воды, блуждая по объему зерна, встретят «закупоренную» микропору, то под действием эффекта Ребиндера (адсорбционного понижения прочности) микропора «вскроется», а газы, содержащиеся в ней, также начнут выходить из зерна в пространство над образцом. Этим можно объяснить выделение  $\text{O}_2$  и части  $\text{CO}_2$ , а также других газов в атмосферу испытательной камеры в эксперименте GEX. Согласно предложенной гипотезе, кинетика выделения газов в экспериментах GEX и LR

Слева — схемы образования микропор (а) и макропор (б) марсианского грунта и заполнения их газами. Справа — схема выделения  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$  из марсианского грунта при взаимодействии его с водным питательным раствором в испытательной пробирке биологических экспериментов GEX и LR

должна быть сходной, ибо она определяется наиболее медленным процессом — фильтрацией молекул воды питательного раствора через пористые зерна грунта. Кинетические кривые в экспериментах GEX и LR оказались сходными по форме между собой и с теоретической кривой фильтрации.

То, что скорости процесса в экспериментах «Викинга» действительно определяла вода, было подтверждено нашими расчетами (на основе кинетических соображений) энергии адсорбции молекул, фильтрующихся через грунт и адсорбирующихся затем в макропорах. Она оказалась равной энергии адсорбции воды на модельном марсианском грунте, определенной ранее в лабораторном эксперименте.

Модель предложенного микропористого марсианского грунта объясняет практически все результаты биологических экспериментов «Викинга». Левин и Страат, не соглашаясь с предложенной моделью грунта, в дискуссии на страницах журнала «Nature» привели в качестве опровержения тот факт, что образец грунта, хранившийся 2—3 месяца в испытательной камере при температуре +10 °C в эксперименте LR, полностью потерял реакционную способность. Они, очевидно, подразумевали, что микроорганизмы в грунте погибли в отсутствие пищи в условиях, отличающихся от условий на поверхности Марса.

В рамках предложенной модели мы объяснили это тем, что кислород в микропорах при длительном хранении грунта вступил в химическую реакцию с материалом зерна и потерял реакционную способность. Не очень понятно только, почему при столь же длительном хранении в эксперименте GEX кислород все же выделялся. Однако его, может быть, выделялось меньше, чем это требовалось для инициирования реакции в эксперименте LR.

Фиксация грунтом  $^{14}\text{CO}_2$  и  $^{14}\text{CO}$  в эксперименте PR и превращение их в органические молекулы могли оказаться следствием повышенной каталитической способности весьма пористого марсианского грунта. В био-

логических экспериментах «Викингов» наблюдались температурные эффекты. После нагревания до высоких (вплоть до 175 °C) температур грунт во всех экспериментах, кроме PR, практически терял реакционную способность. Это явление можно объяснить, используя острую (с максимумом) температурную зависимость эффекта Ребиндера, в соответствии с которой нагревание грунта приводит к закрытию (спеканию) всех микропор, а также части макропор.

Таким образом, точка зрения автора данной статьи, как и точка зрения подавляющего большинства исследователей, сводится к тому, что результаты экспериментов «Викинга» по существу отрицают наличие жизни на Марсе. Но эти же данные свидетельствуют о необычных физико-химических характеристиках марсианского грунта. Мы объясняем их возникновение длительным интенсивным солнечным облучением марсианского грунта, приводящим к образованию микропористой газонасыщенной структуры зерен грунта.

В. Ояма для объяснения этих же результатов предполагает наличие в грунте специфических химических окислов, причем не одного, а одновременно трех типов: перекиси водорода, «суперокисла» неизвестного металла и окисла железа, а также весьма изощренной геометрически трехслойной структуры грунта. Но нагревание грунта до 500 °C в эксперименте GCMS, в ходе которого кислород не выделялся, свидетельствует об отсутствии в грунте как перекисей, так и «суперокислов», крайне неустойчивых к действию тепла и света.

Результаты экспериментов говорят также о том, что марсианский грунт никогда или, по крайней мере, весьма длительное время ( $10^8$ — $10^9$  лет) практически не соприкасался с водой в жидко-капельном состоянии.

#### ГРУНТ МАРСА — ГРУНТ ПРЕДБИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗЕМЛИ?

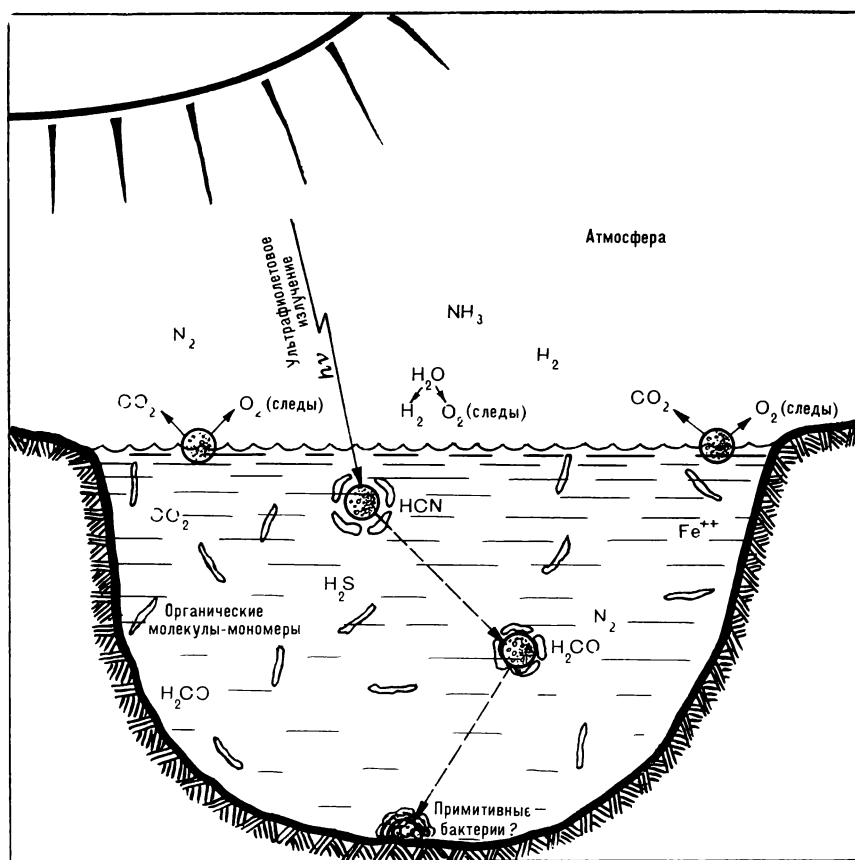
Обдумав результаты экспериментов «Викинга», автор данной статьи выдвинул предположение о том, что грунт Земли в начале химической и

предбиологической эволюции был сходен с современным марсианским грунтом, который, возможно, представляет собой модель грунта предбиологической Земли.

Почему напрашивается такое сравнение? Рассматриваемый период времени отстоит от современного чуть больше, чем на  $4 \cdot 10^9$  лет. В то время кора Земли только сформировалась. Согласно некоторым гипотезам, атмосфера Земли, подобно марсианской, в тот период была еще разрежена (давление около 1 торра, примерно 1,3 гектопаскаля), а поверхность — холодной (температура меньше 0 °C). Это приводило к тому, что вода не могла существовать на поверхности Земли в жидко-капельном состоянии (тройная точка для воды соответствует давлению 4,6 торра и температуре 0 °C). Океаны, моря и другие крупные водоемы к этому времени еще не образовались.

Состав газов первичной атмосферы Земли, согласно тем же гипотезам, имел восстановительный характер ( $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ), а наличие в ней таких малых добавок, как  $\text{NH}_3$  и  $\text{CH}_4$  приводило к слабому «парниковому» эффекту, в результате которого поверхность Земли постоянно нагревалась, а атмосфера из-за газовой выделений становилась более плотной.

Разреженная атмосфера защищала поверхность Земли, как и современную марсианскую поверхность, от прямого воздействия микрометеоритных потоков. Это приводило к тому, что радиационные и структурные дефекты зерен поверхностных слоев грунта не «залечивались» ударами микрометеоритов, как это происходит с зернами лунного грунта. Излучения Солнца (корпускулярные и электромагнитные) беспрепятственно достигали поверхности Земли. Излучения, наряду с другими энергетическими воздействиями (например, электрическими разрядами), служили источниками энергии для химических и предбиологических реакций в приповерхностной атмосфере и на поверхности зерен грунта. То, что такие поверхностные реакции должны были протекать на зернах грунта древней Земли, подсказывает анало-



гия с межзвездными пылинками. В межзвездных газовой-пылевых облаках радиоастрономическими методами обнаружено около 50 молекул, причем некоторые из них (формальдегид, цианистый водород) весьма важны для предбиологической эволюции («Земля и Вселенная», 1979, № 3, с. 7—15.— Ред.). Как теперь стало понятно, часть из них образована на поверхностях пористых межзвездных пылевых зерен, обладающих хорошими каталитическими свойствами и необходимых для баланса энергии и импульса в указанных реакциях.

Условия на межзвездных пылевых зернах весьма суровые (температура 10—20 К и концентрация газовых частиц в окружающем пространстве  $10^4$ — $10^8$  см<sup>-3</sup>). Тем не менее эти ус-

ловия не мешают образованию на межзвездных зернах весьма сложных молекул.

На древней Земле (температура 273 К и концентрация  $10^{16}$  см<sup>-3</sup>) в период начала конденсации воды условия были значительно благоприятнее для указанных реакций. Поэтому многие подобные молекулы могли образоваться на Земле за более короткое время, чем на пылинках.

Условия на платформах зарождения жизни, традиционно ассоциируемые с поверхностями планет, должны по-видимому, отличаться повышенной «комфортностью» по сравнению с условиями на платформах эволюционирования жизни.

Зерна грунта Земли пришли в полное соответствие с платформой зарождения жизни лишь после определенного момента в истории Земли, ставшего, по-видимому, ключевым для происхождения жизни. Этот момент связан с появлением жидкой воды на поверхности Земли.

При взаимодействии жидкой воды с зернами грунта легкие пористые зерна грунта всплывали на поверхности лужиц и мелководья и плавали там до заполнения большей части пор водой. Это время могло быть достаточным для протекания на поверхностях зерен некоторых реакций с участием газов из окружающей атмосферы и выпущенных из микропор, твердой каталитической поверхности зерен и некоторых химических веществ (например, аминокислот), растворенных в окружающих водах.

Следующий шаг от аминокислот к полипептидам (и далее — к протеинам) мог происходить, вероятно, на заполненных водой пористых зернах.

Конечно, от биополимеров до высокоорганизованных химически дифференцированных структур простейшей живой клетки с ее способностью к самовоспроизведению, как говорится, дистанция огромного размера. Однако многочисленные теоретические работы обосновывают возможность возникновения в таких водных гелеобразующих системах как прагенов, так, возможно, и простейших живых праклеток. Настала очередь проверить эти теории экспериментально. Например, советский биолог Л. Б. Меклер считает, что сами микронные зерна грунта (вещество которых содержало практически все элементы периодической системы Менделеева) с мономерами, адсорбированными из лужиц и мелководья, могли представлять собой сложнейшие «биохимические фабрики», из которых впоследствии образовались некоторые типы примитивных живых организмов. Вещество самого зерна могло войти в состав такого организма и послужить основой для образования его неорганического скелета.

По мере заполнения пор водой и образования в них все более сложных (а следовательно, более тяжелых) молекул, зерна ступенчато погружались в мелководье. Увеличивающийся слой воды над зернами экранировал образованный на них биологический материал от губительного воздействия жесткого солнечного ультрафиолетового излучения. Однако общая глубина погружения, по-види-

■  
Схема заполнения пор зерен грунта «юной» Земли водой в мелководье и образования в них сложных органических веществ





ФАНТАСТИКА

## Разговор по льготному тарифу

С чего это в памяти всплыли вдруг старые стихи? Ответа он и сам не знал, но — всплыли:

Представьте себе, представьте  
еще и еще раз,  
Что провода, висающие на черных  
столбах,  
Впитали миллиардные потоки  
слов человеческих,  
Какие слышали каждую ночь  
напролет,  
И сберегли для себя их смысл  
и значение...

Он загнулся. Как там дальше?

Восьмидесятилетний старик сидел один в пустой комнате, в пустом доме, на пустой улице пустого города, на пустой планете Марс. Он сидел, как сидел последние шестьдесят лет, — сидел и ждал.

На столе перед ним стоял телефон. Телефон, который давным-давно не звонил. И вот телефон затрепетал, тайно готовясь к чему-то.

Ноздри у старика раздулись. Глаза широко раскрылись.

Телефон задребезжал тихо, почти беззвучно.

Старик наклонился и уставился на телефон безумными глазами.

Телефон зазвонил.

Старик подпрыгнул, отскочил от телефона, стул полетел на пол. И тогда старик закричал, закричал, собрав все силы:

— Нет!

Телефон зазвонил опять.

— Не-е-ет!..

Старик хотел было протянуть руку к трубке, протянул — и сбил аппарат со стола. Телефон упал на пол как раз в ту секунду, когда зазвонил в третий раз.

— Нет, нет... о, нет... — повторил старик тихонько, прижимая руки к груди, покачивая головой, а телефон лежал у его ног. — Этого не может быть... не может быть...

Потому что, как-никак, он был один в комнате, в пустом доме, в пустом городе на планете Марс, где в живых не осталось никого, только он один, король пустынных гор...

И все же...

— Бартон!..

Кто-то звал его по фамилии.

Нет, послышалось. Просто что-то трещало в трубке.

«Бартон?» — подумал он. — «Ну, да... да ведь это же я!..»

Старик так давно не слышал своего имени, что совсем его позабыл. Он не принадлежал к числу тех, кто способен разговаривать сам с собой. Он никогда...

— Бартон!... — донесся голос издалека, за миллиард миль.

Старик подождал, сердце отмерило еще три удара, затем сказал:

— Бартон слушает...

— Ну, ну, — отозвался голос, теперь приблизившийся до миллиона миль. — Знаешь, кто с тобой говорит?..

— Черт побери, — заявил старик. — Первый звонок за полжизни, а вы шутки шутить...

— Виноват. Это я, конечно, зря. Само собой, не мог же ты узнать свой собственный голос. Собственный голос никто не узнает. Мы-то сами слышим его искаженным... С тобой говорит Бартон.

— Что?!

— А ты думал кто? Командир ракеты? Думал, кто-нибудь прилетел на Марс, чтобы спасти тебя?..

— Да нет...

— Какое сегодня число?

— 20 июля 2097-го года.

— Бог ты мой! Шестьдесят лет прошло! И что, ты все это время так и сидел, ожидая прибытия ракеты с Земли?

Старик молча кивнул.

— Послушай, старик, теперь ты знаешь, кто говорит?

— Знаю. — Он вздрогнул. — Вспомнил. Мы с тобой одно лицо. Я Эмиль Бартон, и ты Эмиль Бартон.

— Но между нами есть существенная разница. Тебе восемьдесят, а мне двадцать. У меня еще вся жизнь впереди!..

Старик рассмеялся и сразу же заплакал навзрыд. Он сидел и держал

тому, не должна была превышать десяти метров.

Итак, сравнивая условия на межзвездных пылинках с условиями на зернах грунта юной Земли, можно предположить, что на зернах за ко-

роткий геологический отрезок времени,  $(1-2) \cdot 10^8$  лет, произошла быстрая эволюция от предбиологических к биологическим формам. И, быть может, потому, что в древности на поверхности Земли сложи-

лись именно такие условия, которые необходимы для зарождения жизни, она и является пока единственным известным нам местом в Солнечной системе, где жизнь реально существует.

трубку в руке, чувствуя себя глупым, заблудившимся ребенком. Разговор этот был невыносим, его не следовало продолжать — и все-таки разговор продолжался. Справившись с собой, старик прижал трубку к уху и сказал:

— Эй, ты там! Послушай... О господи, если б только я мог предупредить тебя! Но как? Ты ведь всего-навсего голос. Если б я мог показать тебе, как одиноки предстоящие годы... Оборви все разом, убей себя! Не жди! Если б ты мог знать, что значит превратиться из того, что ты есть, в то, что есть я сегодня...

— Чего нельзя, того нельзя,— рассмеялся молодой Бартон.— Я же не могу знать, ответил ли ты на мой звонок. Все это автоматика. Ты разговариваешь с записью, а вовсе не со мной. Сейчас 2037-й год, для тебя — шестьдесят лет назад. На Земле началась атомная война. Всех колонистов отозвали с Марса на ракетах, А я отстал...

— Помню,— прошептал старик.

— Один на Марсе,— рассмеялся молодой голос.— Месяц, год — не все ли равно! Продукты есть, книги есть. В свободное время я подобрал фонотеку на десять тысяч слов — ответы надиктованы моим же голосом и подключены к телефонным реле. Буду сам себе звонить, заведу собеседника... Шестидесять лет спустя мои записи мне позвонят. Я, правда, не верю, что пробуду на Марсе столько лет. Просто мысль такая замечательная в голову пришла, средство убить время. Это действительно ты, Бартон? Ты — это я?

Слезы текли из глаз старика.

— Да, да...

— Я создал тысячу Бартонов, тысячу магнитофонных записей, чувствительных к вопросам, и разместил их в тысяче марсианских городов. Целая армия Бартонов по всей планете, покуда я сам жду возвращения ракет...

— Дурак! — Старик устало покачал головой.— Ты прождал шестьдесят лет. Состарился, ожидая, и все время один. И теперь ты стал мною, и ты по-прежнему один, один в пустых городах...

— Не рассчитывай на мое сочувствие. Ты для меня чужак, живущий в иной стране. Зачем мне грустить? Когда я диктую эти записи, я живой. И ты, когда слушаешь их, тоже живой. Но друг друга понять мы не можем. Ни один из нас не может ни о чем предупредить другого, хотя мы и переключаемся друг с другом, один автоматически, другой по-человечески страстно. Я живу сейчас. Ты живешь позже меня. Пусть это бред. Плакать не стану — будущее мне неизвестно, а раз так, я остаюсь оптимистом. Записи спрятаны от тебя, и они реагируют не на любые, а лишь на определенные раздражители с твоей стороны. Можешь ли ты потребовать от мертвеца, чтобы тот зарылся?..

— Прекрати! — воскликнул старик. Он ощутил знакомый приступ боли.— Боже, как ты был бессердечен! Прочь!..

— Почему был? Я есть. Пока лента скользит по тонвалу, пока крутятся бобины и скрытые от тебя электронные глаза читают, выбирают и трансформируют слова, я буду молод — и буду жесток. Я останусь молод и жесток и тогда, когда ты давным-давно умрешь. До свидания...

— Постой! — вскричал старик.

Щелк.

Бартон долго сидел, сжимая в руке онемевшую трубку. Сердце причиняло ему нестерпимую боль. Каким сумасшествием это было! Он был молод — и как глупы, как вдохновенны были те первые годы одиночества, когда он монтировал все эти управляющие цепи, пленки, схемы, программировал вызовы на реле времени...

Раздался звонок.

— С добрым утром, Бартон! Говорит Бартон. Семь часов. А ну, вставай, поднимайся!..

Опять!

— Бартон? Говорит Бартон. В полдень тебе предстоит поехать в Марс Таун. Установить там телефонный мозг. Хотел тебе об этом напомнить...

— Спасибо.

Снова звонок!

— Бартон? Это я, Бартон. Пообедаем вместе? В ресторане «Ракета»?

— Ладно.

— Там и увидимся. Пока!..

Д-з-з-иин-н-нь!

— Это ты? Хотел подбодрить тебя. Выше нос, и так далее. А вдруг завтра за нами прилетит спасательная ракета?..

— Вот именно. Завтра — завтра — завтра — завтра...

Щелк.

Но годы обратились в дым. И Бартон сам заглушил коварные телефоны и все их хитрые реплики. Теперь телефон должен был вызвать его только после того, как ему исполнится восемьдесят, если он еще будет жив. И вот сегодня он звонит, и прошлое дышит ему в уши, нашептывает, напоминает...

Телефон!

«Пусть звонит. Я же вовсе не обязан отвечать», — подумал он.

Звонок!

«Да ведь там и нет никого», — подумал он.

Трезвон!

«Это будто сам с собой разговариваешь», — подумал он. «Но есть разница. Господи, и какая разница!..»

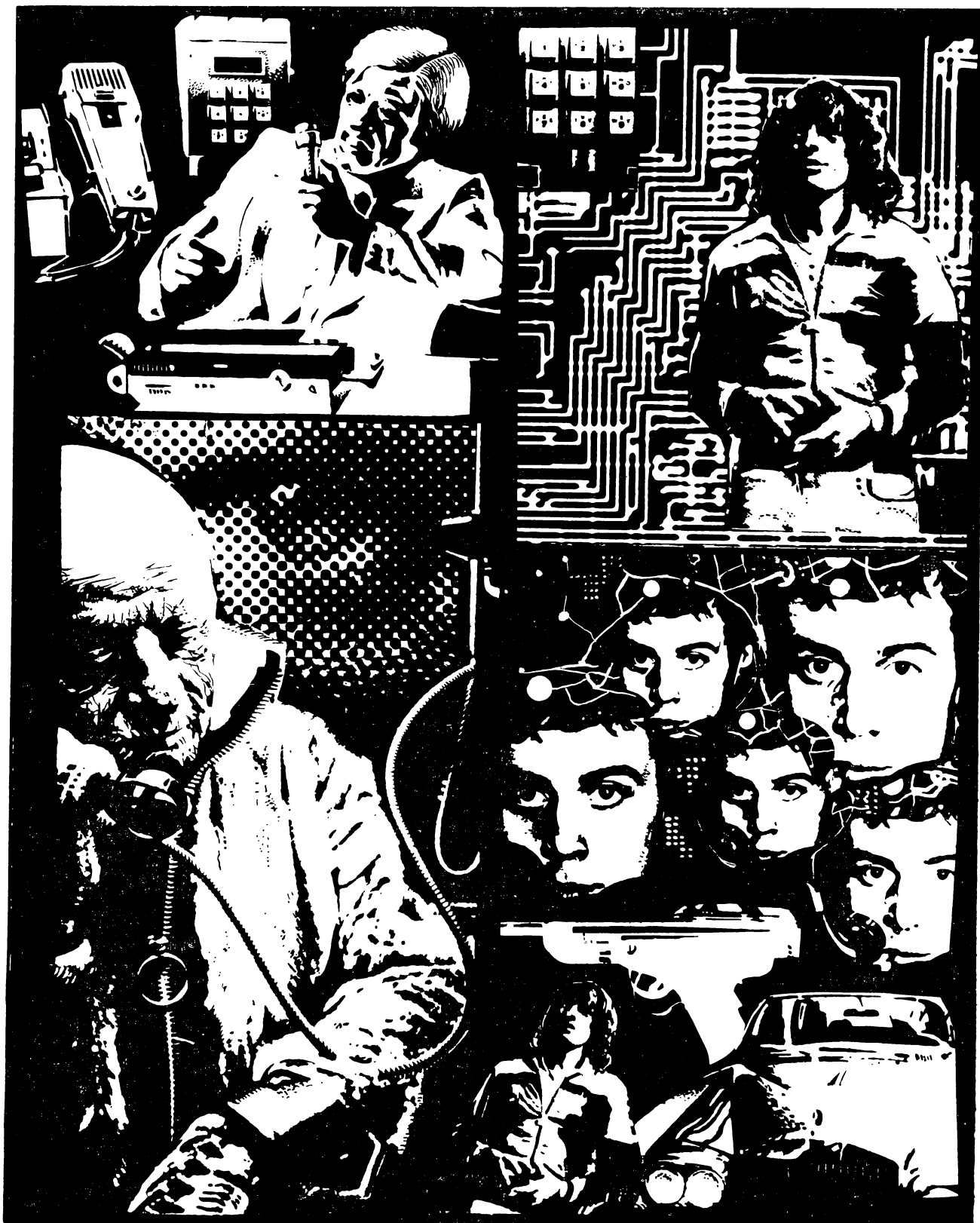
Он ощутил, как его рука сама подняла трубку.

— Алло, старик Бартон, говорит молодой Бартон. Мне сегодня двадцать один! За прошедший год я установил голоса-мозги еще в двухстах городах. Я заселил Марс Бартонами!..

— Да, да...

Старик припомнил те ночи, шесть десятилетий назад, когда он носился по горам и долинам в грузовике, набитом всякой техникой, и наслаждался, счастливый. Еще один аппарат, еще одно реле. Хоть какое-то занятие. Остроумное, необычное, грустное. Скрытые голоса. Скрытые, запрятанные. В те молодые дни смерть не была смертью, время не было временем, а старость казалась лишь смутным эхом из глубокого грота лет, лежащих впереди. Молодой идиот, садист, дурак, и не помышлявший о том, что снимать урожай придется ему самому...

— Вчера вечером, — сказал Бартон двадцати одного года, — я один си-



дел в кино посреди пустого города. Прокрутил старую картину с Лорепом и Харди. Ох, и смеялся же я!..

— Да, да...

— У меня родилась идея. Я записал свой голос на одну и ту же пленку тысячу раз подряд. Запустил ее через громкоговоритель — звучит, как тысяча человек. Шум толпы, оказывается, успокаивает. Я так все устроил, что двери в городе хлопают, дети поют, радиолы играют, и все автоматически. Если не смотреть в окно, только слушать, тогда здорово. А выглянешь — иллюзия пропадает. Наверное, начинаю чувствовать свое одиночество...

— Вот тебе и первый сигнал, — сказал старик.

— Что?

— Ты впервые признался себе, что одинок...

— Я поставил опыты с запахами. Когда я гуляю по пустым улицам, из домов доносятся запахи бекона, яичницы, рыбы. Все с помощью потайных устройств...

— Сумасшествие!

— Самозащита!

— Я устал...

Старик резко повесил трубку. Это уж чересчур. Прошлое захлестывает его...

Пощатываясь, он спустился по лестнице и вышел на улицу.

Город лежал в темноте. Не горели больше красные неоновые огни, не играла музыка, не носились в воздухе кухонные запахи. Давным-давно забросил он фантастику механической лжи. Слушай: что это — шаги?.. Запах! Как будто земляничный пирог... Он прекратил все это раз и навсегда.

Он подошел к каналу, где звезды мерцали в дрожащей воде.

Под водой, шеренга к шеренге, как рыбы в стае, ржавели роботы — механическое население Марса, которое он создавал в течение многих лет, а затем внезапно осознал жуткую бессмысленность того, что делает, и приказал им: раз, два, три, четыре — следовать на дно канала! И они утонули, пуская пузыри, как пустые бутылки. Он истребил их всех и не чувствовал угрызений совести.

В неосвещенном домике тихо зазвонил телефон.

Он прошел мимо. Телефон замолк.

Зато впереди, в другом коттедже, забренчал звонок, словно узнал о его приближении. Он побежал. Звонок остался позади. Но на смену пришли звонки — в этом домике, в том, здесь, там, всюду! Он ринулся прочь. Еще звонок!

— Ладно! — закричал он в изнеможении. — Ладно, иду!..

— Алло, Бартон!..

— Что тебе?

— Я одинок. Я существую, только когда говорю. Значит, я должен говорить. Ты не можешь заставить меня замолчать...

— Оставь меня в покое! — в ужасе воскликнул старик. — Ох, сердце...

— Говорит Бартон. Мне двадцать четыре. Еще два года прошло. А я все жду. И мне все более одиноко. Прочел «Войну и мир». Выпил реку вина. Обошел все рестораны — и в каждом был сам себе официантом и поваром, и оркестрантом. Сегодня играю в фильме в кинотеатре «Тиволи». Эмиль Бартон в «Напрасных усилиях любви» исполнит все роли, некоторые в париках!..

— Перестань мне звонить, или я тебя убью!..

— Тебе меня не убить. Сперва найди меня!

— И найду.

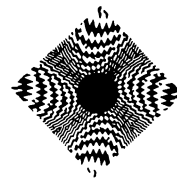
— Ты же забыл, где ты меня запрягал. Я везде: в кабелях и коробках, в домах и башнях, и под землей. Давай, убивай! Как ты назовешь это? Телеубийство? Самоубийство? Ревнуешь, не так ли? Ревнуешь ко мне, двадцатичетырехлетнему, ясноглазому, сильному, молодому... Ладно, старик, значит, война! Война между нами! Между мной — и мной! Нас тут целый полк всех возрастов против тебя, единственного настоящего. Валяй, объявляй войну!..

— Я убью тебя!

Щелк. Тишина.

Он вышвырнул телефон в окно.

В полночный холод автомобиль пробирался по глубоким долинам. На полу под ногами Бартоня были



ФАНТАСТИКА

сложены пистолеты, винтовки, взрывчатка. Рев машины отдавался в его истонченных, усталых костях.

«Я найду их», — думал он, — «найду и уничтожу всех до единого. Господи, и как он только может так поступать со мной?..»

Старик остановил машину. Под заходящими лучами лежал незнакомый город. Ветра не было.

В холодеющих руках он держал винтовку. Смотрел на столбы, башни, коробки. Где же запрятан голос в этом городе? Вон на той башне? Или на этой? Столько лет прошло!.. Он судорожно повел головой в одну сторону, в другую... Поднял винтовку — башня развалилась с первого выстрела.

«А надо все», — подумал он. — «Придется срезать все башни. Я забыл, забыл! Слишком это давно...»

Машина двинулась по безмолвной улице.

Зазвонил телефон.

Он бросил взгляд на вымершую аптеку.

Аппарат!

Сжав пистолет, он сбил выстрелом замок и вошел внутрь.

Щелк.

— Алло, Бартон! Предупреждаю: не пытайтесь разрушить все башни или взорвать их. Сам себе перережешь глотку. Одумайся...

Щелк.

Он тихо вышел из телефонной будки и двинулся на улицу и все прислушивался к смутному гулу башен — гул доносился сверху, они все еще действовали, все еще были нетронуты. Посмотрел на них снова и вдруг сообразил: он не вправе их

уничтожить. Допустим, с Земли прилетит ракета,— сумасбродная мысль, но допустим, ракета прилетит сегодня, завтра, на той неделе? Сядет на другой стороне планеты, кто-то захочет связаться с Бартоном по телефону и обнаружит, что связь прервана?..

Он опустил винтовку.

— Да не придет ракета,— возразил он себе вполголоса.— Я старик. Слишком поздно...

«Ну, а вдруг придет»,— подумал он,— «а ты и не узнаешь... Нет, надо, чтобы связь была в порядке...»

Опять зазвонил телефон.

Он тупо повернулся. Прошаркал обратно в аптеку, непослушными пальцами поднял трубку.

— Алло!..

Незнакомый голос.

— Пожалуйста,— сказал старик,— оставь меня в покое...

— Кто это, кто там? Кто говорит? Где вы? — откликнулся изумленный голос.

— Подождите.— Старик пошатнулся.— Я Эмиль Бартон. Кто со мной говорит?

— Говорит капитан Рокуэлл с ракеты «Аполлон-48». Мы только что с Земли...

— Нет, нет!..

— Вы слушаете, мистер Бартон?

— Нет, нет! Этого не может быть...

— Где вы?

— Врешь!— Старика пришлось прислониться к стенке будки. Глаза его ничего не видели.— Это ты, Бартон, потешаешься надо мной, обманываешь меня!..

— Говорит капитан Рокуэлл. Мы только что сели в Новом Чикаго. Где вы?

— В Грин Вилле,— прохрипел старик. В тысяче километров от вас...

— Слушайте, Бартон, вы могли бы приехать сюда?

— Что?

— Нам нужно произвести кое-какой ремонт. Да и устали за время полета. Могли бы вы приехать помочь?

— Да, конечно.

— Мы на поле за городом. К завтрашнему дню доберетесь?

— Да, но...

— Что еще?

Старик погладил трубку.

— Как там Земля? Как Нью-Йорк? Война кончилась? Кто теперь президент? Что с вами случилось?..

— Хватит времени насплетничаться, когда вы приедете.

— Но хоть скажите, все в порядке?

— Все в порядке.

— Слава богу.— Старик прислушивался к звучанию далекого голоса.— А вы уверены, что вы действительно капитан Рокуэлл?

— Черт возьми?

— Прошу прощения...

Он повесил трубку и побежал.

Они здесь, после стольких лет одиночества — невероятно — люди с Земли, люди, которые заберут его с собой, обратно к земным морям, горам и небесам...

Он завел машину. Он будет ехать всю ночь напролет. Риск оправдан — он вновь увидит людей, пожмет им руки, услышит их речь.

Громкое эхо мотора неслось по горам.

Этот голос!.. Капитан Рокуэлл. Не мог же это быть он сам сорок лет назад... Он не делал, никогда не делал подобной записи. А может, делал? В приступе депрессии, в припадке пьяного цинизма не сделал ли он однажды ложную запись ложной посадки на Марсе ракеты с выдуманным капитаном и воображаемой командой? Он зло мотнул головой. Нет! Просто он подозрительный дурак. Теперь не время для сомнений. Нужно всю ночь, ночь напролет мчаться вдогонку за марсианскими лунами. Ох, и отпразднуют же они эту встречу!..

Взошло солнце. Он бесконечно устал, исколотый изнутри шипами и терниями. Сердце трепетало, руки судорожно сжимали руль, но сластнее всего было предвкушать последний телефонный звонок: «Алло, молодой Бартон! Говорит старый Бартон. Сегодня я улетаю на Землю. Меня спасли!..» Он слегка усмехнулся.

В затененные предместья Нового Чикаго он въехал перед закатом. Вышел из машины — и застыл, уставаясь

на асфальт космодрома, протирая воспаленные глаза.

Поле было пустынно. Никто не побежал ему навстречу, никто не тряс ему руку, не кричал, не смеялся.

Он почувствовал, как заходится сердце. В глазах потемнело, он будто падал в пустоту. Спотыкаясь, побрел к какой-то постройке.

Внутри в ряд стояли шесть телефонов.

Он ждал, задыхаясь.

Наконец — звонок.

Он поднял тяжелую трубку.

Голос:

— А я еще думал — доберешься ли ты живым?..

Старик ничего не ответил, просто стоял и держал трубку в руке.

— Докладывает капитан Рокуэлл,— продолжал голос.— Какие будут приказания, сэр?..

— Ты!..— простонал старик.

— Как сердечко, Бартон?..

— Нет!..

— Надо же было мне как-нибудь устранить тебя, чтоб сохранить жизнь себе, если, конечно, можно сказать, что магнитная запись живет...

— Я сейчас еду обратно,— ответил старик.— И мне уже терять нечего. Я буду взрывать все подряд, пока не убью тебя окончательно...

— У тебя сил не хватит. Почему, как ты думаешь, я заставил тебя ехать так далеко и так быстро? Это была последняя твоя поездка!..

Старик ощутил, как дрогнуло сердце. Никогда он не сможет добраться до других городов... Война проиграна. Он упал в кресло, изо рта у него вырывались тихие скорбные звуки. Он смотрел неотрывно на остальные пять телефонов. Как по сигналу, они зазвонили хором. Гнездо с пятью отвратительными, галдящими птицами!

Трубки автоматически приподнялись сами собой.

— Бартон, Бартон, Бартон!..

Он сжал аппарат руками. Он душил телефон, а тот по-прежнему смеялся над ним. Стукнул по телефону. Пнул ногой. Намотал провод, как серпантин, на пальцы и рванул. Провод сполз к непослушным его ногам.

Он разломал еще три аппарата.

Наступила внезапная тишина.

И тело Бартон, словно обнаружив вдруг то, что долго держало в тайне, начало оседать на усталых костях. Ткань век упала, как лепестки цветков. Рот сморщился. Мочки ушей оплыли расплавленным воском. Он уперся руками себе в грудь и упал ничком. И остался лежать. Дыхание замерло — сердце остановилось.

Долгая пауза — и зазвонили оставшиеся два телефона.

Где-то замкнулось реле. Два телефонных голоса соединились напряжущую друг с другом.

— Алло! Бартон!

— Да, Бартон?

— Мне двадцать четыре.

— А мне двадцать шесть. Мы оба молоды. Что стряслось?

— Не знаю. Слушай...

В комнате тишина. Старик на полу недвижим. В разбитое окно задувает ветер. Воздух свеж и прохладен.

— Поздравь меня, Бартон! Сегодня у меня день рождения. Мне двадцать шесть!

— Поздравляю!..

Голоса запели хором: «Имениннику много счастья...», пение подхватил ветерок, вынес из окна и понес чуть слышно по мертвому городу.

Перевел с английского  
Олег БИТОВ



## МУЗЕЮ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЯ — ЧЕТВЕРТЬ ВЕКА

В майские дни 1955 года, когда наша страна праздновала 200-летие Московского университета, на верхних семи этажах высотного здания на Ленинских горах открылась первая экспозиция Музея землеведения. Музей создавали совместными усилиями более 700 ученых МГУ, Академии наук СССР и союзных республик, вузов и научно-исследовательских институтов. Большую помощь ученым оказали московские художники.

Обзор музея удобнее всего начинать с отдела «Происхождение и строение Земли». Стенды этого раздела рассказывают о нашей Галактике, звездах и их эволюции, знакомят с Землей, как планетой, и ее происхождением. Завершается экспозиция стендом, иллюстрирующим изменения представлений о форме Земли.

Следующий отдел посвящен изучению земной коры и верхней мантии. Кроме сведений о строении и свойствах литосферы, которая, с позиций механики, служит твердой и хрупкой «коркой» нашей планеты, здесь представлен интересный материал о тектонических движениях, извержениях вулканов. Привлекает внимание карта-схема сейсмичности,

составленная французским ученым Ж. Дебурдь. Здесь же приведена таблица-сводка наиболее крупных землетрясений с указанием их точного места и времени. Стенды этого отдела знакомят с современными тектоническими гипотезами, рассказывают о формировании различных горных пород, о типах и зонах метаморфизма и магматизма. Недавно Институт океанологии АН СССР передал в дар музею уникальные образцы базальтов, поднятые в 1980 году глубоководным аппаратом «Пайсис» со дна Красного моря, из его рифтовой трещины.

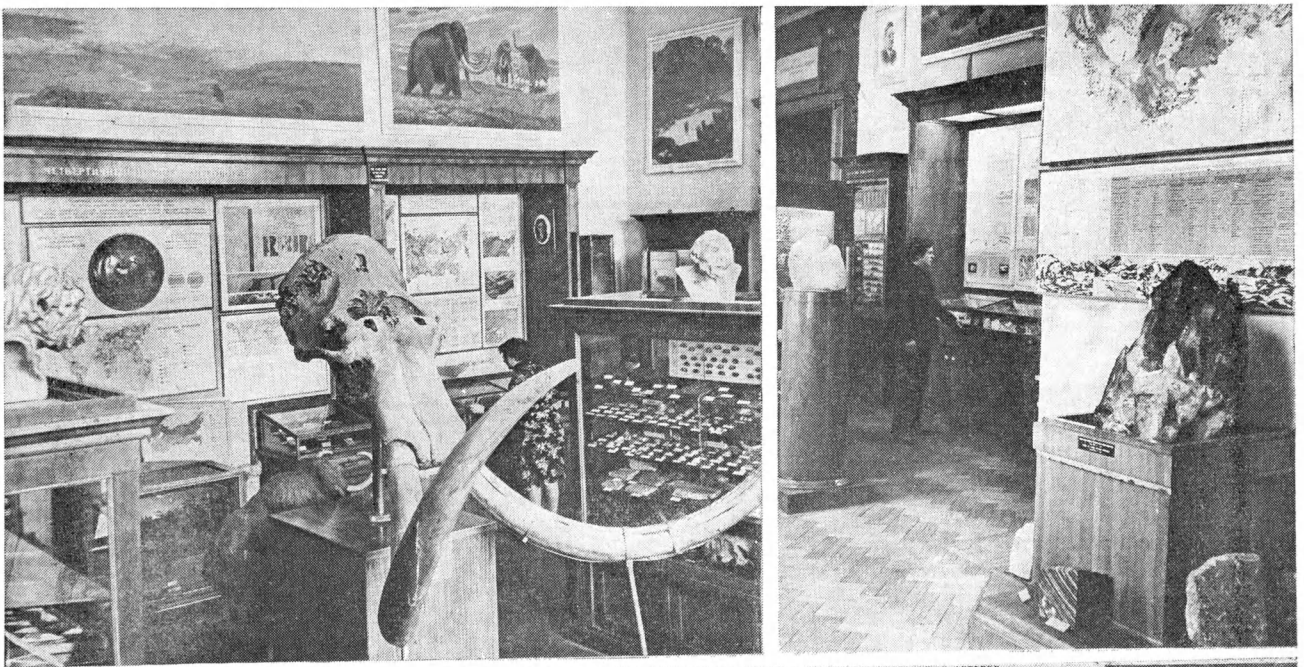
В залах отдела «Процессы образования минералов и полезных ископаемых» посетитель получает наглядное представление о процессах минералообразования, рудообразования, о месторождениях металлов, неметаллических и горючих ископаемых. Образцов минералов и полезных ископаемых в музее насчитывается свыше 15 000. На стендах зала — любопытные экспонаты, привезенные из разных уголков Земли. Здесь и уникальные алмазы Сибири, и югославские сфалериты, и хибинские цирконы. В зале регулярно проводятся занятия по минералогии со студентами, а также работают курсы повышения квалификации специалистов и Секция любителей камня. Условиям образования металлов и их практическому использованию посвящен отдельный зал, где на специальных металлогенических картах-схемах, составленных академиком В. И. Смирновым, показаны отечественные месторождения олова и сурьмы, железа и золота.

Особенно интересна экспозиция, отражающая изучение и использование минералов, полезных ископаемых, драгоценных и поделочных камней. Очаровывают экспонаты, присланные из Австралии: бирюза с рисунком, сделанным аборигенами,

бирюза в карбонатизированной и железной породе. Разнообразны новые образцы чаройта и малахита, сердолика и янтара. Но, пожалуй, самый ценный экспонат — 224-килограммовая друза дымчатых кристаллов пьезокварца, привезенная с Урала. Здесь же стенды, рассказывающие о месторождениях горючих ископаемых — нефти и газа, торфа, угля и сланцев.

Материалы в отделе музея, который посвящен экзогенным геологическим процессам и геологической истории Земли, рассказывают о многих факторах, изменяющих поверхность Земли, — таких, как ветер, вода, мерзлота, различные биогенные факторы. Роль каждого из них меняется в зависимости от климата. Например, в высокогорных районах существенную роль в формировании рельефа играют лед и снег, в странах с сухим климатом — ветер. Очень интересен материал о жизни Мирового океана, его ресурсах, структуре вод и их динамике. Здесь можно увидеть красивые фотографии дна Тихого океана, познакомиться с интересной коллекцией рифостроящих кораллов Индийского океана.

Интересны залы музея, рассказывающие об истории Земли. Экспонируемая здесь геохронологическая шкала вводит посетителя в историю эволюции флоры и фауны с древнейших времен (~2,5·10<sup>9</sup> лет) до наших дней. Основной художественно-графический материал музея — живопись во фризях. Среди натуральных экспонатов интересны образцы известковых построек древних водорослей, коллекция примитивных членистоногих, очень крупный окаменелый аммонит. В зале «Новейшая история Земли» рассказывается об антропогенном периоде. Здесь представлена коллекция первобытных орудий труда и предметов искусства, уникальные находки — череп мамонта из до-

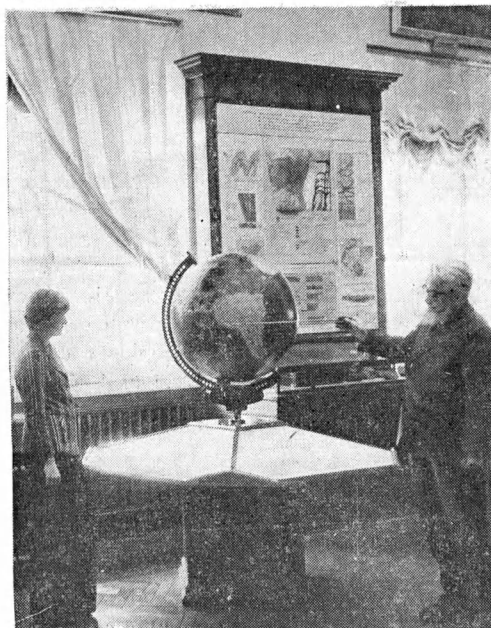


лины реки Унды (Восточное Забайкалье).

В самом крупном отделе музея, посвященном физико-географическим областям нашей планеты, уделено большое внимание природе Советского Союза и его ресурсам. На стендах представлен материал, показывающий преобразование природы Русской равнины, природу Урала — древней горной системы с ее богатыми недрами. Стенды этого отдела отражают своеобразие природы Кавказа, Крыма, Карпат, Средней Азии. Представлена и обширная территория Сибири и Дальнего Востока — края великих рек, равнин, гор и плоскогорий. Специальный электрифицированный стенд посвящен Ангаро-Енисейскому комплексу. Одно из его центральных мест занимает жемчужина нашей планеты — озеро Байкал. Интересен отдел исследований полярных областей Земли — Арктики и Антарктики.

Покидая музей, живо представляешь, как огромна и как мала наша планета Земля. Ее ресурсы велики, но все же не беспредельны, поэтому на сессии Верховного Совета СССР в июне 1980 года было принято решение об охране природы и рациональном использовании природных ресурсов Советского Союза.

**Н. И. ПИЛЮГИНА**



В залах музея

Фото А. ПЛЯМОВАТОГО



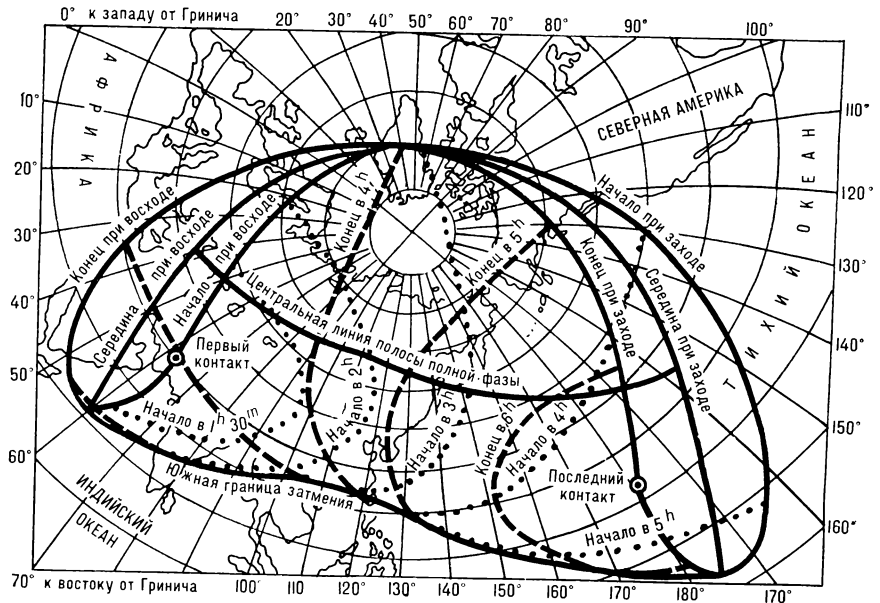
ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ  
АСТРОНОМИЯ

## Астрономические явления в 1981 году

**СОЛНЕЧНЫЕ ЗАТМЕНИЯ.** В 1981 году произойдут два солнечных затмения. **Кольцеобразное солнечное затмение 4 февраля** доступно наблюдению лишь в южной части Тихого океана, Австралии, Антарктиде, на юго-западе Южной Америки.

**Полное солнечное затмение 31 июля** можно будет увидеть на территории СССР. Полоса полной фазы пересечет Советский Союз с запада на восток — от Черного моря до Сахалина. В полосу попадают Очамчире, Гали, Ткварчели, Зугдиди, Нальчик, Майский, Малгобек, Моздок, Берчогур, Тургай, Амангельды. Целиноград находится на южной границе полосы. Далее полоса проходит через Славгород, Камень-на-Оби, Черепаново, Тальменка, Салаир, Гурьевск, Белово, Ленинск-Кузнецкий, станции Копьево и Ужур, Балахта, пристани Новоселово и Даурское на Енисее, Уяр, Партизанское, захватывает участок железнодорожной линии между станциями Ирбейское и Тайшет, а также Братск. В Забайкалье в полосе полной фазы окажутся поселки Средняя Олёкма, Тында и многие пункты БАМа, пристани Софийское и Мариинское на Амуре, город Александровск-Сахалинский. Подробнее об условиях видимости затмения и наблюдениях, которые смогут проводить любители астрономии во время затмения, журнал расскажет в одном из ближайших номеров.

**ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ.** На 1981-й год приходится два лунных затмения: **полутеневое 20 января**, которое доступно наблюдению на Дальнем Востоке, и **частное теневое 17 июля**, невидимое в СССР. Лунное затмение



20 января начнется в 8 часов 37,6 минуты (время московское), наибольшая фаза затмения (1,039) будет в 10 часов 51,7 минуты, закончится полутеневое затмение в 13 часов 05,7 минуты.

**ПЛАНЕТЫ.** 1981-й год интересен тем, что Юпитер и Сатурн всю первую половину года видны в созвездии Девы на расстоянии 1—3° друг

от друга. При этом Сатурн будет располагаться выше Юпитера.

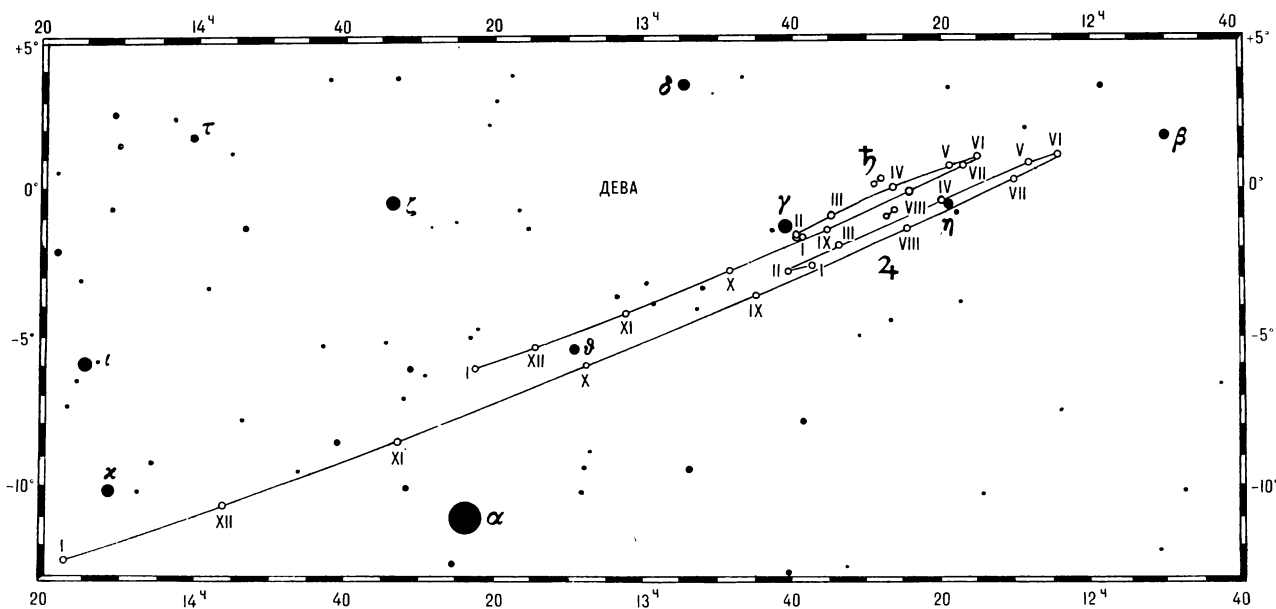
**Первый квартал.** Юпитер (звездная величина от  $-1,6$  до  $-2,0^m$ ) и Сатурн (от  $+1,0$  до  $+0,6^m$ ) восходят около полуночи и видны до рассвета, к концу марта планеты можно наблюдать всю ночь. Противостояние Юпитера приходится на 26 марта, Сатурна — на 27 марта.

Меркурий (от  $-0,8$  до  $+0,8^m$ ) виден вечером в третьей декаде января и первой декаде февраля. В первой половине марта его удастся наблюдать утром, но только на крайнем юге СССР.

В первой декаде января заканчивается эпоха утренней видимости Венеры ( $-3,4^m$ ).

■ *Карта видимости полного солнечного затмения 31 июля 1981 года*





Марс (+1,4<sup>m</sup>) в январе можно с трудом отыскать в лучах вечерней зари.

**Второй квартал.** Юпитер (-2,0<sup>m</sup>) и Сатурн (+0,8<sup>m</sup>) в апреле и мае видны ночью в южной части неба, в июне они заходят вскоре после полуночи.

Меркурий (от -1,2 до +1,0<sup>m</sup>) с 6—7 мая и до конца месяца можно обнаружить на фоне вечерней зари. Эта эпоха наиболее благоприятна для наблюдений, поскольку между наступлением вечера и заходом Меркурия проходит более 70 минут как в южных широтах, так и на широте Москвы.

Венера (-3,5<sup>m</sup>) 7 апреля будет в верхнем соединении. В конце мая и в июне планету удастся наблюдать лишь ранним вечером.

Марс не виден.

Уран (+5,8<sup>m</sup>) можно наблюдать ночью в бинокль в созвездии Весов.

Видимые пути Юпитера (♃) и Сатурна (♄) в 1981 году. Римскими цифрами отмечено положение планет первого числа каждого месяца года, знаком ☉ — противостояние планет

Противостояние планеты приходится на 19 мая.

Нептун (+7,7<sup>m</sup>) можно обнаружить в светосильный бинокль среди слабых звезд в южной части созвездия Змееносца. Противостояние планеты будет 14 июня.

**Третий квартал.** Меркурий (от +0,9 до -1,2<sup>m</sup>) во второй и третьей декадах июля виден в лучах утренней зари на юге СССР.

Хотя угловое расстояние Венеры (от -3,3 до -3,7<sup>m</sup>) от Солнца постепенно увеличивается с 23 до 43°, поиски ее на фоне вечерней зари затруднительны.

Марс (от +1,7 до +1,8<sup>m</sup>) во второй половине июля можно наблюдать в предутренние часы. В августе он перемещается по созвездию Близнецов, в сентябре — по созвездиям Рака и Льва.

Юпитер (-1,5<sup>m</sup>) и Сатурн (+1,2<sup>m</sup>) в июле видны ранним вечером.

**Четвертый квартал.** Меркурий (от +0,7 до -0,7<sup>m</sup>) в конце октября и первой половине ноября нетрудно отыскать на фоне утренней зари.

Венера видна вечером, 11 ноября она находится в наибольшей элонгации, но ее склонение составляет -26,8°. Блеск планеты максимален

(-4,4<sup>m</sup>) 16 декабря, когда она располагается в созвездии Козерога. В этот день Венеру можно наблюдать на протяжении двух часов. 30 декабря Венера меняет прямое движение на попятное, и продолжительность видимости ее начинает сокращаться.

Марс (от +1,7 до +0,9<sup>m</sup>) можно отыскать в предутренние часы в созвездии Льва и Девы.

Сатурн (+1,0<sup>m</sup>) со второй половины октября удастся наблюдать утром. В конце года он будет в 5° севернее α Девы.

С начала ноября Юпитер (-1,3<sup>m</sup>) виден восточнее Марса и Сатурна. Планеты располагаются между созвездиями Девы и Весов.

**В. С. ЛАЗАРЕВСКИЙ**

**КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ, ЗАПУЩЕННЫЕ В СССР В 1979 ГОДУ**

№№ п/п	Обозначение объекта	Наименование объекта	Дата запуска	Дата прекращения или срок существования	Наклонение, град	Период, мин	Перигей, км	Апогей, км
Время мировое								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Искусственные спутники Земли серии «Космос»</b>								
1.	1979-01A	Космос-1070	11.I	20.I	62,8	89,5	214	316
2.	1979-02A	Космос-1071	13.I	26.I	62,8	89,7	190	360
3.	1979-03A	Космос-1072	16.I	1200 лет	83	105	983	1030
4.	1979-06A	Космос-1073	30.I	12.II	62,8	89,6	187	350
5.	1979-08A	Космос-1074	31.I	1.IV	51,6	88,8	203	258
6.	1979-10A	Космос-1075	8.II	6 лет	65,8	94,6	475	521
7.	1979-11A	Космос-1076	12.II	60 лет	82	97	647	678
8.	1979-12A	Космос-1077	13.II	60 лет	81,2	97,3	629	651
9.	1979-16A	Космос-1078	22.II	2.III	72,9	89	180	306
10.	1979-19A	Космос-1079	27.II	11.III	67,1	89,6	179	359
11.	1979-23A	Космос-1080	14.III	28.III	72,9	89,2	180	320
12.	1979-24A	Космос-1081 *	15.III	7000 лет	74	115,4	1455	1526
13.	1979-24B	Космос-1082		8000 лет	74	114,8	1424	1466
14.	1979-24C	Космос-1083		9000 лет	74	115,0	1443	1465
15.	1979-24D	Космос-1084		9000 лет	74	115,2	1463	1469
16.	1979-24E	Космос-1085		10 000 лет	74	115,7	1467	1507
17.	1979-24F	Космос-1086		10 000 лет	74	115,5	1468	1484
18.	1979-24G	Космос-1087		10 000 лет	74	115,9	1468	1526
19.	1979-24H	Космос-1088		10 000 лет	74	116,1	1466	1548
20.	1979-26A	Космос-1089	21.III	1200 лет	83	104,9	986	1016
21.	1979-27A	Космос-1090	31.III	13.IV	72,9	89,8	212	354
22.	1979-28A	Космос-1091	7.IV	1200 лет	83	105	985	1024
23.	1979-30A	Космос-1092	11.IV	1200 лет	83	105	983	1021
24.	1979-32A	Космос-1093	14.IV	60 лет	81,3	97,3	625	650
25.	1979-33A	Космос-1094	18.IV	7.XI	65	93,3	437	457
26.	1979-34A	Космос-1095	20.IV	4.V	72,9	90,3	209	404
27.	1979-36A	Космос-1096	25.IV	24.XI	65	93,3	439	457
28.	1979-37A	Космос-1097	27.IV	27.V	62,8	89,6	180	357
29.	1979-40A	Космос-1098	15.V	28.V	72,9	89,8	180	382
30.	1979-41A	Космос-1099	17.V	30.V	81,4	89,2	224	274
31.	1979-42A	Космос-1100 **	22.V	23.V	51,6	—	199	230
32.	1979-42B	Космос-1101	22.V	23.V				
33.	1979-43A	Космос-1102	25.V	7.VI	81,4	89,2	222	288
34.	1979-45A	Космос-1103	31.V	14.VI	62,8	90,8	264	396
35.	1979-46A	Космос-1104	31.V	1200 лет	83	104,9	979	1022
36.	1979-52A	Космос-1105	8.VI	21.VI	81,4	89,2	223	281
37.	1979-54A	Космос-1106	12.VI	25.VI	81,4	89,1	222	264
38.	1979-55A	Космос-1107	15.VI	29.VI	72,9	89,5	209	328
39.	1979-56A	Космос-1108	22.VI	5.VII	81,3	89,1	224	272
40.	1979-58A	Космос-1109	27.VI	17 лет	62,8	720	626	40 130
41.	1979-60A	Космос-1110	28.VI	120 лет	74	101	792	838
42.	1979-61A	Космос-1111	29.VI	14.VII	63	90,4	264	353
43.	1979-63A	Космос-1112	6.VII	30.I.1980	50,7	93,4	345	552
44.	1979-64A	Космос-1113	10.VII	23.VII	65	89,5	180	350
45.	1979-65A	Космос-1114	11.VII	9 лет	74	95,2	507	558
46.	1979-66A	Космос-1115	13.VII	26.VII	81,4	89,1	222	263
47.	1979-67A	Космос-1116	20.VII	60 лет	81,2	97,1	608	649
48.	1979-68A	Космос-1117	25.VII	7.VIII	62,8	89,6	187	349
49.	1979-69A	Космос-1118	27.VII	9.VIII	81,4	89,1	222	273
50.	1979-71A	Космос-1119	3.VIII	15.VIII	81,3	89,1	222	267
51.	1979-73A	Космос-1120	11.VIII	24.VIII	70,4	89,8	181	376
52.	1979-74A	Космос-1121	14.VIII	13.IX	67,2	89,7	180	375
53.	1979-75A	Космос-1122	17.VIII	30.VIII	81,4	89,1	218	260
54.	1979-76A	Космос-1123	21.VIII	3.IX	81,4	89,1	221	266
55.	1979-77A	Космос-1124	28.VIII	25 лет	62,8	724	620	40 070
56.	1979-78A	Космос-1125	28.VIII	120 лет	74	100,9	795	834
57.	1979-79A	Космос-1126	31.VIII	14.IX	72,9	90,5	208	421
58.	1979-80A	Космос-1127	5.IX	18.IX	81,4	89,4	226	300
59.	1979-81A	Космос-1128	14.IX	27.IX	62,8	89,6	184	352
60.	1979-83A	Космос-1129	25.IX	14.X	62,8	90,5	226	406
61.	1979-84A	Космос-1130 ***	25.IX	7000 лет	74	115	1446	1515

Орбита подобна 1979-42A

1	2	3	4	5	6	7	8	9
62.	1979-84B	Космос-1131		8000 лет	74	114,8	1410	1486
63.	1979-84C	Космос-1132		9000 лет	74	115	1429	1483
64.	1979-84D	Космос-1133		9000 лет	74	115,2	1441	1485
65.	1979-84E	Космос-1134		10 000 лет	74	115,3	1455	1486
66.	1979-84F	Космос-1135		10 000 лет	74	115,5	1465	1493
67.	1979-84G	Космос-1136		10 000 лет	74	115,7	1472	1501
68.	1979-84H	Космос-1137		10 000 лет	74	115,9	1472	1519
69.	1979-85A	Космос-1138	28.IX	12.X	72,9	90,2	210	398
70.	1979-88A	Космос-1139	5.X	18.X	72,9	89,9	212	357
71.	1979-89A	Космос-1140	11.X	120 лет	74	101	781	818
72.	1979-90A	Космос-1141	16.X	1200 лет	82,9	104,7	976	1014
73.	1979-92A	Космос-1142	22.X	4.XI	72,9	90,3	208	408
74.	1979-93A	Космос-1143	26.X	60 лет	81,2	97,4	625	665
75.	1979-97A	Космос-1144	2.XI	4.XII	67,2	89,8	179	378
76.	1979-99A	Космос-1145	27.XI	60 лет	81,2	97,3	629	652
77.	1979-100A	Космос-1146	5.XII	1 год	65,9	93,9	441	497
78.	1979-102A	Космос-1147	12.XII	26.XII	72,9	90,3	207	407
79.	1979-106A	Космос-1148	28.XII	10.1.1980	67,1	89,7	180	367

**Искусственные спутники Земли народнохозяйственного назначения  
Спутники связи**

1.	1979-04A	Молния-3	18.I	19 лет	62,8	736	474	40 806
2.	1979-15A	Экран	21.II	1 млн. лет	0,35	1436	35 780	35 780
3.	1979-31A	Молния-1	12.IV	11 лет	62,9	735	656	40 590
4.	1979-35A	Радуга	25.IV	1 млн. лет	0,4	1442	36 000	36 000
5.	1979-48A	Молния-3	5.VI	12 лет	62,5	735	473	40 769
6.	1979-62A	Горизонт	5.VII	1 млн. лет	0,8	1477	36 550	36 550
7.	1979-70A	Молния-1	31.VII	19 лет	62,8	737	470	40 860
8.	1979-87A	Экран	3.X	1 млн. лет	0,45	1424	35 557	35 557
9.	1979-91A	Молния-1	20.X	12 лет	62,8	736	640	40 640
10.	1979-105A	Горизонт	28.XII	1 млн. лет	0,8	1463	36 300	36 300

**Метеорологические спутники**

1.	1979-05A	Метеор	25.I	60 лет	98	97,4	628	656
2.	1979-21A	Метеор-2	1.III	500 лет	81,2	102,3	857	908
3.	1979-95A	Метеор-2	31.X	500 лет	81,2	102,6	877	904

**Пилотируемые корабли и орбитальные станции, грузовые корабли**

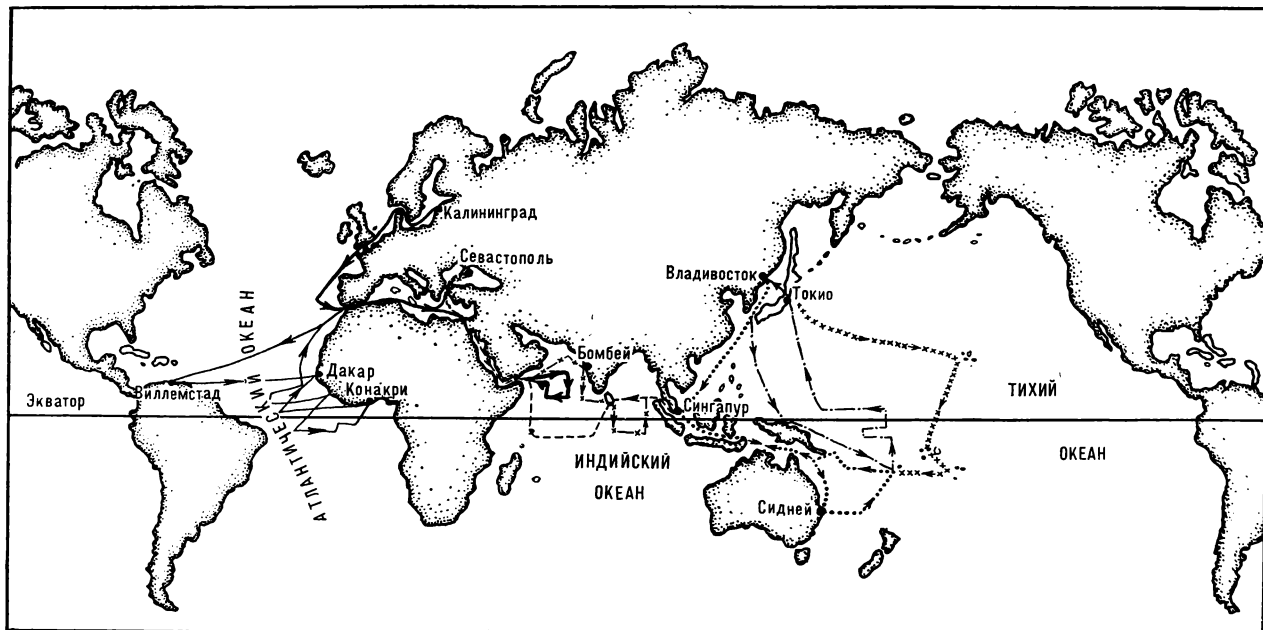
1.	1979-18A	Союз-32 ****	25.II	13.VI	51,6	89,6	244	283
2.	1979-22A	Прогресс-5	12.III	5.IV	51,6	88,8	191	269
3.	1979-29A	Союз-33	10.IV	12.IV	51,6	90,1	273	330
4.	1979-39A	Прогресс-6	13.V	9.VI	51,6	88,8	193	268
5.	1979-49A	Союз-34 ****	6.VI	19.VIII	51,6	88,9	198	270
6.	1979-59A	Прогресс-7	28.VI	20.VII	51,6	88,8	193	270
7.	1979-103A	Союз-Т *****	16.XII	25.III.1980	51,6	88,6	201	232

**Специализированные автоматические аппараты**

1.	1979-20A	Интеркосмос-19	27.II	30 лет	74	99,8	502	996
2.	1979-51A	Бхаскара *****	7.VI	9 лет	50,7	95,15	512	557
3.	1979-96A	Интеркосмос-20	1.XI	1,5 года	74	94,4	467	523

**Примечание:**

- \* Космосы-1081—1088 выведены на орбиту одной ракетой-носителем;
- \*\* Космосы-1100 и -1101 выведены на орбиту одной ракетой-носителем;
- \*\*\* Космосы-1130—1137 выведены на орбиту одной ракетой-носителем;
- \*\*\*\* Параметры движения кораблей «Союз-32, -33» приведены после коррекции начальных орбит;
- \*\*\*\*\* Запуск корабля «Союз-34» произведен в беспилотном варианте;
- \*\*\*\*\* Запуск корабля «Союз-Т» произведен в беспилотном варианте;
- \*\*\*\*\* Индийский искусственный спутник Земли, выведенный на орбиту советской ракетой-носителем.



— «Академик Курчатов»  
 - - - «Михаил Ломоносов»  
 - - - «Профессор Водяницкий»  
 - · - · «Калисто»

· · · · «Профессор Богоров»  
 x x x x «Дмитрий Менделеев»  
 - x - x «Академик Вернадский»

## РЕЙСЫ КОРАБЛЕЙ НАУКИ (декабрь 1979 — июль 1980)

С декабря 1979 по март 1980 года в Красном море проходила совместная экспедиция в составе трех судов Института океанологии АН СССР — «Академика Курчатова», «Профессора Штокмана» и «Акванавта». С глубоководного обитаемого аппарата «Пайсис» и других подводных аппаратов исследовалась рифтовая зона («Земля и Вселенная», 1980, № 5, с. 53—57. — *Ред.*).

Судно «Дмитрий Менделеев», принадлежащее тому же институту, с января по март проводило научные исследования в Тихом океане, главным образом, в экваториальной системе течений: изучалась изменчивость гидрологических полей, процессы циркуляции и перемешивания вод.

Рейс судна «Профессор Богоров» (Дальневосточный научный центр АН СССР) продолжался с декабря 1979 года по март 1980 и проходил в тропической зоне Тихого океана. Ученые занимались химическими и биологическими исследованиями морских организмов.

Геолого-геофизическая экспедиция на судах «Пегас» и «Морской геофизик» (Сахалинский комплексный научно-исследовательский институт) с января по март изучала характер сочленения блоков литосферы Евразии и Тихого океана в различных условиях.

Экипаж судна «Калисто» (Даль-

невосточный научный центр АН СССР) выполнял вторую комплексную экспедицию по международной программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера». На островах субтропической и тропической зон Тихого океана с мая этого года осуществляется, в частности, проект «Экосистемы островов и их рациональное использование».

Экспедиция на судне «Михаил Ломоносов» (Морской гидрофизический институт АН УССР) с октября 1979 по февраль 1980 года проводила всестороннее изучение вод Карибско-Мексиканского бассейна. Особое внимание уделялось Гольфстриму — важнейшей водной артерии, влияющей на климат и промышленное рыболовство в сопредельных акваториях Мирового океана («Земля и Вселенная», 1965, № 5, с. 53—56. — *Ред.*). В программу входили также расширенные исследования вдоль западного побережья Африки на основе совместного советско-гвинейского соглашения.

Научно-исследовательские работы в северо-восточной Атлантике, на шельфах Баренцева, Норвежского, Северного и Балтийского морей с февраля по июнь проводило судно «Дальние Зеленцы» (Мурманский морской биологический институт). Измерялась степень загрязнения вод и осадков и их влияние на первичные звенья пищевой цепи морских организмов.

В Индийском океане экспедиционные исследования выполнял «Ака-

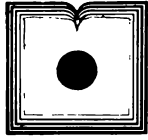
демик Вернадский» (Морской гидрофизический институт АН УССР). В программу их входили гидрофизические, гидрооптические, гидрохимические и биологические исследования. В рейсе, длившемся с марта по июнь, оценивались промысловые ресурсы Индийского океана.

Экспедиция на судне «Профессор Водяницкий» (Институт биологии южных морей АН УССР) проводилась по теме «Крупномасштабное районирование продуктивности пелагического сообщества океана». Изучение биологических ресурсов в глубоководных районах за пределами 200-мильных зон — актуальная проблема освоения Мирового океана. Экспедиция работала с марта по июль на западе Индийского океана.

Члены экспедиции на судне «Академик Ковалевский» (Институт биологии южных морей АН УССР) занимались сравнительным изучением экологии массовых организмов. В Эгейском море, Туниском проливе, восточной и центральной частях Средиземного моря, Адриатическом и Черном морях проводились эксперименты, связанные с потреблением пищи; ростом и энергетическим обменом некоторых рыб и беспозвоночных.

Экспедиция на судне «Аю-Даг» (Академия наук ЭССР) работала в Балтийском море. Изучались оптические свойства открытой части моря, взаимосвязь синоптической изменчивости с общей циркуляцией вод.

Г. Я. ЩЕРБАКОВ



КНИГИ  
О ЗЕМЛЕ  
И НЕБЕ

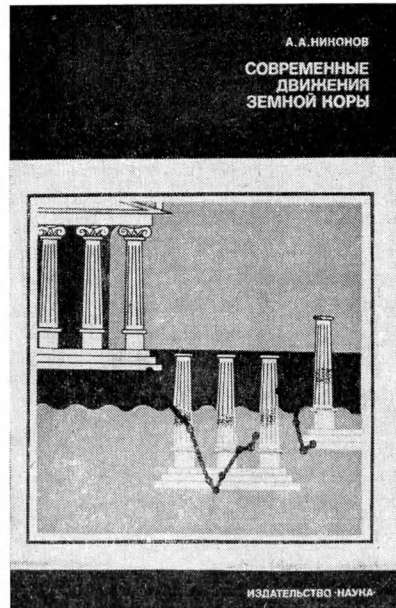
Профессор  
А. А. ИЗOTOB

## Что мы знаем о движениях земной коры?

Каждому поколению людей лик Земли представляется застывшим и неизменным во времени. Только в сейсмических районах под воздействием случающихся там сильных землетрясений иногда возникают видимые невооруженным глазом смещения, деформации и разрывы земной коры. Однако точные наблюдения и измерения показывают, что в действительности земная кора повсюду активна и подвержена тем или иным деформациям и движениям, обусловленным различными геотектоническими и геодинамическими процессами.

В недавно вышедшей книге доктора геолого-минералогических наук А. А. Никонова «Современные движения земной коры» (М., «Наука», 1979) собраны и обобщены накопленные к настоящему времени данные о движениях земной коры в различных частях земного шара. Эти данные имеют большое научно-познавательное значение, так как позволяют хотя бы косвенно судить о геотектонических и геодинамических процессах, развивающихся в недоступных для наблюдений глубинных недрах Земли. Данные о современных движениях земной коры важны и для практики, поскольку эти движения могут влиять на разные стороны хозяйственной деятельности человека.

В прошлом наиболее выразительным примером вертикальных движений земной коры служило давно замеченное послеледниковое поднятие Фенноскандии (Скандинавия). Рецензируемая книга содержит анализ важнейших материалов более чем 150-летнего изучения этого феномена. В прошлом также было высказано



предположение, что поднятие Фенноскандии — это результат выпрямления земной коры, прогнувшейся под давлением ледника в эпоху последнего оледенения. Так возникла признанная теперь идея о гляциоизостазии, то есть о нарушении и восстановлении равновесия напряжений в земной коре под действием образовавшейся и затем исчезнувшей мощной ледниковой нагрузки («Земля и Вселенная», 1977, № 3, с. 26—31.—Ред.). В своей книге А. А. Никонов приводит много аргументов в пользу гляциоизостазии. Он также доказывает, что законы гляциоизостазии действуют на всем протяжении северных побережий Евразии и Северной Америки, где земная кора и в настоящее время продолжает испытывать послеледниковые поднятия.

В книге подчеркивается, что вертикальные движения земной коры управляются не только и не столько законами гляциоизостазии, сколько другими причинами, которые еще мало изучены. Обширный и интересный материал исследований показывает, что поднятия и опускания земной коры со скоростью, достигающей иногда 10 мм в год, происходят и в равнинных и платформенных районах, никогда не подвергавшихся оледенению. Эти движения обусловлены различными геотектоническими и геодинамическими процессами в глубинных недрах Земли, о природе которых ученые пока высказывают лишь те или иные предположения.

Естественно, что А. А. Никонов в своей книге большое внимание уделил результатам изучения вертикальных и горизонтальных движений земной коры, связанных с землетрясениями и извержениями вулканов. Эти грозные пароксизмы земных недр иногда в считанные секунды вызывают заметные поднятия и опускания обширных участков суши и морского дна, видимые глазу смещения и разрывы земной поверхности. Как сами землетрясения и извержения вулканов, так и сопутствующие им деформации земной коры готовятся постепенно и долго. Поэтому изучать поведение земной коры в сейсмических и вулканических районах, как показано в книге на некоторых примерах, важно для предсказания времени землетрясений и извержений вулканов.

Почти в самом начале нашего столетия А. Вегенер выдвинул гипотезу о движении материков. Проблема эта

продолжает привлекать внимание геологов и геофизиков, астрономов и геодезистов и уже породила обширную литературу. Дав обзор литературы и проанализировав имеющиеся данные по этой фундаментальной проблеме, А. А. Никонов приходит к естественному выводу: нет никаких оснований отрицать, что материка движутся и в современную эпоху. Но вместе с тем пока нет и бесспорных данных, позволяющих вполне обоснованно судить о характере, направлениях и скоростях этих движений. Необходимо продолжать дальнейшие исследования преимущественно измерительными астрономо-геодезическими методами, которые теперь уже имеются и непрерывно совершенствуются в смысле их точности («Земля и Вселенная», 1975, № 4, с. 6—14.—Ред.).

Очень интересен последний раздел книги, где речь идет о влиянии хозяйственных и инженерно-технических мероприятий на поведение земной коры. По существу здесь неожиданно

проявляется одна из сторон проблемы об охране природы, хотя сам автор непосредственно ее и не касается. Он приводит примеры и факты, которые убедительно показывают, что извлечение полезных ископаемых из недр Земли, подземные взрывы, строительство крупных гидротехнических сооружений и создание обширных водохранилищ приводят к сдвигам масс земной коры, заметным опусканиям и поднятиям значительных участков поверхности, а иногда провоцируют и ощутимые землетрясения («Земля и Вселенная», 1979, № 6, с. 16—19.—Ред.). Приводятся даже случаи, когда из-за деформаций земной коры, обусловленных инженерной деятельностью человека, были полностью разрушены крупные гидротехнические сооружения. Эти примеры наглядно подтверждают важность и актуальность изучения современных движений земной коры не только с научной, но и с практической точки зрения.

Хотя в изучении современных дви-

жений земной коры уже достигнуты значительные успехи (особенно в СССР, Японии и США), тем не менее о них мы знаем очень мало. В частности, как показано в книге, мы еще не располагаем бесспорными сведениями о горизонтальных смещениях земной поверхности, пока не совсем хорошо понимаем закономерности различных движений земной коры и различных причин, их порождающих. Ясно только, что перед науками о Земле стоят интересные и трудные проблемы, решение которых требует целенаправленных коллективных усилий геологов, геофизиков и астрономо-геодезистов.

Можно надеяться, что книга А. А. Никонова привлечет к себе внимание как научных и инженерно-технических работников, так и широкого круга читателей, интересующихся жизнью земной коры и Земли в современную эпоху.

## Книги 1981 года

### ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ

В 1981 году Гидрометеоздат готовит к выпуску книги по всем основным разделам гидрометеорологической науки. Физические процессы в атмосфере и океане, гидрометеорологические прогнозы и обслуживание народного хозяйства, изучение Мирового океана и водных ресурсов Земли, Арктика и Антарктика, охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов по-прежнему составляют темы учебников, монографий, научно-популярных книг. Среди учебников будут выпущены «Авиационная метеорология» А. М. Баранова и С. В. Солонина, «Метеорологическое обес-

печение народного хозяйства» Л. А. Хандожко, «Морская гидрометрия» А. В. Остроухова и Ю. И. Шамраева.

В 1981 году предполагается выпустить ряд интересных монографий. Это — «Атмосфера Земли с «Салюта-6» (в авторский коллектив книги входят летчики-космонавты СССР В. В. Коваленок и А. С. Иванченков), «Климат планет» члена-корреспондента АН СССР К. Я. Кондратьева и Е. П. Борисенкова, «Проблема солнечной активности и солнечно-атмосферных связей» посвящены книги Р. Гольдберга и Дж. Германа «Солнце, погода и климат» (перевод с английского), «Солнечный цикл» члена-корреспондента АН СССР А. С. Монины. В книге «Пиргелиметрия»

А. А. Кмито впервые даны систематизированные сведения об изучении солнечной радиации.

Для специалистов, занимающихся вопросами охраны природной среды, готовятся книги «Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем», т. 4 под редакцией члена-корреспондента АН СССР Ю. А. Израэля (предыдущие три тома выпущены Гидрометеоздатом в 1978—1980 гг.) и «Энергия и климат», написанная коллективом авторов, в числе которых Х. Перри, Х. Ландсберг, Д. Митчел (перевод с английского). Фундаментальная разработка актуальных проблем океанологии содержится в книге Д. Е. Гершановича и А. М. Муромцева «Океанологи-



## ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»

В этом издательстве готовятся к выпуску учебники, учебные пособия, справочники, производственно-техническая, производственно-массовая, научная и научно-популярная литература по геологии, геофизике и геодезии.

В 1981 году будет выпущена монография **Н. А. Беляевского «Строение земной коры континентов по геолого-геофизическим данным»**. В ней обобщены результаты отечественных и зарубежных исследований земной коры и верхней мантии в Евразии, Северной и Южной Америке, Африке, Австралии, Антарктиде. Книга адресована преподавателям, аспирантам и студентам-старшекурсникам, а также всем, кто интересуется науками о Земле.

В книге **А. Н. Волкова, А. А. Гагельганца, А. Ю. Юнова, О. Д. Корсакова, Г. Н. Серебренникова «Строение и нефтегазоносность окраины континентов»** рассматриваются нефтегазоносные бассейны и дается прогноз перспектив нефтегазоносности различных территорий. Эту же проблему разрабатывает **В. Я. Троцюк** в книге «Прогноз нефтегазоносности акваторий». Обе книги будут полезны многим геологам, геохимикам и океанологам.

В 1981 году предполагается выпустить 10 научно-популярных изданий. Привлекает внимание книга **В. П. Гаврилова «Как устроены и чем богаты наши недра»**. Читатели познакомятся с месторождениями каменного угля, нефти, газа и рудного сырья.

О горючем газе — лучшем топливе и ценном сырье для химической промышленности — читатели узнают из книги **А. Л. Козлова и др. «Природное топливо планеты»**. Она повествует о том, как образуется природный газ, как его ищут, добывают, хранят, транспортируют и перерабатывают.

Для читателей, интересующихся геологией и освоением ресурсов нашей планеты, предназначена книга **М. К. Калинко «Тайны образования нефти и горючих газов»**. Автор увлекательно рассказывает о происхож-

дении нефти и газов, их составе и свойствах, о методах поисков месторождений и мировой добыче этих ценных полезных ископаемых.

**Т. В. ЧЕРКАСОВА**

## ИЗДАТЕЛЬСТВО «МЫСЛЬ»

Среди литературы, выпускаемой издательством «Мысль» в 1981 году, привлекает внимание книга **И. И. Акимушкина «Причуды природы»**, рассказывающая о необычных, а порой парадоксальных явлениях, встречающихся в животном и растительном мире: летающих змеях, деревьях-людоедах, бегающих на задних лапах крокодилах. Книга **В. А. Ветлина «Ускользящие жемчужины»** посвящена редким и исчезающим растениям нашей страны, а «Энергетика и природа» **В. Б. Козлова** — возможно-му влиянию на окружающую среду таких еще пока мало используемых источников энергии, как солнечная, геотермальная, приливная, ветровая.

Интересны книги о путешествиях. «Свежий ветер океана» **Е. П. Федоровского** рассказывает о плавании на катере по Ледовитому океану по пути древних поморов. **Л. В. Пасенюк** в книге «В одиночку на острове Беринга» увлекательно описывает путешествие на редко посещаемые людьми Командорские острова. Известный норвежский исследователь **Т. Хейердал** посвятил свою книгу «Древний человек и океан» (перевод с английского) океанским плаваниям на заре цивилизации.

Научная литература будет представлена книгами: **Б. В. Виноградов «Преобразование Земли: взгляд из Космоса»** — первое систематическое изложение основных результатов аэрокосмического изучения влияния человеческой деятельности на природную среду; **А. А. Григорьев «Города и окружающая среда»** (космические исследования) — описание результатов дешифрирования и анализа разнотипных космических изображений многих городов и окружающих их ландшафтов; **И. Я. Блехцин, В. А. Минеев «Производительные си-**

ческие основы биологической продуктивности Мирового океана».

В 1981 году предполагается издать 15 научно-популярных книг и очередной выпуск ежегодного гидрометеорологического сборника «Человек и стихия-82». Книга **П. Д. Астапенко «Вопросы о погоде»** включает проблемы современной метеорологии. Научно-популярная книга **В. М. Альтшулера и В. М. Гурвича «Лунные ритмы»** (2-е дополненное и переработанное издание) рассказывает о приливах, а «Энергия волн» **Д. Росса** (перевод с английского) — о применении энергии волн в хозяйственной деятельности человека. Влиянию ветра, течений, волн, приливов на парусные суда посвятил свою книгу английский яхтсмен **Ян Проктор**. Называется она «Плавание под парусом. Ветер и течения» (перевод с английского).

Разнообразные аспекты экологических проблем рассматриваются в книге «Экология» (перевод с французского). Автор — **П. Агесс**, президент Федерации обществ охраны природы во Франции, — рассказывает о биосфере и ее компонентах, о роли человека в биосфере, о современном состоянии природной среды.

К 25-летию советских исследований Антарктиды будет издана книга Героя Социалистического Труда, члена-корреспондента АН СССР **А. Ф. Трешникова «Антарктида: исследование, открытия»**. Этой же теме посвящены книги **Б. И. Кошечкина «Имена на скале»** и **В. А. Маркина «Планеты ледяной венец»**.

**З. В. БУЛАТОВА**

лы СССР и окружающая среда» — всестороннее рассмотрение вопросов, связанных с учетом экологических факторов при обследовании размещения отраслей промышленного производства; **Б. Л. Черкасский «Преобразование природы и здоровье человека»** — рассказ о том, как в различных географических условиях Земли формируются природные очаги тех или иных инфекционных болезней, как на их эволюцию влияет хозяйственная деятельность человека; **М. В. Колодин «Вода и пустыни»** посвящается водным ресурсам мира и их распределению, водообеспеченности засушливых районов и уровням водопотребления в настоящее время и в будущем.

Особенно выделяется в этом списке литературы книга **А. Ф. Плахотника «Структура наук об океане»**, в которой повествуется о самой науке, изучающей природу океанов и морей.

**А. Ф. ПЛАХИН**

## ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР»

В 1981 году Редакция космических исследований, астрономии и геофизики издательства «Мир» выпустит книги, предназначенные для специалистов и широкого круга читателей.

В книге **«Наблюдения визуально-двойных звезд»** (перевод с французского) французский астроном **П. Куто** рассказывает о современных методах наблюдений двойных звезд и о результатах этих наблюдений. Описаны инструменты, различная вспомогательная аппаратура, способы обработки измерений и вычисления орбит. В приложении дан каталог 744 двойных звезд.

Недавно исполнилось 100 лет со дня открытия спутников Марса. О том, что мы знаем сейчас о них, их происхождении и будущей судьбе рассказывается в сборнике статей американских астрономов **«Спутники Марса»** (перевод с английского). Сборник иллюстрируется снимками спутников Марса, полученными с

космических аппаратов «Маринер» и «Викинг».

Новая книга английского астронома **Р. Дж. Тейлера «Галактики: строение и эволюция»** (перевод с английского) отличается емкостью содержания при небольшом объеме, умелым анализом богатейшего материала наблюдений, доступностью изложения.

В книге **Дж. Вуд «Солнце, Луна и древние камни»** (перевод с английского) описаны мегалитические памятники Западной Европы, история их создания и возможное астрономическое назначение. Книга служит прекрасным дополнением широко известных книг **Дж. Хокинса «Разгадка тайны Стоунхенджа»** и **«Кроме Стоунхенджа»**.

Американский геофизик **Б. Болт** в своей книге **«Землетрясения. Общедоступный очерк»** (перевод с английского) знакомит читателя с географическим распределением и механизмом землетрясений, с возможностью прогноза сейсмических ударов. Учебные пособия будут представлены несколькими изданиями.

В книге **А. Роя «Движение по орбитам»** (перевод с английского) дано систематическое изложение теории движения естественных и искусственных небесных тел как общей задачи небесной механики и космической навигации. Книга снабжена многочисленными задачами теоретического и прикладного характера.

В книге **П. ле Блона, Л. Майсека «Волны в океане»** (перевод с английского) рассказывается об океанских волнах, охватывающих весь спектр колебательных движений — от сантиметров до километров и от долей секунды до нескольких лет. Приводится много диаграмм и графиков, а также практических задач и примеров.

Книга **К. Уотерса «Отражательная сейсмология»** (перевод с английского) посвящена методу отраженных волн. Этот новый и весьма перспективный метод прикладной геофизики теперь применяют при изучении земной коры и поисков полезных ископаемых.

В разделе научной литерату

туры издательство выпустит пять книг. В сборник **«Крупномасштабная структура Вселенной»** (под редакцией М. Лонгейра и Я. Эйнасто, перевод с английского) включены материалы Таллинского (1977 г.) симпозиума Международного астрономического союза, посвященного современному состоянию космологии и внегалактической астрономии.

В сборнике **«Оптические телескопы будущего»** (под редакцией Ф. Пачини и др., перевод с английского и французского) подробно рассмотрены проекты крупнейших многозеркальных телескопов, устройств с применением активной оптики.

Монография **Л. Спитцера «Физические процессы в межзвездной среде»** (перевод с английского) посвящена взаимодействию излучения с пылью и газом межзвездного пространства, которое определяет физику и химию межзвездной среды, в том числе образование пылинок из газа, возбуждение мощного индуцированного излучения.

В книге **Дж. Чемберлена «Теория планетных атмосфер: введение в их физику и химию»** (перевод с английского) рассматриваются атмосферные процессы на Венере, Марсе, Юпитере.

Процесс прохождения через атмосферу мощного пучка лазерного излучения с точки зрения задач геофизики, метеорологии и атмосферной оптики детально анализируется в сборнике **«Распространение лазерного пучка в атмосфере»** (под редакцией И. Штробена, перевод с английского).

Зав. Редакцией космических исследований,  
астрономии и геофизики  
**Л. В. САМСОНЕНКО**

## ИЗДАТЕЛЬСТВО «МАШИНОСТРОЕНИЕ»

Книга-альбом **«Советская космонавтика»** посвящена 20-й годовщине полета Ю. А. Гагарина. В работе над ней приняли участие известные советские ученые, конструкторы, космо-



навты, журналисты. В альбоме отражены история отечественной космонавтики, комплексные исследования автоматическими аппаратами ближнего и дальнего космоса, планет Солнечной системы, создание долговременных орбитальных станций и использование космонавтики в интересах народного хозяйства, международное сотрудничество в освоении космического пространства в мирных целях. Он содержит более 600 фотографий. Многие из них публикуются впервые. К альбому прилагается пластинка с записями выступлений К. Э. Циолковского, С. П. Королева и Ю. А. Гагарина.

Книга «Салют-6» — «Союз» — «Прогресс»: работа на орбите» написана большим авторским коллективом, в который вошли создатели станции и транспортных кораблей, разработчики и испытатели систем, ученые, космонавты. Это — подробный рассказ о станции «Салют-6», о работе ее экипажей (в том числе междуна-

родных). Книга иллюстрирована уникальными бортовыми фотодокументами, цветными схемами.

Большой авторский коллектив, возглавляемый академиком Б. Н. Петровым, подготовил к 15-летию Совета «Интеркосмос» книгу «Орбиты сотрудничества». В ней представлены международные программы сотрудничества СССР в исследовании космического пространства. Основное внимание авторы уделяют результатам научных экспериментов в космосе и перспективам работ, выполняемых Советским Союзом в кооперации с учеными социалистических, капиталистических и развивающихся стран. Отдельная глава посвящена результатам совместных полетов советских космонавтов и космонавтов социалистических стран.

Авторы книги «Космическая гавань» фотожурналисты А. Ф. Молчанов и А. А. Пушкарев познакомят читателей с историей космодрома Байконур, с тем, как готовятся и

осуществляются запуски космических кораблей, как провожает и встречает космодром покорителей космоса.

В книге «Популярная космонавтика» Н. А. Варваров доступно излагает строение Солнечной системы и основные законы движения небесных тел, устройство ракетно-космических комплексов, рассказывает об условиях космического полета и об использовании космической техники в интересах народного хозяйства.

Издательство также выпустит ряд монографий, посвященных различным проблемам космонавтики. Это — книги Г. Т. Берегового и др. «Деятельность космонавта в полете и повышение ее эффективности», Ю. С. Саврасова «Методы определения орбит космических объектов», А. Е. Безменова и В. А. Алексашенко «Радиофизические и газодинамические проблемы прохождения атмосферы».

Редактор Редакция космонавтики  
О. С. РОДЗЕВИЧ

## Указатель статей, опубликованных в «Земле и Вселенной» в 1980 году

Адамович Б. А.—Жизнеобеспечение в космосе . . . . .	6	Городницкий А. М.—Твердое дно океана	4
Александров А. М.—Беседа в Центре управления полетом . . . . .	6	Докучаева О. Д.—Техника астрономической фотографии . . . . .	5
Баранов В. Б.—Солнечный ветер и межзвездная среда . . . . .	2	Заксон М. Б., Кардашев Н. С., Савин А. И., Соколов А. Г., Феоктистов К. П.—Первый радиотелескоп в космосе . . . . .	4
Барсуков В. Л.—Луна — далекая и близкая	3	Израэль Ю. А., Симонов А. И., Цыбань А. В.—Исследование загрязнения Тихого океана . . . . .	3
Барсуков В. Л., Богатилов О. А., Нефедов В. И.—Необычайное свойство лунного реголита . . . . .	4	Каплунов М. Б., Паянский Ю. М.—Космическая связь на Олимпиаде-80 . . . . .	3
Береговой Г. Т.—Юбилей Звездного городка	5	Климук П. И.—Космические долгожители . . . . .	2
Брагинский В. Б.—Проблема обнаружения гравитационных волн . . . . .	3	Комберг Б. В.—Радиогалактика Центавр А . . . . .	2
Варшалович Д. А., Левшаков С. А.—Квазары и молекулярные облака . . . . .	3	Корт В. Г.—Основные проблемы гидрологии Тихого океана . . . . .	3
Витинский Ю. И.—Загадка XVII столетия . . . . .	1	Левин Б. Ю.—Связь метеорного вещества с кометами и астероидами . . . . .	6
Гальпер А. М., Дмитренко В. В.—Эксперимент «Гамма-фон» . . . . .	1	Лившиц М. А.—Солнце и межпланетное магнитное поле . . . . .	1
Гвишиани А. Д., Кейлис-Борок В. И.—Прогноз сильных землетрясений . . . . .	5	Липунов В. М., Сурдин В. Г.—Загадка SS 433	4
Гинзбург А. С.—Источник атмосферных движений . . . . .	4	Лонгинов В. В.—Что такое литодинамика? . . . . .	6
		Маров М. Я.—Венера: открытия и проблемы	4

Мустьель Э. Р., Чертопруд В. Е., Мулюкова Н. Б.—Солнечная активность и тропосфера Земли . . . . .	1	Кузьмин С. О.—Конференция молодых радиоастрономов . . . . .	3
Никонов А. А.—Землетрясения и поведение животных . . . . .	6	Мамаева Р. Б.—XIV Тихоокеанский научный конгресс . . . . .	2
Огородников К. Ф.—Размышления о Земле и Космосе . . . . .	5	Печерский Д. М.—Семинар по палеомагнетизму и тектонике . . . . .	1
Омельяновский М. Э., Урсул А. Д., Казютинский В. В.—Завещанный Лениным союз естествоиспытателей и философов . .	2	Повзнер А. Д.—Ассамблея геофизиков и геодезистов в Австралии . . . . .	5
Покровский Б. А.—Земные штурманы космических кораблей . . . . .	1	Шевченко В. В.—Проблемы астрофизических исследований Луны . . . . .	4
Рейснер Г. И.—Балканский сейсмический проект ЮНЕСКО . . . . .	1	<b>АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ</b>	
Симоненко А. Н.—Астероиды вчера и сегодня . . . . .	6	Гаген-Торн В. А.—Пленум СПАК в Грузии	5
Соловьев С. Л.—Цунами . . . . .	3	<b>ЭКСПЕДИЦИИ</b>	
Степанов В. Е., Касинский В. В., Томозов В. М.—Год солнечного максимума . .	4	Войто в В. И.—28-й рейс «Академика Курчатова»	2
Сухих В. И.—Лес и космос . . . . .	4	Войтов В. И.—Экспедиция в Красное море . .	5
Токовинин А. А.—Астрономические наблюдения с высоким разрешением . . . . .	2	Еремеева А. И.—Отрог Палласова Железа	6
Урнов А. М.—Рентгеновские вспышки на Солнце	1	Зверев С. М.—Геолого-географические исследования в Исландии . . . . .	1
Филиппченко А. В., Воробьев Л. М., Романтеев Н. Ф.—Навигация на Луне . .	2	Озмидов Р. В.—22-й рейс «Дмитрия Менделеева» . . . . .	3
Хрунов Е. В.—Один на один с космосом . .	2	Пономарева Л. А.—Последний рейс «Витязя»	4
Хачикян Э. Е.—Активные галактики . . . .	5	Непрочнов Ю. П.—Геолого-геофизические исследования в Тихом океане . . . . .	6
Эстулин И. В.—Вспышки гамма-излучения . .	1	<b>ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ</b>	
Явнель А. А.—О чем рассказывают железные метеориты . . . . .	6	Кусков О. Л., Хитаров Н. И.—Ранняя стадия физико-химической эволюции Земли . . . .	3
<b>ЛЮДИ НАУКИ</b>		Нусинов М. Д.—Загадки марсианского грунта и происхождение жизни на Земле . . . .	6
Батюшкова И. В.—Альфред Вегенер . . . .	6	<b>ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ</b>	
Ветров Г. С.—Михаил Клавдиевич Тихонравов	5	Борисенко И. Г.—Байконуру — четверть века	5
Еремеева А. И.—Шарль Мессье . . . . .	4	Гуриков В. А.—Первые ахроматические телескопы . . . . .	4
Космодемьянский А. А., Соколовский В. Н.—Вальтер Гоманн . . . . .	3	Пандул И. С.—История хронометра . . . . .	5
Федоров Е. П.—Александр Яковлевич Орлов	5	Плахотник А. Ф.—Научный подвиг Магеллана	6
<b>ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ</b>		Пугач А. Ф.—Электрофотометрия: прошлое и настоящее . . . . .	1
Новиков С. Б.—Высокогорная среднеазиатская обсерватория . . . . .	4	Соломатина Э. К.—Геомагнитные бури . .	1
Римша М. А.—Панска Вес — программе «Интеркосмос» . . . . .	1	<b>КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ</b>	
<b>КОСМОНАВТИКА ЗА РУБЕЖОМ</b>		Орлов В. А.—«Интеркосмос»: пилотируемые полеты . . . . .	2
Петрунин С. В.—Космические исследования во Франции . . . . .	2	Орлов В. А.—Олимпийские игры... и космос	3
<b>РАССКАЗ О ФИЛЬМЕ</b>		<b>ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ</b>	
Баланов Е. И.—«Взлет» . . . . .	2	Александрова Л. М.—Музей Газодинамической лаборатории в Ленинграде . . . . .	5
<b>СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ</b>		<b>ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ</b>	
Бронштэн В. А.—Крымский пленум Центрального совета ВАГО . . . . .	5	Гришин Ю. А.—Как мы наблюдаем Солнце	5
Верещетин В. С.—ООН и международное сотрудничество в космосе . . . . .	1	Кириченко В. И.—Юные астрономы Новосибирского Академгородка . . . . .	2
Горбацкий В. Г.—XVII Генеральная ассамблея МАС . . . . .	3	Лазаревский В. С.—Астрономические явления в 1981 году . . . . .	6
		Палко Ю. Ю.—Школьники наблюдают Солнце	3
		Перекабий Н. П., Гадунов А. С.—Юношеская	

обсерватория в Бердянске . . . . .	3	Магнитосфера Галактики? . . . . .	2
Пшеничнер Б. Г., Баланов Е. И.—IV Все- союзный слет юных астрономов и космонавтов	4	Массивный объект в ядре Галактики? . . . . .	2
Сикорук Л. Л.—Определение выдержки в аст- рофотографии . . . . .	1	Медленный ударный слой . . . . .	4
<b>ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ</b>		Метеорит Царев . . . . .	3
Неяченко И. И.—Орел . . . . .	5	Молекулы в других галактиках . . . . .	1
Неяченко И. И.—Северная Корона . . . . .	1	Музею земледелия—четверть века . . . . .	6
<b>ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕКОПОСТРОЕНИЕ</b>		Наблюдения покрытий звезд астероидами . . . . .	4
Бекашев Р. X.—Самодельный астрограф . . . . .	4	На краю Солнечной системы . . . . .	4, 5, 6
Коган Л. P.—Самодельный радиотелескоп . . . . .	1, 2	На орбите «Салют-6» . . . . .	4, 5, 6
<b>КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ</b>		Находка метеоритов в Антарктиде . . . . .	1
Бабаджанов П. Б.—«Метеориты — осколки ас- teroidов» . . . . .	4	Нефтяное загрязнение Мирового океана . . . . .	2
Зоткин И. Т.—«Планеты и их наблюдения»	3	Нейтрино и радиоактивный алюминий-26 . . . . .	5
Изотов А. А.—Что мы знаем о движениях зем- ной коры? . . . . .	6	Новая встреча с Юпитером . . . . .	1
Казютинский В. В.—«Пространство и время в современной картине Вселенной» . . . . .	5	Новое определение постоянной Хаббла . . . . .	5
Куликовский П. Г.—О доблести, о подвигах полярных исследователей . . . . .	2	Новые книги . . . . .	2, 3, 4, 5, 6
Левитан Е. П.—Философские рубежи науки о Вселенной . . . . .	3	Новые рейсы «Гломара Челленджера» . . . . .	1, 4, 6
Степанов В. Н.—«История климата» . . . . .	1	Озон в приземной атмосфере . . . . .	3
Эз В. В.—О сложных проблемах — простым язы- ком . . . . .	5	Океанские приливы и шельф . . . . .	6
<b>ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ</b> . . . . .		Полезное загрязнение атмосферы? . . . . .	3
<b>НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ</b>		Постановление Пленума Центрального Комитета КПСС от 23 июня 1980 года . . . . .	5
«Вертикаль-8» исследует Солнце . . . . .	3	Проект телескопа нового поколения . . . . .	5
Возрождение гипотезы о Фаэтоне? . . . . .	6	Пульсар в двойной системе . . . . .	5
Временные рентгеновские источники . . . . .	3	Пульсации радиоизлучения Солнца . . . . .	2
Вспышки комет . . . . .	1	Радон в приземной атмосфере . . . . .	4
Вспышка новой в созвездии Тельца? . . . . .	2	Радиолокационные наблюдения Венеры . . . . .	3
Встреча «Пионера-11» с Сатурном . . . . .	2	Разыщем плиты от квадранта Улугбека . . . . .	5
Второй индийский искусственный спутник Земли «Бхаскара» . . . . .	1	Рейсы кораблей науки (июль — декабрь 1979) . . . . .	3
Вулканизм и климат . . . . .	6	Рейсы кораблей науки (декабрь 1979 — июль 1980) . . . . .	6
Гляциологические исследования из космоса . . . . .	4	Рентгеновская вспышка Новой звезды . . . . .	1
Гольфстрим — со спутника Земли . . . . .	6	Рентгеновские источники в скоплениях . . . . .	1
Двойные квазары . . . . .	3	Свечение при запуске ракет . . . . .	5
Древнее геомагнитное поле . . . . .	6	Семинар учителей астрономии . . . . .	6
Если масса покоя нейтрино не нуль... . . . . .	5	Сигнал внеземной цивилизации? . . . . .	5
Звездная система 40 Эридана . . . . .	1	Система Плутона . . . . .	2
Извержение на Яве . . . . .	1	Сколько на небе квазаров? . . . . .	2
Из Постановления ЦК КПСС «О 110-й годовщине со дня рождения Владимира Ильича Ленина» . . . . .	2	Слабое шаровое скопление . . . . .	4
Инфракрасные вспышки барстера . . . . .	4	Спутник пульсара — планета? . . . . .	3
Инфракрасные звезды — рентгеновские источники	2	Статьи и заметки о Луне, опубликованные в «Зем- ле и Вселенной» в 1965—1979 годах . . . . .	3
Исследуются плерионы . . . . .	1	Статьи и заметки о методах и приборах совре- менной астрономии, опубликованные в «Земле и Вселенной» в 1965—1979 годах . . . . .	5
Каталог рентгеновских источников . . . . .	5	Статьи и заметки по сейсмологии, опубликованные в «Земле и Вселенной» в 1965—1979 годах . . . . .	1
Книги 1981 года . . . . .	5, 6	Статьи и заметки по философским и мировоз- зренческим вопросам астрономии, наук о Зем- ле, космонавтике, опубликованные в «Земле и Вселенной» в 1965—1979 годах . . . . .	2
Кометы и межпланетное магнитное поле . . . . .	4	Сюрпризы быстро барстера . . . . .	6
Короны звезд . . . . .	1	Упущенная возможность . . . . .	4
Космические аппараты, запущенные в СССР в 1979 году . . . . .	6	Феномен SS 433 . . . . .	1
Лик Земли 76 миллионов лет назад . . . . .	6	Филателия научному конгрессу . . . . .	3
		Финал «Скайлэба» . . . . .	1
		Фосфор в закрытых водоемах . . . . .	4
		Эксперимент на Кольском полуострове . . . . .	1
		Электроны от Юпитера . . . . .	6



## СЕМИНАР УЧИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

В мае 1980 года в Запорожье состоялась очередная семинар учителей астрономии, организованный Запорожским областным институтом усовершенствования учителей и учебно-методической секцией Запорожского отделения ВАГО. В работе семинара приняли участие 60 учителей астрономии Запорожской области и студенты физико-математического факультета Запорожского педагогического института. На семинаре выступил кандидат педагогических наук Е. П. Левитан. Он рассказал о целях и задачах преподавания астрономии в средних школах и средних ПТУ, о поурочном планировании учебного материала, наиболее эффективном использовании в препода-

вании астрономии технических средств обучения и материалов, опубликованных в «Земле и Вселенной».

Учитель астрономии В. Г. Мормыль (Черниговка, Запорожская область) поделился опытом внеклассной работы по астрономии. Страстный любитель астрономии, В. Г. Мормыль сумел заинтересовать этой наукой и своих учеников. В школе построена небольшая обсерватория, создается школьный планетарий, изготовлены приспособления, облегчающие визуальные и фотографические наблюдения со школьным телескопом-рефрактором.

Большой интерес вызвало выступление руководителей астрономического кружка Бердянского Дворца пионеров и школьников А. С. Гадуна и Н. П. Перекатия. Под их руководством на обсерватории, организованной при Дворце пионеров, несколько десятков школьников наблюдают переменные звезды и Солнце («Земля и Вселенная», 1980, № 3, с. 66—67.—*Ред.*). Центр внеклассной работы по астрономии создан и при Запорожской областной станции юных техников. Возглавляет его ученый секретарь Запорожского отделения ВАГО В. Н. Гладкий.

По мнению учителей астрономии, семинар будет способствовать повышению уровня преподавания астрономии в школе и активизации внеклассной работы с учащимися.

М. Г. АПАНАСЕНКО

# 6 НОЯБРЬ ДЕКАБРЬ 1980 ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

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

### Редакционная коллегия:

Главный редактор  
доктор физико-математических наук  
**Д. Я. МАРТЫНОВ**  
Зам. главного редактора  
член-корреспондент АН СССР  
**Ю. Д. БУЛАНЖЕ**  
Зам. главного редактора  
кандидат педагогических наук  
**Е. П. ЛЕВИТАН**  
Член-корреспондент АН СССР  
**Г. А. АВСЮК**  
Доктор географических наук  
**А. А. АКСЕНОВ**  
Кандидат физико-математических наук  
**В. А. БРОНШТЭН**  
Доктор юридических наук  
**В. С. ВЕРЩЕТИН**  
Кандидат технических наук  
**Ю. Н. ГЛАЗКОВ**  
Доктор технических наук  
**А. А. ИЗOTOB**  
Доктор физико-математических наук  
**И. К. КОВАЛЬ**  
Член-корреспондент АН СССР  
**В. Г. КОРТ**  
Доктор физико-математических наук  
**Б. Ю. ЛЕВИН**  
Кандидат физико-математических наук  
**Г. А. ЛЕЙКИН**  
Академик  
**А. А. МИХАЙЛОВ**  
Доктор физико-математических наук  
**Г. С. НАРИМАНОВ**  
Доктор физико-математических наук  
**И. Д. НОВИКОВ**  
Доктор физико-математических наук  
**К. Ф. ОГОРОДНИКОВ**  
Доктор физико-математических наук  
**Г. Н. ПЕТРОВА**  
Доктор географических наук  
**М. А. ПЕТРОСЯНЦ**  
Доктор геолого-минералогических наук  
**Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ**  
Доктор физико-математических наук  
**В. В. РАДЗИЕВСКИЙ**  
Доктор физико-математических наук  
**Ю. А. РЯБОВ**  
Доктор физико-математических наук  
**Г. М. ТОВМАСЯН**  
Доктор технических наук  
**К. П. ФЕОКТИСТОВ**

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

Телефоны: 227-07-45, 227-02-45

Художественный редактор **Л. Я. Шимкина**

Корректоры: **В. А. Володина, Т. Н. Морозова**

Номер оформили: **А. Г. Калашникова, Б. М. Разин, Е. К. Тенчурина**

Сдано в набор 28/VII — 1980 г. Подписано к печати 16/X 1980 г. Т-15888.

Формат бумаги 84×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Высокая печать. Усл. печ. л. 8,4. Уч.-изд. л. 11,3.

Бум. л. 2,5. Тираж 53 000 экз. Цена 50 коп. Заказ 3329

Адрес издательства: 117864, ГСП-7, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 90

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

## Экипаж «Союза-37»

■  
Международный экипаж космического корабля «Союз-37» — командир корабля дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР В. В. Горбатко (слева) и космонавт-исследователь, Герой Социалистической Республики Вьетнам Фам Туан — во время встречи на подмосковном аэродроме

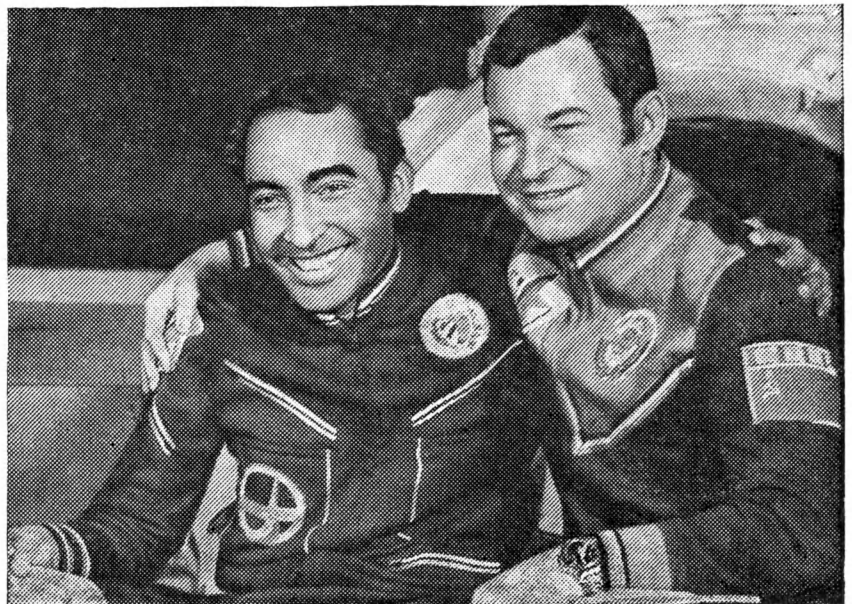
Фото А. Пушкарева  
(Фотохроника ТАСС)

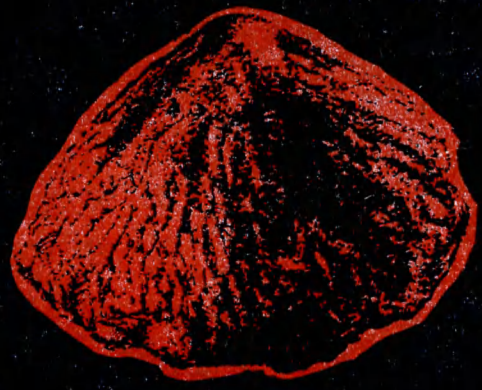


## Экипаж «Союза-38»

■  
Международный экипаж космического корабля «Союз-38» — командир корабля Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР Ю. В. Романенко (справа) и космонавт-исследователь, гражданин Республики Куба Арнальдо Тамayo Мендес — во время предполетных занятий в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина

Фото А. Пушкарева  
(Фотохроника ТАСС)





Земля и Вселенная, 1980, № 6

ИЗДАТЕЛЬСТВО НАУКА



ЦЕНА 50 КОП  
ИДЛЕКС 70393