



**2** 1978 **ЗЕМЛЯ**  
**И**  
**ВСЕЛЕННАЯ**

· АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА ·  
ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ·

---

**Мы обращаемся к советской интеллигенции, работникам науки техники и культуры—добивайтесь ускорения научно-технического прогресса, увеличивайте свой вклад в развитие народного хозяйства. Пусть в рабочий ритм пятилетки вливается творческий труд инженера и агронома, поиск ученого, опыт и знания педагога и врача, песня и вдохновенная строка писателя!**

(Из «Письма ЦК КПСС, Совета Министров СССР, ВЦСПС и ЦК ВЛКСМ партийным, советским, хозяйственным, профсоюзным и комсомольским организациям, трудящимся Советского Союза о развертывании социалистического соревнования за выполнение и перевыполнение плана 1978 года и усилении борьбы за повышение эффективности производства и качества работы».)

---

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

МАРТ  
АПРЕЛЬ  
2 1978

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

## В номере:

А. Г. Николаев — Космонавтов готовят на Земле . . . . .	5
Н. Н. Гуровский, А. Д. Егоров — Стать космонавтом нелегко . . . . .	11
Б. А. Максимачев — Космонавты в Звездном доме . . . . .	16
Д. Ю. Гольдовский — Дорога длиной в 12 лет . . . . .	20
А. А. Михайлов — Прецессия . . . . .	24
Ю. М. Пущаровский — Движение земной коры в океанах . . . . .	31
А. М. Городницкий — Подводные горы . . . . .	40
П. А. Монсеев — Биологические ресурсы Мирового океана . . . . .	46
Е. Л. Рускол — Спутники Марса . . . . .	52
В. И. Чесноков — Химический состав поверхности Марса . . . . .	56
Р. Г. Джамалов, И. С. Зекцер, В. А. Иванов — Изучение подземных вод из космоса . . . . .	59

## ЛЮДИ НАУКИ

В. В. Федьинский — Игорь Станиславович Астапович [к 70-летию со дня рождения] . . . . .	65
---	----

## ЭКСПЕДИЦИИ

В. И. Войтов — «Витязь» в Индийском океане . . . . .	69
--	----

## СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

Е. Ф. Чугунов — Совещание руководителей программы «Интеркосмос» 75
--

## ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

В. В. Лонгинов — Изучение рельефа морского дна . . . . .	77
--	----

## ФАНТАСТИКА

В. Н. Комаров — Тупик . . . . .	84
---------------------------------	----

## КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

В. А. Рудов — Марки, посвященные второму космонавту планеты . . . . .	90
---	----

## КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

А. Н. Мартьянов — «Космонавты СССР» . . . . .	92
Н. И. Новожилов — «Географические исследования декабристов» . . . . .	93

## НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

На орбите «Салют-6» [2]; Новый крупный метеорит [29]; Ускорение рентгеновских пульсаров [30]; Радиоисточник в центре Галактики [30]; Часто ли рождаются пульсары! [30]; Пылевые частицы вблизи звезды [39]; Космический эффект... воскресенья [39]; 55-й рейс «Гломара Челленджера» [45]; Тенденции изменения климата Земли [51]; Новые книги [94, 95, 96].

## На орбите «Салют-6»

12 декабря 1977 года космонавты Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко завершили консервацию бортовых систем транспортного корабля «Союз-26» и приступили к расконсервации станции, проверке бортовых систем и научной аппаратуры.

Третий день был днем активного отдыха. Космонавты проводили профилактический осмотр и контрольные проверки бортовых систем и аппаратуры.

14 декабря экипаж продолжал расконсервацию бортовых систем и оборудования станции, готовил научную аппаратуру и приборы к предстоящим исследованиям и экспериментам. В одном из сеансов связи с Землей Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко показали телезрителям интерьер станции, рассказали о назначении отдельных систем и приборов.

15 декабря была завершена расконсервация систем жизнеобеспечения и энергопитания. В ходе работ этого дня Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко проверяли систему управления станции в режимах ручной и автоматической ориентации и режиме стабилизации. Вторая половина дня включала также проведение навигационных измерений с помощью системы автономной навигации «Дельта».

Основная часть программы следующего дня полета была отведена медицинским экспериментам. В программу входили комплексные обследования с дозированной физической нагрузкой на велоэргометре. Этот

Продолжение. Начало в № 1 1978 года.



эксперимент проводился для определения и прогнозирования состояния и работоспособности сердечно-сосудистой системы космонавтов. Назначение другого эксперимента — электрокардиографическое обследование обоих членов экипажа. Клинический контроль во время обследований осуществлялся с помощью многофункциональной аппаратуры «Полином-2М» и «Реограф». В программу работ были также включены изучение перераспре-

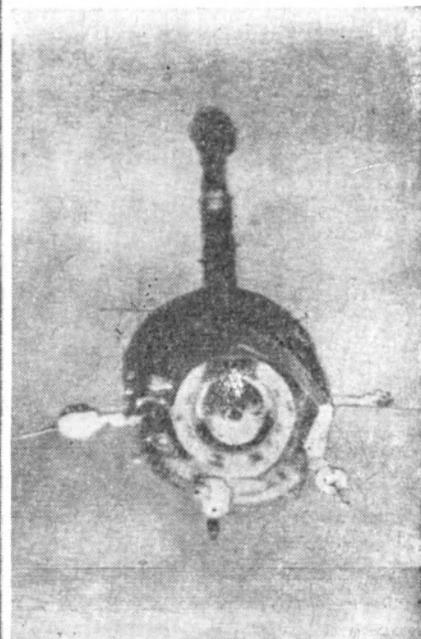
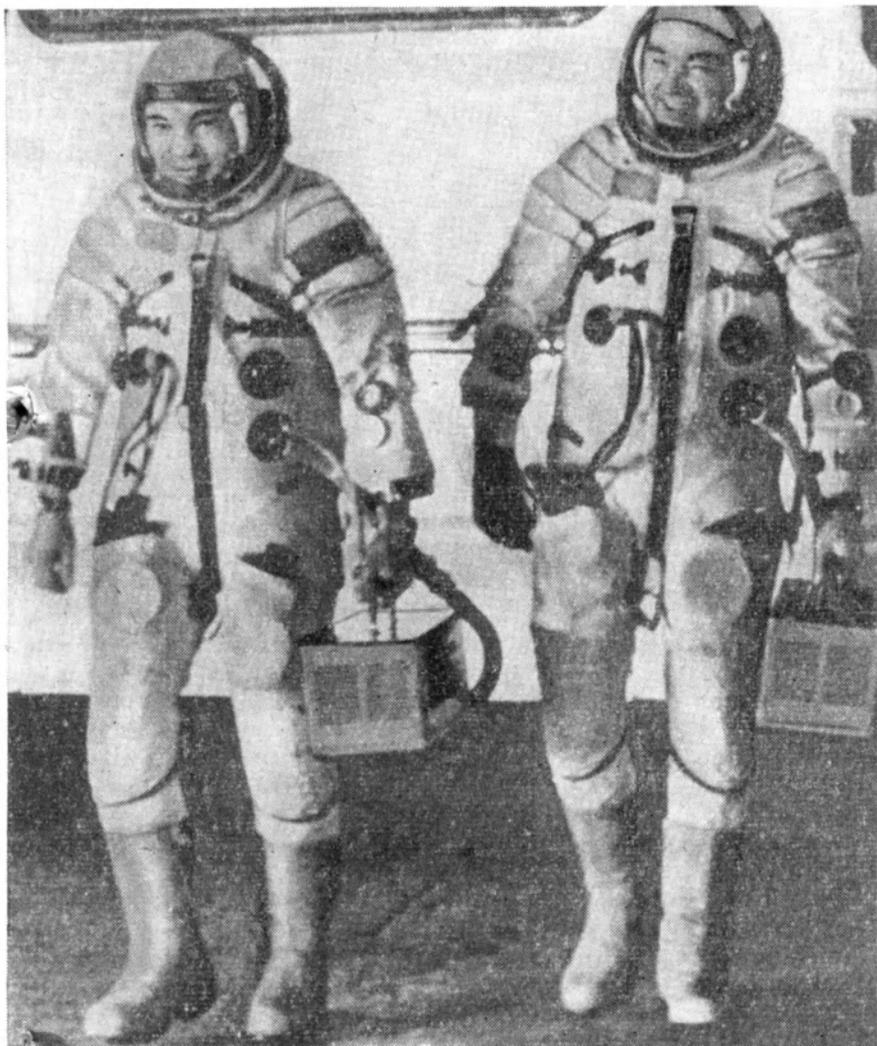
*Г. М. Гречко и Ю. В. Романенко во время пресс-конференции перед полетом космического корабля «Союз-26»*

Фотохроника ТАСС

деления крови и оценка состояния отдельных групп мышц, нагрузка на которые в космическом полете незначительна. По данным медицинского контроля и докладам экипажа, период адаптации к условиям невесомости практически завершился.

17 декабря закончилась первая неделя работы космонавтов в околоземном космическом пространстве. К концу ее были расконсервированы основные бортовые системы и научная аппаратура станции. В ходе очередного рабочего дня экипаж выполнял контрольные проверки бортовых систем, приборов, пультов научной аппаратуры.

18 и 19 декабря командир и бортинженер станции «Салют-6» готови-

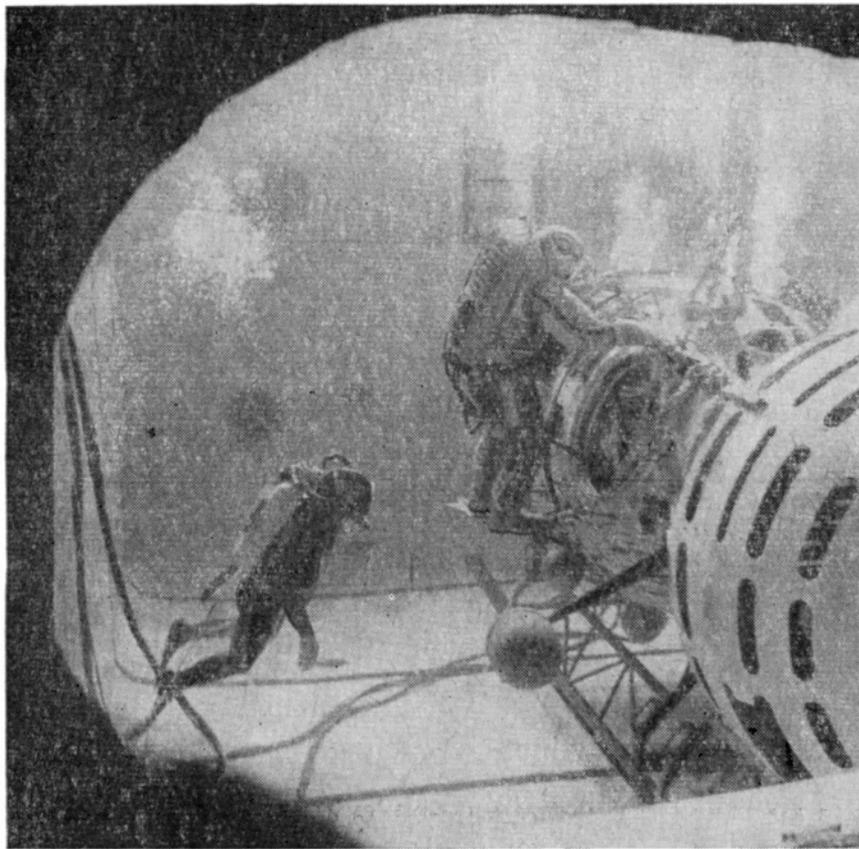


■  
*Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко на космодроме Байконур перед полетом*  
 Фотохроника ТАСС

■  
*Советский космический корабль «Союз-26». Снимок передан телевизионной камерой, установленной на борту орбитальной научной станции «Салют-6». Снимок получен по телекосмической связи*  
 Фотохроника ТАСС



■  
*Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко на борту пилотируемой научной станции «Салют-6». Снимок получен по телекосмической связи*  
 Фотохроника ТАСС



ность стыковочного узла и других элементов станции. В течение 1 часа 28 минут пребывания в открытом космическом пространстве были проверены также методы и новые конструктивные решения, обеспечивающие выход экипажа в открытый космос, внешний осмотр станции, профилактические и ремонтные работы. После завершения работ в открытом космосе космонавты закрыли люк станции, произвели наддув переходного отсека воздухом до нормального давления, сняли скафандры, открыли внутренний люк и перешли в основное помещение станции.

21 декабря экипаж орбитальной научной станции «Салют-6» приступил к выполнению экспериментов по исследованию природных ресурсов Земли и изучению окружающей среды в интересах науки и различных отраслей народного хозяйства. Космонавты наблюдали земную поверхность и акваторию Мирового океана. В программу работы входили также наблюдения за стихийными явлениями в различных районах земного шара. Космонавты неоднократно видели пожары на африканском континенте.

22 декабря Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко занимались определением влияния космической среды на оптические свойства поверхностей иллюминаторов.

Следующий день был посвящен медицинским экспериментам. Сразу после сна космонавты исследовали функцию кровообращения. Затем изучали влияние факторов космического полета на различные биологические объекты.

24 декабря завершилась вторая неделя орбитального полета Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко. В этот день экипаж проводил контрольные проверки отдельных бортовых систем, продолжал подготовку научной и фотоаппаратуры к проведению дальнейших исследований, занимался физическими упражнениями на велозгравиметре.

**По материалам сообщений ТАСС**  
(Продолжение в следующем номере журнала)

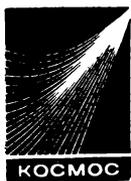
ли научную аппаратуру и техническую документацию к выполнению программы научных экспериментов.

20 декабря 1977 года в соответствии с программой полета Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко осуществили выход в космическое пространство. Основные задачи выхода — осмотр и контроль состояния внешних элементов конструкции станции в районе переходного отсека и расположенного на нем стыковочного узла, а также проведение в случае необходимости ремонтных работ. Повреждения могли произойти в результате отклонения от предусмотренного режима причаливания корабля «Союз-25» к станции в октябре 1977 года. К выходу в космос

готовились в несколько этапов: в переходном отсеке станции космонавты надели скафандры новой конструкции полужесткого типа, проверили работу автономных регенерационных систем жизнеобеспечения, закрыли люк между переходным и рабочим отсеками, а затем произвели полную разгерметизацию переходного отсека. В 00 часов 36 минут московского времени через люк стыковочного узла бортинженер Г. М. Гречко вышел из станции в космическое пространство. Командир корабля Ю. В. Романенко, находясь в разгерметизированном переходном отсеке, контролировал работу бортинженера. Г. М. Гречко осмотрел поверхность станции в районе переходного отсека, элементы конструкции стыковочного узла, оценил состояние электрических разъемов, датчиков, направляющих штырей, толкателей, замков и уплотняющих поверхностей стыковочного узла. Экипаж подтвердил работоспособ-

*Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко во время предполетных тренировок отработывают в гидробассейне выход в открытый космос*

Фотохроника ТАСС



Дважды Герой Советского Союза,  
летчик-космонавт СССР,  
кандидат технических наук  
А. Г. НИКОЛАЕВ

## Космонавтов готовят на Земле

Перед самостоятельным полетом летчик совершает контрольные с инструктором на учебно-тренировочном самолете. Инструктор может указать на допущенные ошибки, а если нужно, то все можно повторить. Космонавты не совершают тренировочных полетов в космос. Космонавт отправляется в космический полет (в том числе и в первый раз) прямо с наземного тренажера, без инструктора. Но он должен выполнить задачи, предусмотренные программой полета.

Вот почему предъявляются особые требования к подготовке космонавтов, ее формам, средствам и методам. Все космонавты, начиная с Юрия Гагарина, непременно подчеркивали: успех полета зависит от качества подготовки к нему.

Какие же знания необходимы космонавтам?

Они должны уметь управлять космическим аппаратом и правильно эксплуатировать бортовые служебные системы корабля; должны быть готовы к испытаниям космической техники и научным исследованиям в космосе. А врачи должны подготовить организм космонавта к воздействию окружающей среды и факторов космического полета.

Принято выделять два основных этапа подготовки космонавтов: **этап общекосмической подготовки** и **этап летно-космической** (непосредственной) подготовки к полету.

На первом из них все космонавты данного набора готовятся по общей программе. Они получают необходимый минимум знаний по теоретическим основам космонавтики, изучают конструкцию пилотируемых космиче-

**Любое дело требует подготовки. Но мы выделяем понятие «подготовка космонавтов» из всех аналогичных понятий, относящихся к другим сферам человеческой деятельности.**

ских аппаратов и их бортовых систем. В это время космонавты выполняют тренировочные полеты на самолетах и прыжки с парашютом, занимаются общефизической и специальной медико-биологической подготовкой.

Этап общекосмической подготовки продолжается около двух лет. На втором этапе космонавты проходят подготовку в составе экипажей по конкретной программе предстоящего полета. Эта программа — общая для двух-трех экипажей (основного и дублирующих). Летно-космическая подготовка может проводиться параллельно по нескольким программам предстоящих полетов, как, например, велась подготовка по программам «Салют» и «Союз» — «Аполлон» в 1975 году.

Во время непосредственной подготовки к полету космонавты изучают космический аппарат, на котором им предстоит лететь, его бортовые системы, научное оборудование, программу полета. Они должны научиться управлять космическим аппаратом и всеми его системами, добиться четкого взаимодействия членов экипажа в полете, а также взаимодействия экипажа с группами управления полетом и его обеспечения.

Даже краткая характеристика основных разделов подготовки может

дать представление о сложности программы подготовки космонавтов.

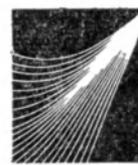
**Летная и парашютная подготовка** — один из основных разделов подготовки космонавтов на обоих этапах. Она формирует у космонавтов качества, необходимые для выполнения космических полетов: оперативность мышления и эмоциональную устойчивость, психологическую готовность к сложным условиям полета.

В процессе летной подготовки будущие космонавты осваивают и совершенствуют технику пилотирования самолетов, учатся ориентироваться в пространстве, ведут радиопередачи, получают возможность оценить обстановку и принять решение в условиях дефицита времени. Летная подготовка повышает устойчивость организма к перегрузкам, невесомости, шумам, вибрации и т. д.

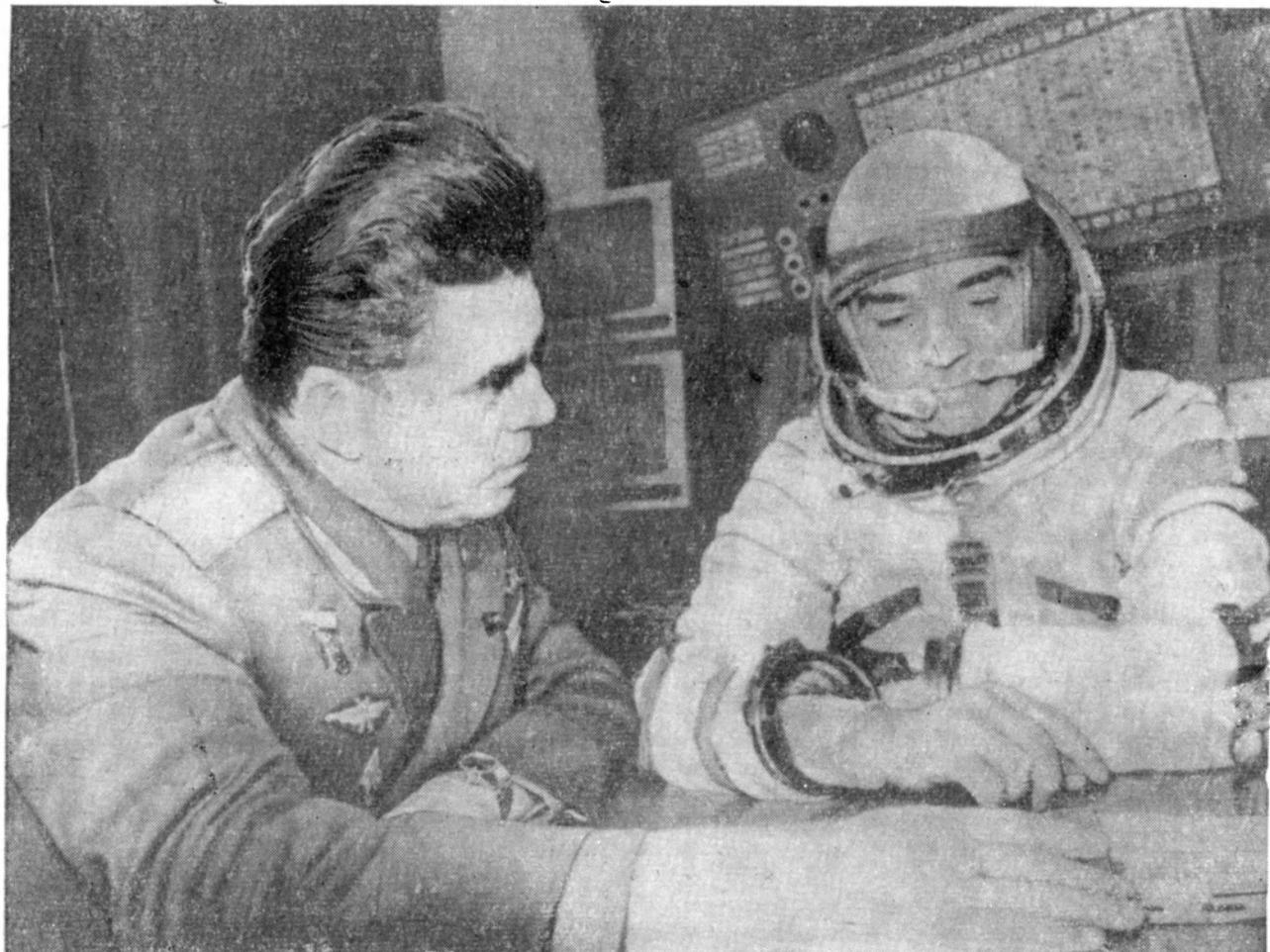
Очень важны профессиональные знания, умение и навыки применительно к конкретной программе космического полета. Здесь главную роль играет **техническая подготовка**.

Космонавты изучают конструкцию космического корабля и станции и их систем, технические характеристики, принцип действия и возможности бортовых служебных систем корабля и станции и их научного оборудования. В процессе технической подготовки они должны получить твердые знания и навыки по эксплуатации корабля (станции) в полете, уметь оценить работу отдельных систем и корабля (станции) в целом с точки зрения испытателя, овладеть методикой научных исследований и экспериментов.

Формы технической подготовки очень разнообразны: лекционные и



КОСМОС



семинарские занятия, самостоятельное изучение, участие космонавтов в испытаниях отдельных систем и комплексных испытаниях корабля (станции) на предприятиях-изготовителях и на космодроме.

Космонавты во время испытаний не только более глубоко и детально

изучают конструкцию и принципы действия систем корабля, но и нередко вносят существенные предложения по улучшению корабля, особенно по компоновке оборудования в обитаемых отсеках.

Тренировки на специализированных и комплексных тренажерах —

■  
*Дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР Г. Т. Береговой и Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР В. Д. Зудов изучают программу полета*



важнейший вид подготовки космонавтов к выполнению программы полета. Для наиболее сложных и ответственных операций — стыковки, ориентации, навигации — используют специализированные тренажеры. На них полностью имитируется соответствующая система, ее работа. Комплексный тренажер космического корабля — это основное наземное средство обучения и тренировки экипажей. Он позволяет отрабатывать операции по всем основным этапам полета: предстартовую подготовку, выведение на орбиту, орбитальный полет, коррекцию орбиты (маневр), сближение, причаливание и стыковку, спуск с орбиты.

На комплексном тренажере все операции, отработанные автономно, выполняются в их реальной последовательности. Важное место занимает взаимодействие членов экипажа между собой и экипажа с Центром управления полетом. Во время тренировок на комплексном тренажере экипаж учится осматривать и проверять оборудование корабля, контролировать исходное состояние и правильность работы систем, управлять аппаратом при ориентации на Землю и Солнце, маневрах на орбите, коррекции орбиты. Космонавты должны научиться монтировать и демонтировать съемное оборудование, уметь обнаружить и устранить неисправности в системах корабля, отработать действия экипажа при возникновении аварийных ситуаций.

По некоторым разделам программы подготовка не может быть ограничена рамками тренажера или стенда. Она требует теоретических за-

ятий, практических работ с действующей аппаратурой и приборами (дубликатами бортового оборудования) как в учебных лабораториях, на предприятиях промышленности, в учреждениях Академии наук СССР и других ведомств, так и при полетах на самолетах.

К таким разделам относится подготовка к проведению научных, технических и медико-биологических экспериментов и исследований.

**Кинофотоподготовка** дает космонавтам знания по основам кинофотодела и кинофотоаппаратуры. Без нее космонавты вряд ли сумели бы выполнить программу бортовых кинофотосъемок.

**Подготовка по космической навигации** предусматривает кроме получения твердых теоретических знаний формирование умения и навыков решения навигационных задач с помощью бортовых навигационных измерителей, а также бортовых вычислительных машин. В навигационной подготовке широко используются полеты на самолетах-лабораториях для решения практических задач по навигации с применением реальной бортовой аппаратуры и реальных звезд.

**Участие космонавтов в испытаниях и исследованиях** повышает их профессиональный уровень как испытателей космической техники и исследователей широкого профиля. Участие в исследованиях и наземных, морских и летных (на самолетах и вертолетах) испытаниях космической техники расширяет и углубляет знания космонавтов в различных областях космической науки и техники, формирует творческое понимание

физики происходящих процессов и явлений, способствует глубокому изучению методических основ проведения испытаний.

**Изучение бортовой и полетной документации** составляет неотъемлемую часть подготовки космонавтов, органически связанную с их участием в испытаниях космической техники. В ходе этой подготовки экипаж знакомится с содержанием, структурой документации, формами представления информации в ней. Работа с документацией позволяет космонавтам улучшить и форму подачи материала и его содержание.

**Тренировки в гидросреде** помогают изучить особенности выполнения простых и сложных операций в невесомости. В ходе тренировки погруженным в воду космонавту и объектам, с которыми он работает, придается нулевая плавучесть. Здесь отрабатываются в основном монтажно-демонтажные операции и операции по транспортировке грузов внутри космического аппарата и вне его.

**Высотная подготовка** проводится для приобретения космонавтами навыков работы в скафандрах (спасательных и предназначенных для выхода в космос). Тренировки проводятся в специальных барокамерах, обеспечивающих «подъем на высоту», то есть создание разрежения. Отрабатываются операции шлюзования, перехода, выхода, транспортировки грузов. При этом также оценивается, как космонавты переносят пребывание в скафандре.

**Тренировки на самолетах — летающих лабораториях** формируют у космонавтов навыки рациональной ор-



■  
*Дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР В. А. Шаталов осваивает невесомость*

■  
*Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР В. В. Аксенов и дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР В. Ф. Быковский во время тренировки на комплексном тренажере*

■  
*Космонавты В. В. Аксенов и В. Ф. Быковский в лаборатории работают с фотокамерой МКФ-6*



■  
*Дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР А. А. Леонов выполняет упражнения на батуте*

■  
*Дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР П. И. Климук на «бегущей дорожке», в летающей лаборатории*

■  
*Дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР А. А. Леонов на вращающемся кресле*



ганизации деятельности в условиях невесомости. На таких тренировках отрабатывается методика применения различного научного оборудования, а также приемы самоориентации при выполнении операций вне рабочего кресла космонавта.

Тренировки на центрифуге помогают закрепить навыки по проведению операторских работ на таких участках полета, как выведение на орбиту и спуск с нее, когда действуют высокие перегрузки. Кроме

■  
*При посадке на воду нужно уметь быстро покинуть корабль*

выработки операторских качеств, исследуют также, как космонавты переносят перегрузки.

Тренировки в различных климато-географических зонах обеспечивают готовность космонавтов к действиям в любых сложных условиях при посадке корабля в незапланированном районе.

Медико-биологическая подготовка экипажей на этапе непосредственной подготовки к полету проводится с той же целью, что и на этапе общекосмической подготовки, однако здесь она по объему и содержанию полностью соответствует программе предстоящего полета.

На заключительном этапе подго-

товки экипажей по конкретной программе полета для каждого из них (основного и дублирующих) проводится комплексная тренировка. Используется комплексный тренажер, на котором экипаж выполняет основные операции по программе полета, и учебный командный пункт, где имитируется работа всех средств наземного управления полетом и его обеспечения. На этой тренировке экипаж отрабатывает в реальном масштабе времени программу полета и взаимодействие с Центром управления полетом и другими наземными службами. Здесь «проигрываются» разнообразные случаи, нестандартные (незапланированные) ситуации, позволяющие отрабатывать поиск решений в усложненной или аварийной обстановке.

Подготовка космонавтов — сложный многоплановый процесс, направленный на то, чтобы экипаж космического корабля или станции мог эффективно решать задачи в космическом полете.



Доктор медицинских наук  
**Н. Н. ГУРОВСКИЙ**  
Доктор медицинских наук  
**А. Д. ЕГОРОВ**

## Стать космонавтом нелегко...

### ЭТАПЫ ОТБОРА КОСМОНАВТОВ

Сталевак, шахтер, моряк, космонавт...—любая профессия предъявляет специфические требования к людям, готовящимся овладеть ею. Как известно, кандидатов в космонавты сначала отбирали исключительно из числа летчиков. Всем было ясно, что для космического полета кроме хорошего здоровья человек должен обладать сильной волей, быстрыми реакциями, способностью принять правильное решение в сложных ситуациях. И, конечно, быть знакомым с воздушным океаном и с действием факторов, близких к тем, которые ожидалось в космическом полете. Лучше других это знали летчики-истребители. И первые программы отбора космонавтов основывались на хорошо разработанной методике медицинского отбора и обследования летчиков. Основной принципом, положенный в основу медицинского отбора космонавтов,—это непрерывность. Отбор начинается в амбулатории, продолжается в стационаре и в Центре подготовки космонавтов, а заканчивается на космодроме.

**Амбулаторный этап** должен выявить явные заболевания и такие нарушения здоровья, которые препятствуют участию в космическом полете, например резкое снижение вестибулярной устойчивости.

**Стационарный этап** отбора нужен, чтобы определить скрыто протекающие заболевания, которые в начальных стадиях не имеют ярко выраженных симптомов, не сопровождаются какими-либо жалобами, но могут проявиться в полете. Однако мало

**Система отбора и медицинской подготовки космонавтов должна гарантировать сохранение здоровья и работоспособности в условиях запланированного полета.**

убедиться, что кандидат в космонавты здоров, необходимо еще определить особенности реакций его организма на различные нагрузки и выявить функциональные резервы. Для этого разработаны нагрузочные испытания, с помощью которых можно оценить работу сердечно-сосудистой системы, вестибулярного аппарата и других физиологических систем. Это — исследования на центрифуге, в барокамере, специальные вестибулярные пробы.

Особое место занимают исследования нервно-психической сферы. Они позволяют сказать заранее, как поведет себя космонавт при необычных воздействиях, какими эмоциями будет отмечено его поведение — положительными или отрицательными. Будет он собран и уверен в себе или ударится в панику.

Вспоминается, как в ночь перед первым полетом человека в космос врачи установили под матрасами, на которых спали Ю. А. Гагарин и Г. С. Титов, специальные датчики. Они должны были «рассказать» о сне космонавтов. Если перо самописца пишет ровную кривую,—спят спокойно, если ворочаются, испытывают беспокойство,—кривая ломается, изменяется.

С. П. Королев, домик которого был рядом, четыре раза в течение ночи подходил к аппаратуре... (она была не в самом доме, а снаружи), спрашивал, как идут дела. И был поражен безмятежностью сна космонавтов.

— Я бы на их месте так спокойно спать не мог,—сказал он.

— Значит, мы неплохо поработали, правда, Сергей Павлович? — осведомился дежурный врач. И в ответ услышал:

— Да, безусловно.

В связи с увеличением длительности полетов очень важно оценить, как ведут себя люди в процессе совместной деятельности. От эффективности этих методов зависит рациональное комплектование экипажа с учетом психологической совместности.

Кандидаты в космонавты, успешно преодолевшие «барьеры» стационара, направляются в Центр подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина для прохождения **этапа конкретной подготовки к полету**. Главные цели медицинского раздела этой подготовки — повышение устойчивости организма в космическом полете.

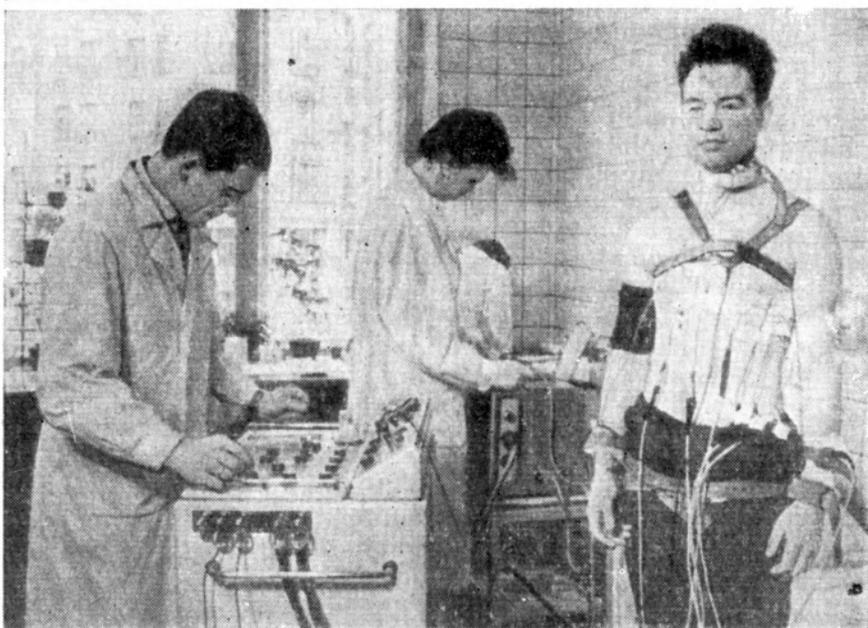
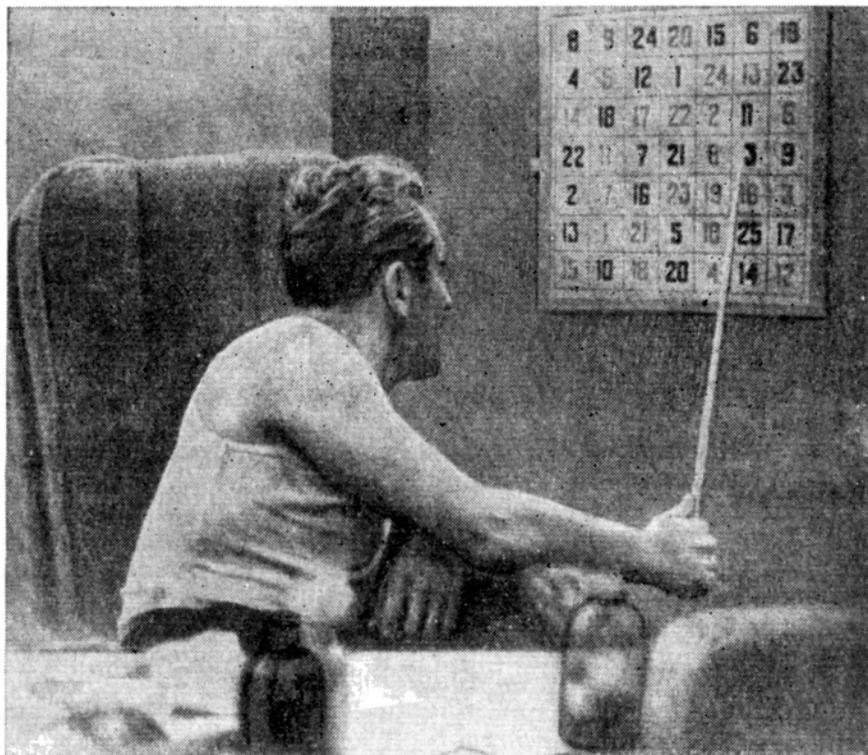
Медицинские данные, полученные на всех этапах подготовки, и результаты медицинского обследования непосредственно перед полетом — вот на чем основывается заключение о годности космонавта к данному космическому полету.

Не следует думать, что система медицинского отбора статична. Она постоянно развивается, накапливая современные достижения клинической и космической медицины, а так-

же опыт полетов в космос. Отбор космонавтов ведется дифференцированно, с учетом планируемой программы и продолжительности полета, а также различных обязанностей членов экипажа — командира, инженера.

Развитие космонавтики, усложнение космической техники и необходимость ее испытания в полете, разнообразие научных исследований потребовали ввести в состав экипажа космического корабля инженеров и других специалистов высокой квалификации. Эта группа получила название космонавтов-исследователей. Возникла необходимость более гибкого подхода к вопросам отбора и подготовки новой категории кандидатов в космонавты. С точки зрения космической медицины — это «немолодые» люди, с низким уровнем физической подготовленности. Поэтому, перед вынесением окончательного решения, таких кандидатов «подлечивали» и укрепляли их здоровье. Первый и по времени достаточно большой этап подготовки проходит без отрыва от основной работы, а в Центр подготовки космонавтов они направляются только для непосредственной подготовки в составе экипажа. После полета эти люди возвращаются на основное место работы.

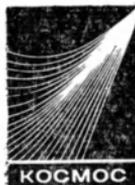
По такой системе проходили отбор и подготовку космонавты Г. М. Гречко, В. Н. Кубасов, Н. Н. Руквишников, В. И. Севастьянов и другие. Следует особо подчеркнуть, что в советской системе отбора и подготовки космонавтов большое внимание уделяется индивидуальным особенностям организма.



■ Черно-красная цифровая таблица для исследования устойчивости запрограммированной деятельности. Цифры даны в случайной комбинации, исключая возможность запоминания. Исследуемый ведет счет черных чисел в возрастающем по-

рядке, красных — в убывающем, чередуя эти действия и показывая то черную, то красную цифру в таблице

■ Г. М. Гречко проходит медицинское обследование



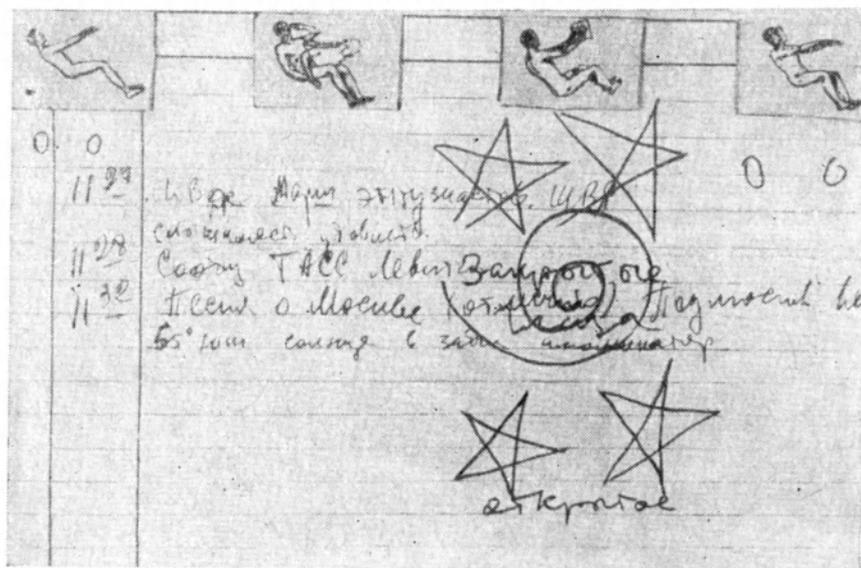
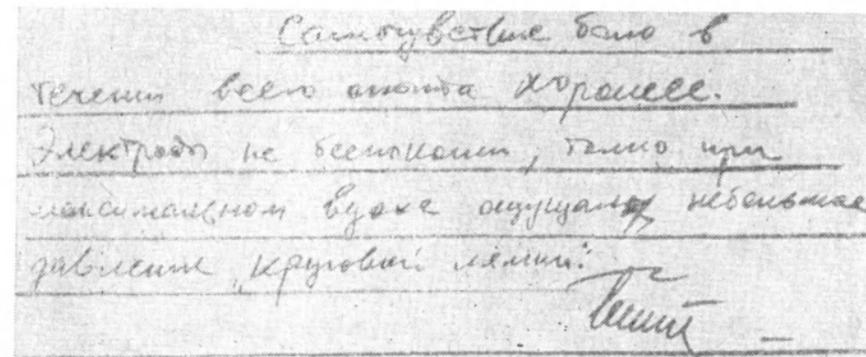
## ВРАЧИ ГОТОВЯТ К ПОЛЕТУ

Подготовка космонавтов — это непрерывный процесс обучения профессиональной деятельности и развитие высокой устойчивости к отрицательным факторам космического полета — к действию ускорений, невесомости, к нервно-психическим напряжениям, связанным с особенностями полета.

Как же повысить сопротивляемость организма? Медицина знает два способа. Первый состоит в неоднократном воздействии фактора, к которому нужно повысить устойчивость. Второй — в повышении общей тренированности организма. Например, при подготовке организма к кислородному голоданию повышается устойчивость его и к воздействию ионизирующей радиации.

Не нужно думать, что космонавтов готовят только какими-то особыми методами. Физкультура, водные процедуры, акклиматизация в условиях среднегорья повышают устойчивость организма к неблагоприятным воздействиям, но, конечно, в процессе подготовки космонавтов важную роль играют и специальные тренировки, повышающие работоспособность и выносливость в сложных космических условиях: полеты на самолетах по параболе, когда создается кратковременная невесомость, испытания-тренировки в макете космического корабля, вращения на центрифуге и другие.

Принципы построения тренировок космонавтов отражают общие законы тренировок: повторное воздействие, постепенное нарастание интенсивности и длительности, индивиду-



альный подход к выбору интенсивности и длительности в соответствии с состоянием организма и предстоящим заданием. Те виды подготовки, которые нужны для укрепления здоровья, включаются в программу со средней нагрузкой. При планировании всех видов подготовки учитывается время между воздействиями и

■  
Почерк Г. С. Титова во время пребывания в макете корабля «Восток»

■  
Первое выполнение вестибулярных проб Г. С. Титовым в космическом полете. Две верхние звезды нарисованы с закрытыми глазами

последовательностью различных тренировок. В программу подготовки советских космонавтов включены не только систематические, но и некоторые виды разовых нагрузок, направленных главным образом на изучение индивидуальных особенностей и резервных возможностей организма.

В процессе медицинской подготовки космонавта ожидают различные испытания. Мы расскажем только о некоторых из них.

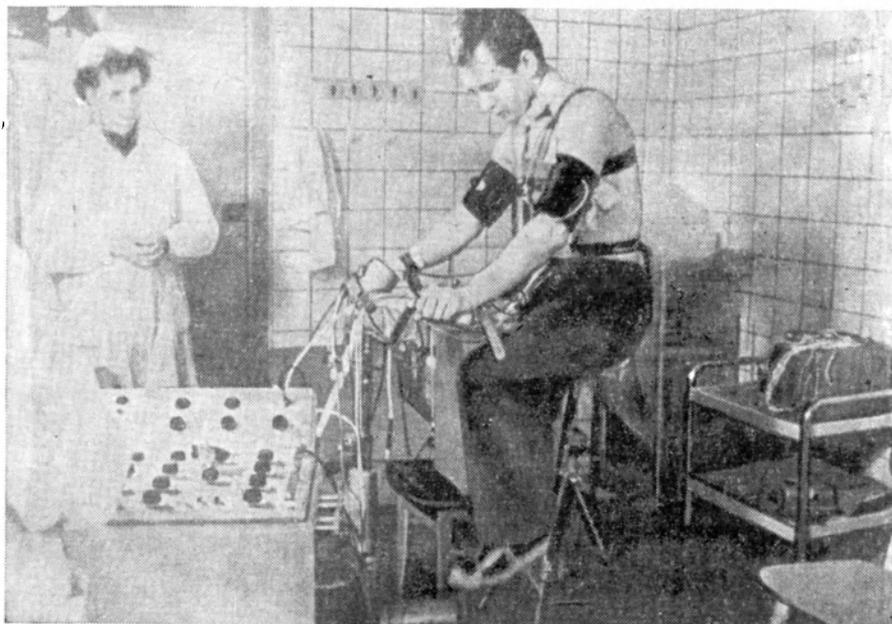
**Испытания в сурдокамере** (звуко-непроницаемая камера) необходимы для оценки нервно-психической устойчивости космонавта и для определения способности точного выполнения заданий в условиях длительного одиночества и тишины.

В сурдокамере космонавты жили и работали по графику будущего полета. В подготовке к первым полетам опробовались специальные комплексы физических упражнений, методы регистрации медико-биологической информации. Время пребывания в сурдокамере от 7 до 10 суток.

Чтобы дать представление о нервной нагрузке, которую испытывает человек в сурдокамере, вспомним, как один из журналистов воспринял небольшой скрип телевизионной камеры, на который в обычных усло-

■  
*Полеты—составная часть подготовки космонавтов. А. С. Елисейев в кабине самолета*

■  
*Тренировка на велоэргометре. В. Н. Кубасов готовится к полету*





виях никто и никогда не обратил бы внимания. У него возникли зрительские и слуховые представления, будто он находится на лесозаготовках (где когда-то работал) и слышит визг пилы, шум падающих деревьев. В той или иной степени подобные ощущения испытывали и некоторые космонавты. Сурдокамера была обязательным испытанием перед полетом. Сейчас через нее проходят только при зачислении в отряд. Это нужно для проверки нервно-психической сферы, да и то не всегда.

Определение нервно-психической устойчивости космонавтов проводится в течение всей подготовки. Исследуются эмоциональные реакции и особенности поведения при тех видах подготовки, которые отличаются существенным воздействием на психику человека (парашютные прыжки, вращения на центрифуге, полеты на самолетах, способность к точному выполнению заданий, способность к расслаблению и быстрому возвращению к активной деятельности).

**Специальные тренировки в термокамерах**, которые проходили первые группы космонавтов, повышали устойчивость к высокой температуре и помогали определить реакцию организма на жару (60° С). Это могло оказаться важным в аварийных ситуациях. Тепловое воздействие осталось в программе, но сейчас оно направлено на оценку реакции сердечно-сосудистой системы и выявление скрытой патологии.

**Полеты на самолетах** для создания кратковременной невесомости — всего несколько десятков секунд. Они помогают выявить людей с недоста-

точной устойчивостью к такому воздействию, изучить индивидуальные особенности организма, тренируют и закаляют волю.

Несмотря на существенное различие между реакциями на кратковременную и длительную невесомость, полеты по параболе дают возможность оценить предрасположенность к нарушению функции вестибулярного аппарата, знакомят космонавта с этим необычным состоянием.

**Вращения на центрифуге** дают представление о действии на организм человека неодинаковых по длительности и интенсивности ускорений; определяют, кто и как переносит ускорения на различных участках выведения корабля на орбиту, вращения его на Землю; повышают устойчивость организма к неизбежным ускорениям.

Тренировки вестибулярного аппарата направлены на повышение его устойчивости к раздражениям в самых разнообразных условиях.

Используются активные и пассивные методы. Активные методы включают различные физические упражнения. Пассивные методы — это тренировки на качелях и вращающихся стендах.

**Физическая подготовка** — одно из средств повышения устойчивости организма к действию большинства факторов космического полета. Она складывается из интенсивной утренней физической зарядки и специальных групповых занятий. Во время групповых занятий космонавты играют в футбол, волейбол, баскетбол, занимаются акробатикой. Врачи стараются максимально индивидуализировать характер упражнений и строго

соблюдать принцип постепенного, строго контролируемого нарастания нагрузок.

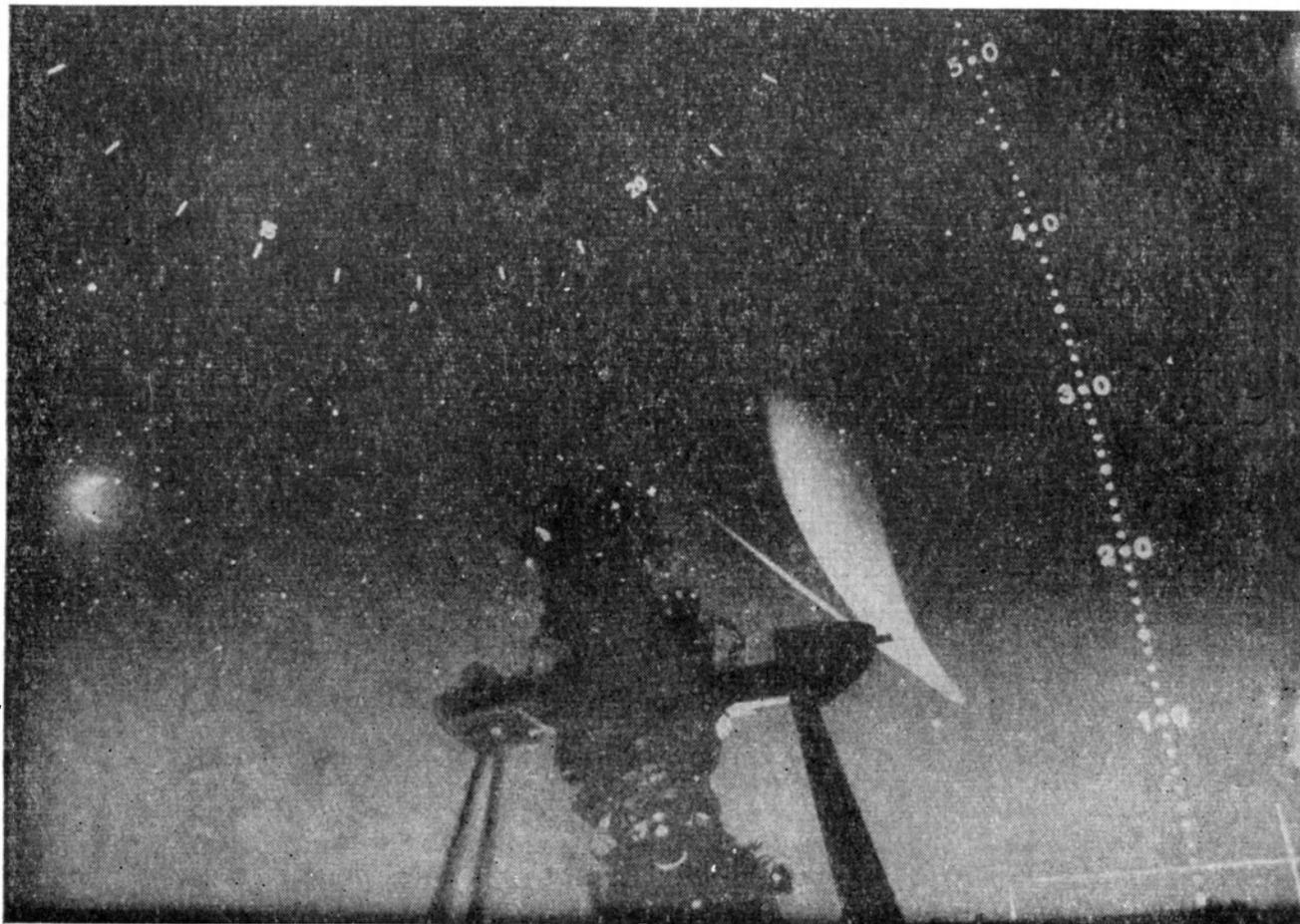
В период подготовки к полету экипажа космического корабля «Союз-25» В. В. Коваленок работал на велоэргометре. В один из дней он обратил внимание, что ему работать тяжелее, чем обычно, а врачи отметили несколько учащенный пульс. Но как человек дисциплинированный задание выполнил полностью. Потом оказалось, что вместо нагрузки на педали 750 кгм была установлена предельная — 1200 кгм. Этот пример характеризует не только высокие моральные качества космонавта, но и отличную физическую готовность. Подобное можно вспомнить и в отношении другого члена экипажа В. В. Рюмина. Во время высокогорной подготовки он поднимался вровень с проводником — местным жителем, но Рюмин нес на себе еще 20-килограммовый рюкзак с обедом для всей группы.

Мы лишь коротко рассказали о медицинской части утомительной и зачастую тяжелой подготовки космонавтов. Их многие считают счастливыми и смотрят на них с «белой» завистью, думая: «И я бы, может быть, мог так же, как они, очутиться в космосе». Но космонавты не только счастливы, на которых пал выбор, но и люди, много потрудившиеся для того, чтобы их мечта стала явью.

---

Б. А. МАКСИМАЧЕВ

## Космонавты в Звездном доме

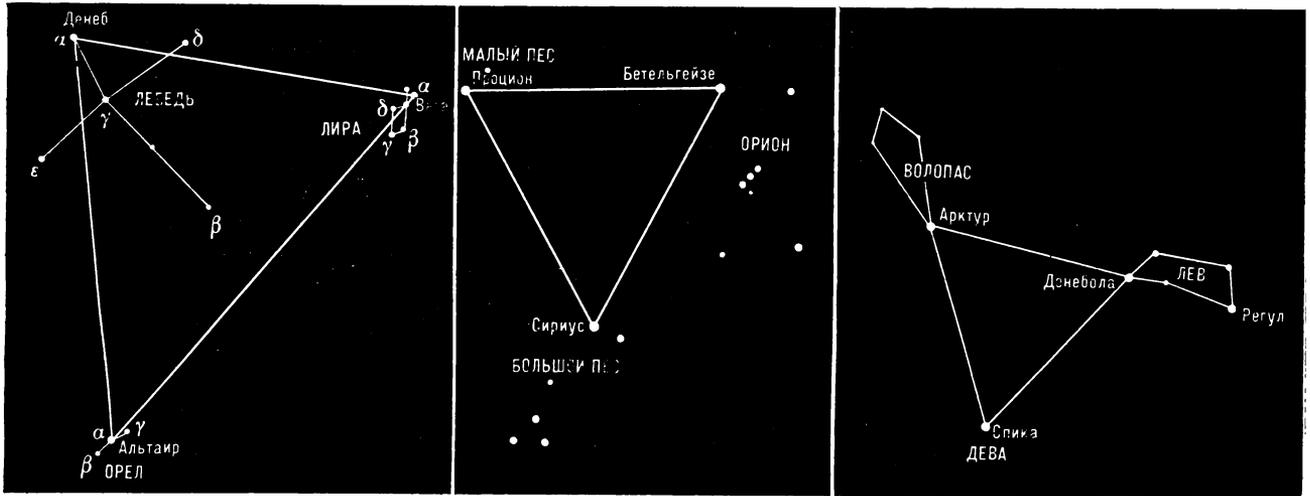
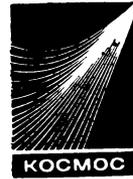


**Составная часть подготовки космонавтов — изучение звездного неба. Активно помогают им в этом сотрудники Московского планетария.**

Окружающая тьма кажется гуще, плотнее от неяркого света карманных фонариков, тонкие лучи которых высвечивают кружочки на звездных картах. Звезды — белые точки на черном фоне: одни ярче, другие — слабее. Нелегко увидеть в беспорядочной россыпи этих точек какие-ли-

бо, пусть даже воображаемые, фигуры. И если на карте можно определить границы созвездий, обозначения отдельных звезд, то на настоящем небе их можно лишь вообразить.

Звучит негромкая команда: «Небо на 30 градусов к югу от экватора!»



Слышится легкий шорох двигателей. Сверкающие над головой звезды уплывают куда-то вверх и останавливаются. «Есть южная широта 30 градусов!» — Космонавты проводят очередную тренировку по астронавигации в Звездном зале Московского планетария.

Искусство навигации — одно из древнейших на Земле. Звезды всегда помогали людям в пути. В наше время ни один морской корабль, ни один воздушный лайнер не обходятся без штурмана-астронома. Нужны звезды и космонавтам, которые по ним прокладывают небесные трассы.

Существуют разнообразные системы космической навигации. Важную роль играют наземные средства слежения. Радиоволны связывают космический аппарат с Землей, «передавая» его от одного пункта наблюдения к другому. Но на каждом космическом аппарате имеются слож-

ные системы ориентирования, да и космонавты не пассажиры, а активные исследователи, управляющие своим кораблем. Автономные средства навигации стали неотъемлемой принадлежностью каждого пилотируемого космического аппарата, и чтобы уметь ими пользоваться, нужно овладеть искусством ориентирования по звездам. Успех ориентирования обеспечивается прежде всего безукоризненным знанием навигационных звезд и созвездий как северного, так и южного полушарий небесной сферы.

Когда астрофизики, рассказывает Герой Советского Союза, летчик-

■ *Летне-осенний треугольник*

■ *Зимний треугольник*

■ *Весенний треугольник*

космонавт СССР В. В. Лебедев, предложили установить телескоп «Орион-2» на борту одного из космических кораблей и нам с дважды Героем Советского Союза, летчиком-космонавтом СССР П. И. Климуким доверили эту работу, понадобилось как можно лучше изучить звездное небо. Надо было запомнить опорные звезды, созвездия и переходы от одного созвездия к другому. Дело осложнялось тем, что поле зрения в космическом корабле небольшое — около 60°, потому что мы смотрим через иллюминатор корабля. Требовалось ориентировать корабль так, чтобы в поле зрения попали те звезды, по которым можно наводить телескоп, а потом эти звезды «захватить», чтобы обеспечить стабилизацию телескопа в пространстве.

Первая группа космонавтов посетила Московский планетарий в 1960 году. В состав ее входили



Ю. А. Гагарин, В. Ф. Быковский, А. Г. Николаев, П. Р. Попович, Г. С. Титов, Г. С. Шонин и другие. Будущие герои космоса слушали в планетарии лекции видных советских астрономов. После выступлений ученых сотрудник планетария (ныне директор) К. А. Порцевский проводил краткий обзор звездного неба, завершая показ традиционной картиной рассвета.

Превосходная возможность изучать звездное небо под куполом Московского планетария была по достоинству оценена руководителями астронавигационной подготовки космонавтов. Не зависящий от погоды одновременный обзор северного и южного полушарий небесной сферы, наглядность навигационных задач сделали планетарий незаменимым пособием. Большую роль сыграли и размеры звездного купола: диаметр искусственного небосвода Московского планетария 25 м, его площадь — 1000 м<sup>2</sup>. Когда загораются звезды, трудно отрешиться от ощущения подлинной картины ночного неба.

Сотрудники планетария старались создавать образную картину звездного неба. В самом деле, какие эмоции может вызвать простое перечисление навигационных звезд: α Лиры, β Лебеда, ε Большой Медведицы? Можно, например, долго говорить о спектральных свойствах звезды μ Цефея, но если назвать ее Гранатовой звездой Гершеля и показать на небе планетария, то в памяти у слушателей останется и сама эта звезда, и местоположение всего созвездия.

Посещение планетария стало традиционным, и более 15 лет в Звездном зале проводились тренировки по астронавигации, в которых принимали участие почти все советские космонавты.

Основной целью этих тренировок было изучение звезд и созвездий: сначала главных навигационных звезд, затем — многих созвездий («Земля и Вселенная», № 1, 1973, с. 41—46.—Ред.). В космическом полете могут оказаться полезными и небольшие созвездия. Например, невелико созвездие Южного Креста, а без него пропало бы все впечатленье от неба южного полушария. Неповторимы в своих характерных очертаниях небольшие созвездия Стрелы, Дельфина, Жертвенника, Мухи. Едва приметные звезды Ворона, Чаши, Гидры, Дракона образуют запоминающиеся фигуры. Следуя нитевидным изгибам небесной реки — созвездия Эридана — легко найти путь от созвездия Ориона к одной из ярчайших звезд южного полушария — Ахернару.

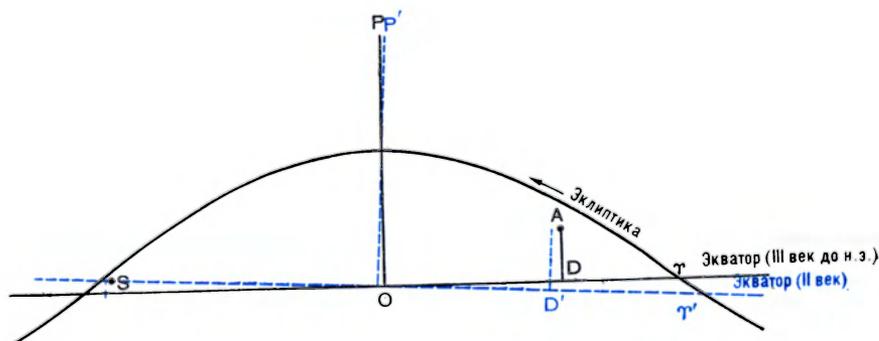
В основу запоминания созвездий легли простейшие геометрические фигуры — трапеции, квадраты, треугольники, ромбы и даже прямые линии. Как правило, попытки представить фигуру созвездия в виде сложной картины, следуя средневековым звездным атласам Гевелия или Байера, были обречены на неудачу. Не очень помогала и попытка Рея пере-

осмыслить фигуры древних созвездий («Земля и Вселенная», № 6, 1969, с. 86—91.—Ред.). Одна из причин заключается в том, что звездное небо космонавтам то и дело представляется в самых неожиданных разворотах. Бывает так, что даже самые знакомые созвездия северного полушария с трудом узнаются наблюдателем, «находящимся» в южном.

Мы уже отмечали, что космонавт в полете не может сразу охватить взором большую область неба. Это все равно, что наблюдать и опознавать звезды в разрывах облаков. Чтобы распознать навигационные звезды и созвездия в таких условиях, нужно не только хорошо представлять взаимное расположение опорных звезд, но и уметь их различать по индивидуальным признакам — цвету, яркости. Эта довольно трудная задача под силу только человеку хорошо знающему звездное небо. «В течение часа езды от Звездного городка до планетария мы устраивали шумную игру «в звезды и созвездия», похожую на известную детскую игру «в города». Участвовали все и называли более 95 процентов всех звезд и созвездий, имеющих названия», — вспоминает дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР В. И. Севастьянов.

Звездное небо словно соткано из геометрических фигур. Всем известен летне-осенний треугольник, составленный звездами Вега, Денеб и Альтаир. Равнобедренный, слегка вытянутый к югу, он указывает на α Козерога. С декабря по март становится видимым не менее эффектный зим-

■  
*Стрелолет южного полушария*



десятки тысяч раз больше, чем движение нуль-пункта географической долготы.

### ПОЧЕМУ ИЗМЕНЯЕТСЯ СКЛОНЕНИЕ ЗВЕЗД?

Астрономия как наука возникла в глубокой древности отчасти вследствие потребности в измерении времени, связанного с видимым суточным и годичным движениями Солнца, которые вызывают смену дня и ночи и времен года. Отсюда сама собой появилась тесно связанная с Солнцем система астрономических координат. За нуль-пункт прямых восхождений была принята точка пересечения небесного экватора с эклиптикой, через которую Солнце проходит в момент весеннего равноденствия. Во времена древних астрономов эта точка находилась в зодиакальном созвездии Овна, знак которого  $\Upsilon$  похож на греческую букву gamma. Такое обозначение точки весеннего равноденствия сохранилось до сих пор. Она ничем не отмечена на небе и определить ее положение можно, лишь измеряя вблизи равноденствия склонения Солнца: в момент, когда при переходе из южного полушария в северное его склонение равно нулю, центр Солнца и будет находиться в точке весеннего равноденствия. Привязку ее к звездам астрономы умели делать более 2000 лет тому назад. В то время не было средств для наблюдения звезд днем наряду с Солнцем, так что приходится удивляться остроумию и умению древних наблюдателей.

Греческий астроном Клавдий Птолемей в знаменитом сочинении, из-

вестном нам под искаженным арабским названием «Альмагест» (середина II века), писал, что живший за три столетия до него величайший греческий астроном Гиппарх определял широты звезд (угловые расстояния от эклиптики), а также их склонения (расстояния от экватора) и сравнивал их с аналогичными наблюдениями Тимохариса, произведенными на 100 лет раньше. Гиппарх нашел, что широты звезд остались неизменными, а склонения заметно изменились. Это указывало на смещение экватора относительно эклиптики. Птолемей проверил выводы Гиппарха и получил следующие склонения звезд:

$\alpha$ Тельца	$\alpha$ Девы
Альдебаран	Спики
+ 8°45'	+ 1°24' (Тимохарис)
+ 9°45'	+ 0°36' (Гиппарх)
+ 11°0'	— 0°30' (Птолемей)

Оказалось, что склонение Альдебарана со временем увеличилось, а Спики уменьшилось. Гиппарх истолковал это **перемещением** среди звезд точки **весеннего равноденствия**. Она движется навстречу Солнцу, поэтому Солнце возвращается к ней раньше, чем опишет полный оборот по эклиптике. Отсюда и произошел термин «предварение» равноденствия (латыни, praecessere).

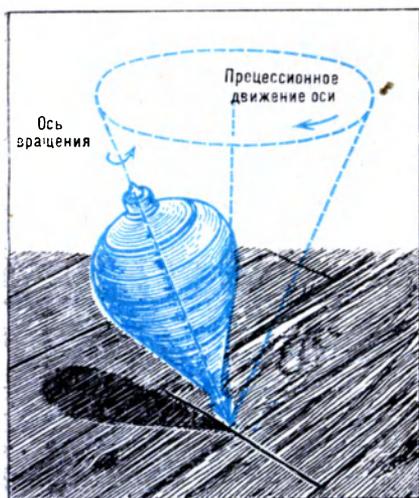
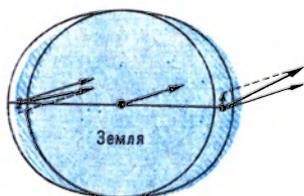
■ *Перемещение точки весеннего равноденствия ( $\Upsilon$ ) за период с III века до нашей эры по II век. Изменение склонений звезд Альдебарана (A) и Спики (S) К. Птолемей связал со смещением экватора относительно эклиптики, а значит, и с движением точки их пересечения  $\Upsilon$  навстречу Солнцу (направление его движения указано стрелкой). Изменилось и положение Северного полюса мира с P на P'.*

Скорость движения точки весеннего равноденствия по эклиптике весьма мала, Гиппарх оценил ее в 1° за 100 лет, или 36" в год. Птолемей получил большее значение — почти 60" в год. С тех пор эта фундаментальная для астрометрии величина уточнялась по мере накопления наблюдений, совершенствования техники и течения времени. Арабские ученые в X—XI веках находили, что точка весеннего равноденствия смещается за год на 48—54", великий узбекский астроном Улугбек в 1437 году получил 51,4". Последний, кто проводил наблюдения невооруженным глазом, был Тихо Браге. В 1588 году он оценил эту величину в 51".

Год природы, то есть период повторения сезонов, называемый тропическим годом, определяется движением Солнца относительно точки весеннего равноденствия и равен 365,24220 средних солнечных суток. Полное обращение Солнца относительно неподвижной точки эклиптики, например звезды с исчезающе малым собственным движением, известно как звездный, или сидерический, год. Он равен 365,25636 суток, то есть на 0,01416 суток, или 20 минут 24 секунды, длиннее тропического года. Именно такой промежуток времени требуется Солнцу для прохождения отрезка эклиптики, на который отступила за год точка весеннего равноденствия.

### ВСЕГДА ЛИ ПОЛЯРНАЯ ОСТАНЕТСЯ ПОЛЯРНОЙ

Итак, более 2000 лет назад было обнаружено явление прецессии, но объяснение его дал лишь в 1687 году Исаак Ньютон в своем бессмертном



сочинении «Математические начала натуральной философии». Он правильно заключил, что вследствие суточного вращения вокруг оси Земля имеет форму слегка сплющенного у полюсов эллипсоида. Ее можно рассматривать как шар с добавочной массой, расположенной вдоль экваториального пояса. Притяжение Земли Луной и Солнцем в этом случае можно разделить на две части: притяжение земного шара силой, приложенной к его центру, и притяжение экваториального пояса. Когда Луна 2 раза в месяц, а Солнце 2 раза в год отходят от плоскости земного

■  
*Силы притяжения Луны, действующие на центр нашей планеты и ее экваториальный пояс*

■  
*Прецессия волчка*

экватора, их притяжение создает момент силы, стремящийся повернуть Землю так, чтобы ее экватор проходил через эти светила. Если бы Земля не вращалась, то такой поворот действительно произошел бы, но быстрое вращение Земли (ведь точка ее экватора перемещается со скоростью 465 м/с) создает гироскопический эффект, как у вращающегося волчка. Сила тяжести стремится повалить волчок, но вращение удерживает от падения, и его ось начинает движение по конусу с вершиной в точке опоры. Подобно этому и земная ось описывает конус вокруг оси эклиптики, ежегодно отходя на  $50,2''$  и совершая полный оборот почти за 26 000 лет. Это изменение направления земной оси в пространстве приводит к тому, что Северный полюс мира описывает вокруг Северного полюса эклиптики малый круг с радиусом около  $23,5^\circ$ , то же происходит и с Южным полюсом. Поскольку собственные движения звезд малы по сравнению с прецессионным движением, можно считать звезды практически неподвижными, а полюсы — перемещающимися среди них.

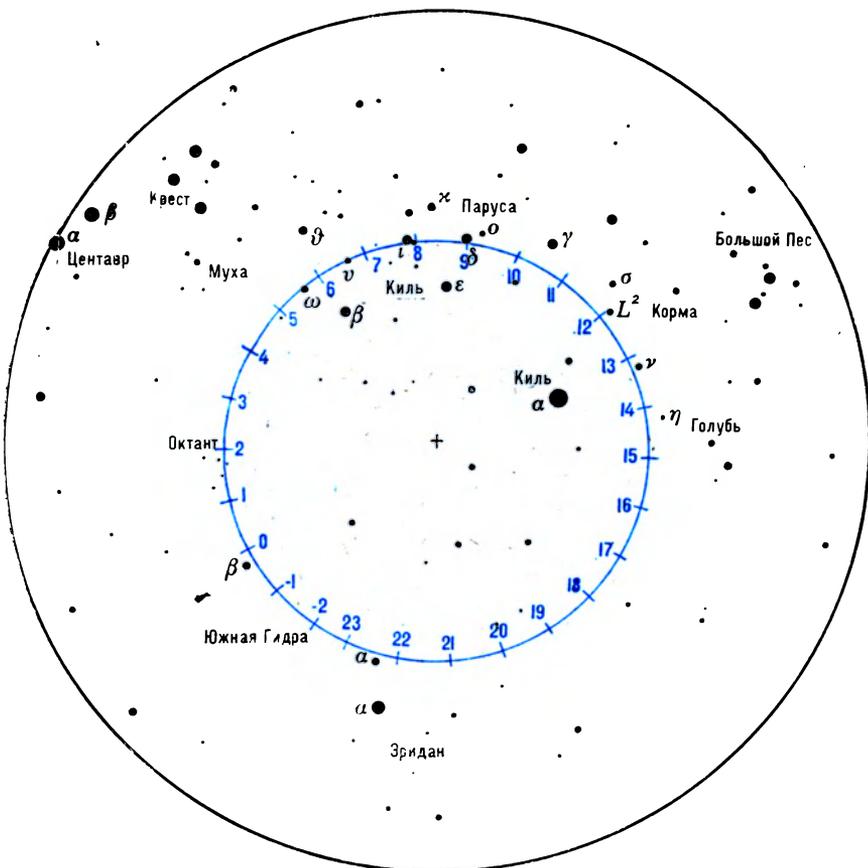
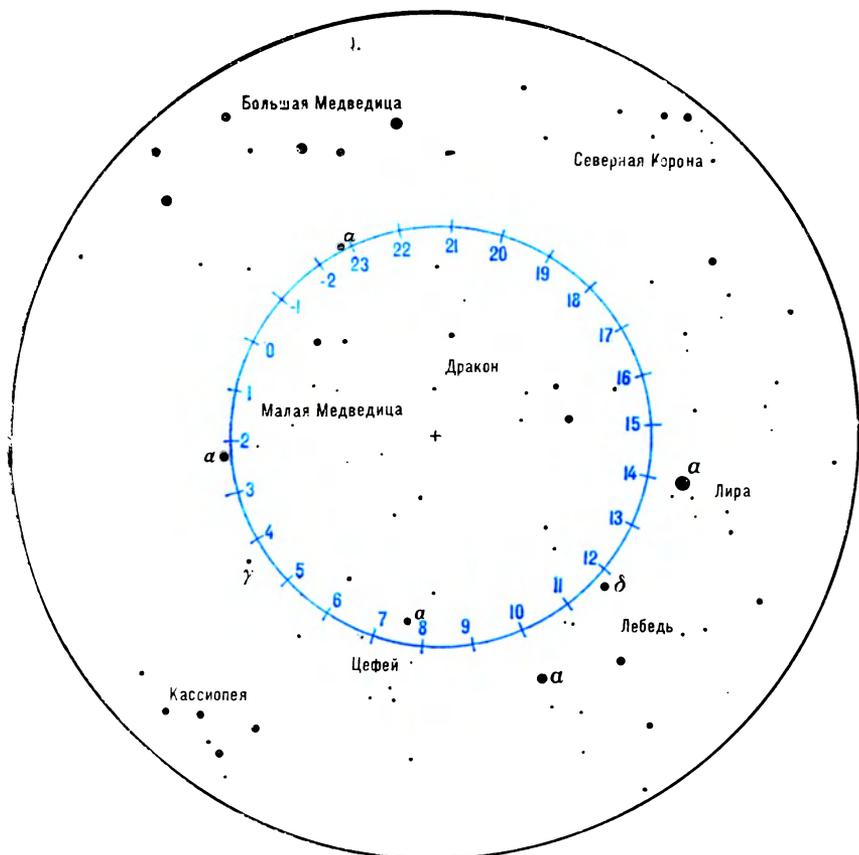
В настоящее время Северный полюс мира находится очень близко к яркой звезде 2-й величины  $\alpha$  Малой Медведицы, которая поэтому называется Полярной. В 1978 году угловое расстояние полюса от этой звезды равно  $50'$ , а в 2103 году оно станет минимальным — всего  $27'$ . Мы бы назвали такую близость полюса мира к яркой звезде удачной. Действительно, в практической астрономии и ее приложениях к географии, геодезии, навигации и авиации Полярная звезда используется для опре-

деления широты и азимута. К 3000 году Северный полюс удалится от нынешней Полярной звезды почти на  $5^\circ$ . Затем долгое время не будет близкой к полюсу яркой звезды. Okоло 4200 года полюс подойдет на расстоянии  $2^\circ$  к звезде  $\alpha$  Цефея 2-й величины. В 7600 году полюс окажется близ звезды  $\delta$  Лебедя 3-ей величины, а в 13 800 году полярной, хотя и далекой от полюса (на  $5^\circ$ ), будет наиболее яркая звезда северного полушария Вега в созвездии Лиры.

В южном полушарии, наоборот, полюс сейчас находится в области неба, крайне бедной яркими звездами. Ближайшая к полюсу звезда  $\sigma$  Октанта имеет всего 5-ю величину и едва видна невооруженным глазом. Зато в будущем, хотя и далекоком, в южном полушарии будет «урожа́й» на близполюсные звезды.

#### НУТАЦИЯ

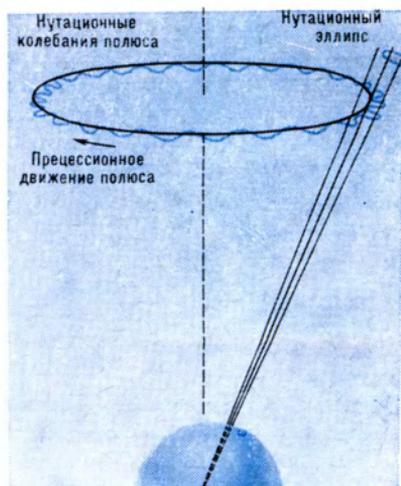
Однако движение полюсов не строго равномерно, оно медленно изменяется вследствие вексткого уменьшения наклона экватора к эклиптике, а также уменьшения эксцентриситета земной орбиты. Кроме того, происходят более значительные периодические колебания в положении полюсов, вызванные изменениями склонений Луны и Солнца. Когда их склонения увеличиваются — светила удаляются от экватора, — возрастает их стремление повернуть Землю в свою сторону. Хотя Луна имеет массу в 27 млн. раз меньше массы Солнца, но она настолько ближе к Земле, что ее действие в 2,2 раза сильнее действия Солнца. Таким образом, почти 70% прецессионного движения вызывается Луной.



Луна и Солнце периодически изменяют свое положение относительно экватора. Склонение Солнца регулярно меняется в пределах  $\pm 23,5^\circ$  с годичным периодом, склонение Луны меняется более сложно, в зависимости от положения узлов лунной орбиты, которые совершают один оборот по эклиптике за 18,6 года. Наклон лунной орбиты к эклиптике составляет  $5^\circ$  и, когда восходящий узел близок к точке весеннего равноденствия, наклон орбиты складывается с наклоном эклиптики, так что склонение Луны в течение месяца колеблется между  $\pm 28,5^\circ$ . Через 9,3 года, когда к точке весеннего равноденствия подходит нисходящий узел, наклоны вычитаются и склонение Луны меняется в пределах  $\pm 18,5^\circ$ . Месячные изменения склонения Луны и годичные изменения склонения Солнца не успевают произвести значительного действия на прецессионное движение. Колебание же склонения Луны с периодом 18,6 года вызывает колебания земной оси с амплитудой  $9,2''$ , называемые **нутацией**. Это явление открыл английский астроном Джеймс Брайлей в 1745 году.

Имеется еще одно обстоятельство, не влияющее на склонения звезд, но тем не менее вызывающее небольшое движение точки весеннего равноденствия. Это — притяжение пла-

*Положения Северного (вверху) и Южного (внизу) полюсов мира среди звезд. Положения полюсов отмечены цифрами через каждую тысячу лет, начиная с 2000 года до нашей эры (—2) и кончая 23 000 годом (23)*



нет Солнечной системы. Планеты слишком далеки от Земли, чтобы их действие на экваториальный пояс Земли было ощутимым. Однако вследствие наклонов планетных орбит к эклиптике возникает некоторый, хотя и очень слабый момент сил, стремящийся повернуть плоскость земной орбиты до совпадения с плоскостью орбиты данной планеты. Суммарное действие всех больших планет слегка изменяет положение эклиптики, что сказывается и на положении точек пересечения ее с экватором, то есть на положении точки весеннего равноденствия. Это дополнительное смещение, равное примерно  $0,1''$  в год, называется **прецессией от планет**, тогда как основное движение есть **лунно-солнечная прецессия**. Суммарное действие лунно-солнечной прецессии и прецессии от планет называется **общей прецессией**.

#### КАК ИЗМЕРИТЬ ПРЕЦЕССИЮ?

Зная массы планет и элементы их орбит, можно точно вычислить значение прецессии от планет, но лунно-солнечную прецессию приходится определять из наблюдений почти тем же способом, как это впервые сделал Гиппарх,— по изменениям

*Прецессия и нутация земной оси (масштаб нутационных колебаний для наглядности увеличен)*

склонений звезд. Такой способ проще и надежнее, чем нахождение положений точки весеннего равноденствия среди звезд. Однако дело осложняется тем, что все звезды имеют собственные движения, также влияющие на их склонения, и приходится тщательно исследовать и исключать эти движения из наблюдавшихся склонений звезд. Особенно трудно исключить систематические движения звезд, вызванные перемещением Солнца в пространстве и вращением Галактики.

Большую работу по точному определению значения общей прецессии выполнил в конце прошлого века американский астроном Саймон Ньюком. Полученное им значение было утверждено в 1896 году международной комиссией, хотя теперь мы знаем, что определение этой важной постоянной, произведенное почти на полвека раньше пулковским астрономом, а впоследствии директором Пулковской обсерватории О. В. Струве, точнее. Значение общей прецессии, вычисленное Ньюкомом для 1900 года, равно:

$$50,2564'' + 0,000222'' T$$

(второй член дает годовое изменение,  $T$  — число лет, протекших с начала 1900 года).

Постоянной прецессии Ньюкома пользовались все астрономы в течение 80 лет. Лишь в 1976 году XVI съезд Международного астрономического союза в Гренобле принял новое значение для 2000 года:

$$50,290966'' + 0,000222'' T.$$

Старое значение для 2000 года ( $50,2786''$ ) на  $0,0124''$  меньше нового.

В заключение опишем способ опре-

деления постоянной прецессии, разработанный в последние десятилетия. Мы уже задавались вопросом, как найти на небесной сфере неподвижную точку для обоснования нуля-пункта прямых восхождений. Еще в 1806 году французский астроном и математик Пьер Лаплас высказал мысль, что наименьшими, исчезающе малыми собственными движениями обладают слабые и далекие туманные пятна, видимые в телескопы во многих местах неба. Лаплас считал их большими звездными системами, удаленными от нас на огромные расстояния. Впоследствии Лаплас, пытаясь обосновать свою космогоническую гипотезу, изменил мнение о природе туманностей. Он предполагал, что это — планетные системы, находящиеся в стадии формирования, то есть образования, гораздо меньше и более близкие к нам. Теперь мы знаем, что правильно первое мнение Лапласа, но на это предположение в свое время не обратили внимания, да и не было тогда для него обоснования. Практическое осуществление идеи Лапласа — определить нуль-пункт прямых восхождений относительно внегалактических туманностей — стало возможным только после усовершенствования астрофотографии.

Внегалактические туманности — галактики — нельзя считать абсолютно неподвижными. Как следует из теории расширяющейся Вселенной, галактики удаляются от нас со скоростями, пропорциональными их расстояниям. Если принять, что поперечные линейные скорости одного порядка со скоростями удаления, то они составляют примерно  $75 \text{ км/с}$  на



1 млн. парсек, или 3, 26 млн. световых лет. Тогда получается, что смещения далеких галактик на небесной сфере станут заметными лишь через миллионы лет. Таким образом, галактики могут служить основой **инерциальной системы координат** — системы, которая не имеет вращения, а обладает только поступательным прямолинейным движением («Земля и Вселенная», № 5, 1967, с. 14—24.—Ред.). Строго говоря, движение должно быть и равномерным, но мы не располагаем способом обнаружения неравномерности и потому вынуждены с ней не считаться.

Лишь в 30-х годах текущего столетия пулковские и московские астрономы подняли вопрос о привязке системы звездных положений к далеким галактикам. Предложение советских астрономов подробно обсуждалось в 1952 году на VIII съезде Международного астрономического

союза в Риме, и вскоре А. Н. Дейч в Пулковке и С. Василевскис на Ликской обсерватории в США получили многочисленные фотографии галактик и слабых звезд. Эти снимки можно было использовать в качестве «первых эпох», дающих положения звезд для некоторых исходных моментов. Повторение таких снимков через 20 и более лет послужило для определения абсолютных собственных движений звезд относительно галактик. Эти работы выполнялись в Пулковке, Москве, Ташкенте и на нескольких зарубежных обсерваториях.

Установление инерциальной системы с помощью далеких галактик осложняется тем, что галактики, которые имеют достаточно светлое и четкое ядро для уверенного измерения на фотонегативах, не ярче 15-й звездной величины. Такой же примерно величины бывают и «привязанные» к

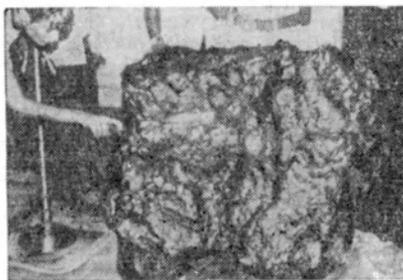
ним звезды. Для практики же интересны положения ярких звезд — от 1-й до 6-й или 7-й величины, блеск которых в десятки тысяч раз превосходит звезды 15-й величины. Поэтому приходится повторно фотографировать участки неба и производить необходимую привязку часто даже в две ступени, включая промежуточные звезды примерно 10-й величины.

С момента получения фотографий «первых эпох» прошло еще недостаточно времени, чтобы в полной мере использовать преимущества нового способа определения постоянной прецессии. В будущем этот метод даст уверенное и точное обоснование инерциальной системы координат. И тогда положение точки весеннего равноденствия — нуль-пункт прямых восхождений — будет «закреплено» на небесной сфере на многие тысячелетия.

## НОВЫЙ КРУПНЫЙ МЕТЕОРИТ

Работая в горах Олд Вумен (штат Калифорния, США), два геолога обнаружили крупную металлическую глыбу, которая, по их мнению, могла иметь космическое происхождение. Доктор Р. Кларк, прибывший на место находки, подтвердил это предположение.

Метеорит Олд Вумен представляет собой единое железное тело массой 2758 кг. Его размеры 1,2×0,9×0,8 м. Он, как Сихотэ-Алинский метеорит, принадлежит к классу грубоструктурных октаэдритов.



■ Метеорит Олд Вумен (фотография из журнала «Sky and Telescope», 54, 4, 1977)

В июне 1977 года метеорит Олд Вумен удалось извлечь из горной расщелины и вертолетом переправить на одну из ближайших шоссе-ных дорог, чтобы затем доставить в Смитсоновский музей (Вашингтон).

Олд Вумен относится к числу самых крупных метеоритов, найденных на территории США. По массе он уступает лишь 16-тонному метеориту Виллямет, обнаруженному в 1902 году в штате Орегон.

«Smithsonian Institution Natural Science Event Bulletin», 2, 6, 1977.



## УСКОРЕНИЕ РЕНТГЕНОВСКИХ ПУЛЬСАРОВ

Исследователи неоднократно отмечали, что периоды пульсаций излучения известных рентгеновских пульсаров Геркулес X-1 и Центавр X-3 меняются со временем. В системе Геркулеса X-1 вращение нейтронной звезды ускоряется, а в системе Центавра X-3 то ускоряется, то замедляется. Нейтронные звезды в обеих системах отличаются друг от друга очень незначительно, в то время как изменения периодов пульсаций — в сотни раз. Как объяснить это явление?

Советские астрофизики Р. А. Сюняев и Н. И. Шакура предположили, что период пульсаций может колебаться из-за неравномерности потери вещества нормальной звездой. Ведь скорость вращения нейтронной звезды зависит от того, сколько вещества истекает с нормального компонента. Значит, наблюдая изменения периодов пульсаций, можно судить о том, как нормальная звезда теряет вещество. Р. А. Сюняев и Н. И. Шакура нашли, что входящий в систему Геркулеса X-1 субгигант HZ Геркулеса должен терять вещество в течение 250 000 лет. Стадия истечения с нормального компонента системы Центавра X-3 — сверхгиганта звезды Кшешиньского — длится около 3000 лет. Эти числа не противоречат данным и выводам современной теории звездной эволюции. Со временем интенсивность истечения вещества будет возрастать, и в диске около нейтронной звезды скопится так много вещества, что оно перестает пропускать рентгеновское излучение. Сквозь плазму способно проникать только ультрафиолетовое излучение. И тогда для наблюдателей рентгеновский пульсар исчезнет — на его месте возникнет ультрафиолетовый.

«Письма в «Астрономический журнал», 3, 5, 1977.

## РАДИОИСТОЧНИК В ЦЕНТРЕ ГАЛАКТИКИ

Известный радиои источник Стрелец А, расположенный в центре нашей Галактики, состоит из двух компонентов — западного и восточного. В 1974 году вблизи центра западного источника обнаружено небольшое «ядрышко» размером менее 0,1". Впоследствии удалось определить, что размеры «ядрышка» еще по крайней мере в пять раз меньше. Но каковы они на самом деле?

Американские ученые К. Келлерман, Д. Шаффер и их коллеги исследовали тонкую структуру западного источника на радиointерферометре с большой базой. Использовались три антенны: в Вестфорде (Массачусетс), Грин Бенке (Западная Виргиния) и Голдстоуне (Калифорния). Измерения показали, что размер «ядрышка» в западном источнике равен 0,01—0,02". В центре «ядрышка» зарегистрировано еще более яркое пятно, которое дает четверть всего излучения. Размер этого пятна ничтожно мал — менее 0,001"! Это составляет всего 10 а. е. Причем найдены лишь максимальные размеры пятна. Если межзвездное рассеяние радиовлучения велико, то размеры излучающей области могут оказаться значительно меньше 10 а. е. Светимость единицы объема этой области по крайней мере в 100 раз выше, чем объемная светимость 3С 273 — самого яркого квазара. Какова природа загадочного образования? К. Келлерман, Д. Шаффер и их кол-



леги считают, что в центре Галактики может находиться черная дыра с массой в миллионы масс Солнца, которая излучает в результате аккреции межзвездного вещества. «Astrophysical Journal Letters», 214, 2, 1977.

## ЧАСТО ЛИ РОЖДАЮТСЯ ПУЛЬСАРЫ?

Сейчас известно около 150 радиопульсаров — нейтронных звезд, излучающих в радиодиапазоне. За 10 лет, прошедших после открытия первого пульсара, получила распространение гипотеза о том, что все они возникают при вспышках сверхновых звезд. Эта гипотеза подкреплена тем, что оцененные разными способами частоты вспышек сверхновых звезд и рождения радиопульсаров совпадали. Отсюда был сделан важный для теории эволюции вывод: звезда не может коллапсировать «беззвучно» — коллапс обязательно сопровождается взрывом сверхновой. Можно ли считать этот вывод твердо установленным фактом?

Английские ученые Дж. Дэвис, А. Лайн и Дж. Сейрадакис исследовали, как распределены пульсары в Галактике, и нашли расстояния до них, светимости, возрасты. По измерениям числа пульсаров в окрестностях Солнца удалось установить, что общее число пульсаров в Галактике достигает 250 000 и каждые 6—10 лет в ней появляется новый радиопульсар. Между тем по современным оценкам, сверхновые звезды вспыхивают в Галактике вряд ли чаще, чем одна в 30—100 лет. Получается, что пульсары могут возникать и без грандиозных взрывов, в процессе «тихого» коллапса? Если вывод английских ученых окажется верным, придется пересмотреть проблему образования релятивистских объектов во Вселенной. Возможно, нейтронных звезд и черных дыр во Вселенной гораздо больше, чем сейчас предполагается.

«Monthly Notices of the Royal Astronomical Society», 179, 6, 1977.



## Движение земной коры в океанах

В июне 1977 года в Москве собрался I съезд советских геологов. В нем участвовали представители 113 организаций: от 53 учреждений Академии наук СССР и академий союзных республик, а также от институтов Гидрометеослужбы, Министерства геологии, Министерства рыбного хозяйства, учебных заведений.

Специалисты в области физики океанов и морей, морские геологи и биологи рассказали о своих достижениях и проблемах. Их исследования взаимосвязаны. Чтобы понять происхождение осадочного «чехла» дна океана, геологам необходимы сведения о течениях, которые были в океане в прошлом. И здесь на помощь геологам приходят физики, изучающие динамику океанских вод. Биологи не могут обойтись без сведений, которые им дают геоморфологи и физики, потому что от рельефа дна и динамики вод зависит распределение жизни в океане.

Ниже публикуются несколько докладов, обсуждавшихся на съезде.

**Современные геологические, геофизические и морфологические исследования показывают, что на океанском дне происходят существенные тектонические движения. Три формы проявления этих движений связаны с различными районами океана.**

### ОКЕАНСКОЕ ДНО — ДИНАМИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ

Формирование и развитие земной коры, насчитывающие более 4,5 млрд. лет, сопровождаются тектоническими движениями. В результате этих движений образуются срывы с горизонтальным перемещением пластин коры на большие расстояния, крутые разломы с вертикальными смещениями блоков на несколько километров, различные по форме и размерам складки и другие деформации. Тектонические движения и создали сложную картину распределения материков и океанов, горных складчатых систем и вообще всех структурных форм нашей планеты. Эта картина пока не поддается расшифровке. Существует много гипотез о том, как она сформировалась, однако главные черты тектоники Земли остаются необъясненными.

Сейчас необходимо обратить самое пристальное внимание на тектонические движения в океанических пространствах. И хотя океаны и моря занимают более 70% поверхности Земли, о тектонических движе-

ниях в их пределах до самых последних десятилетий почти ничего не было известно. Исследователи оперировали данными только о континентах. Но этих данных, конечно, оказалось недостаточно для выяснения глобальных тектонических закономерностей.

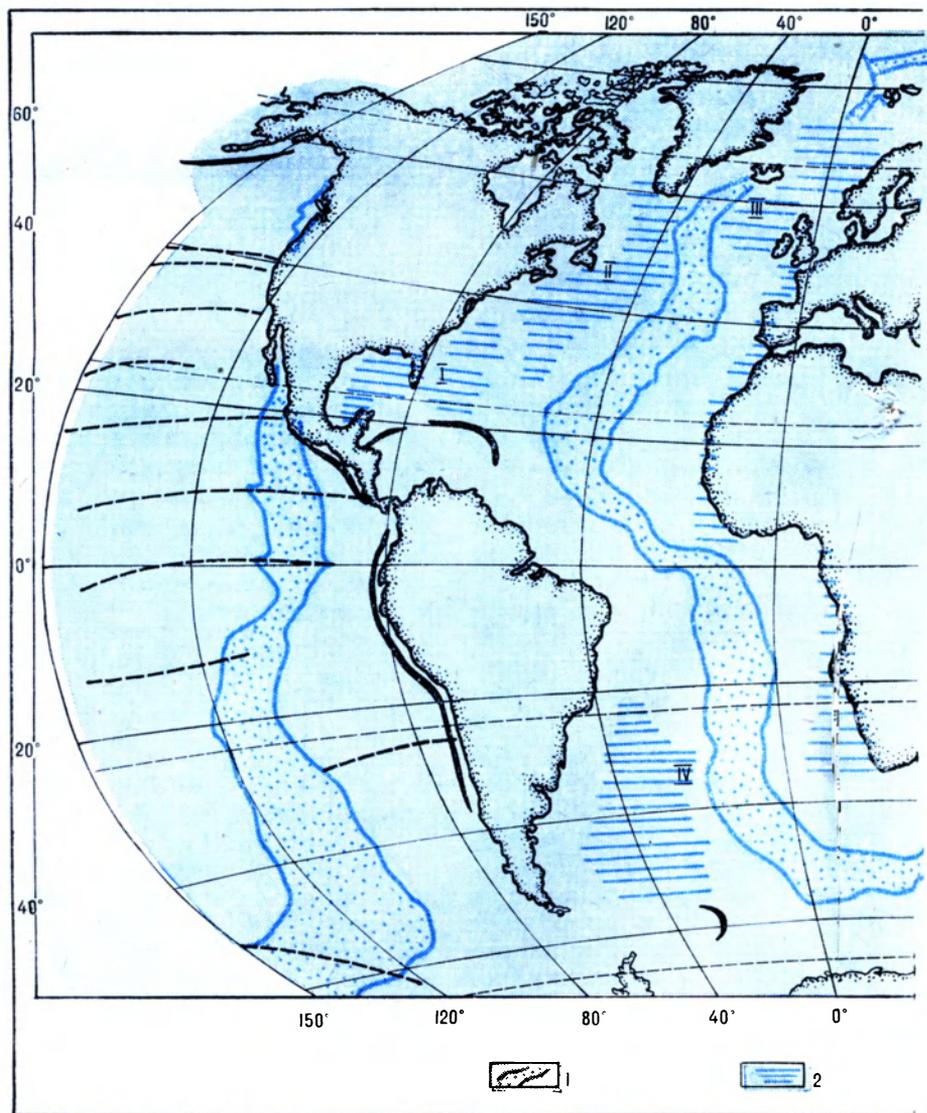
Опорными представлениями в континентальной тектонике являются представления об эпохах и фазах тектогенеза. Это — отрезки времени, выделяемые в истории развития континентов, когда те или иные зоны испытывают особенно значительные деформации, а также становятся проницаемыми для глубинных магматических масс. Эпохи и фазы тектогенеза — действительно важные рубежи: с ними связано и формирование структурного плана земной коры материков, и образование их металлогенических провинций (крупных районов распространения рудных месторождений). Но имеют ли эти эпохи и фазы всеземное распространение? На этот вопрос можно ответить, только зная тектонику океанов.

Изучение тектонических движений в океанах — дело нелегкое. Здесь необходимо самое тесное взаимодействие геологических, геофизических и морфологических методов с использованием всего арсенала того, что дает тектоническое изучение материковых областей. Характер земной коры под океанами совершенно иной, чем на суше, хотя бы потому, что там нет гранитно-метаморфического слоя, достигающего на континентах  $1/3$  толщины коры. Средняя толщина коры под океанами втрое или даже вчетверо мень-

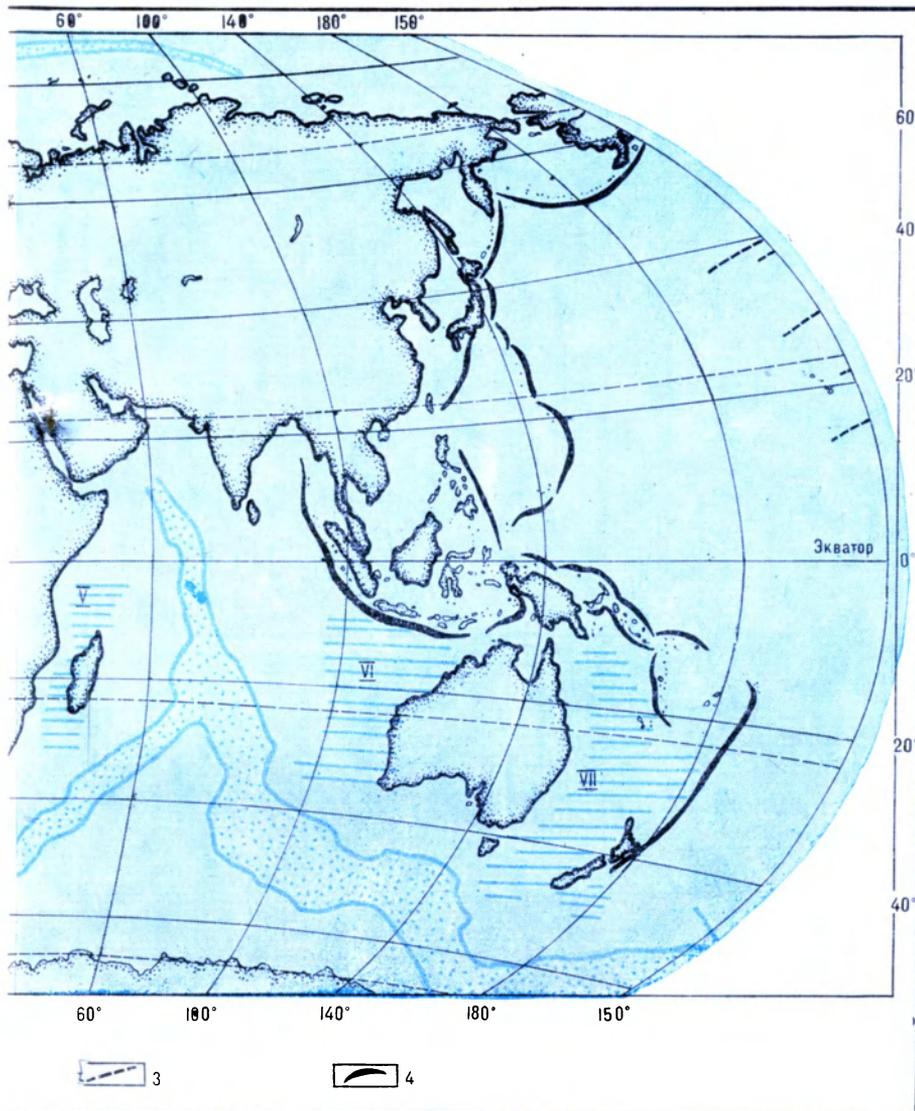
ше, чем под континентами. Поэтому и характер проявления тектонических движений, а также крупные структурные формы в океане должны быть особенными.

Некая конкретность в представлениях о тектонических движениях в океанах появилась, когда были обнаружены **подводные горы (гайоты)**. Их плоские вершины, часто носящие признаки того, что раньше эти горы располагались на мелководье, находятся ныне на глубинах более 2000 м. Особенно много гайотов — несколько сот — в Тихом океане. Нередко они располагаются группами, и тогда со всей определенностью можно говорить о погружении крупных участков океанского дна. В противоположность им существуют участки поднятий, которые определяются, например, по высоким коралловым островам.

Для изучения проявления тектонических движений много дали батиметрические и геоморфологические исследования. На дне океана были открыты многочисленные крупные формы рельефа, составляющие обширные морфологические провинции. Среди этих форм — различные сводо- и валообразные поднятия, глыбовые возвышенности обычно в форме неправильных блоков, вулканические хребты, абиссальные равнины (плиты), котловины. Для них характерны большие размеры — тысячи километров. Объяснить происхождение таких форм, а в особенности их сочетаний, без привлечения тектонических движений очень трудно. Во всяком случае, здесь вполне правомерна аналогия с континентами, где крупнейшие черты рельефа



Области океана, отличающиеся характером тектонических движений: I — мировая система подвижных океанических поясов; 2 — области тектонической деструкции (I — Багажско-Мексиканская, II — Нью-Фаундлендско-Бермудская, III — Севе-



ро-Атлантическая, IV—Сан-Пауло-Фолклендская, V—Мадагаскарско-Мозамбикская, VI—Восточно-Индийская, VII—Меланезийско-Тасманская); 3 — разломные зоны-гиганты в восточной части Тихого океана; 4 — глубоководные желоба, окаймляющие океанское ложе. Незаштрихованные области океанов — галассогены и шельфы

всегда связаны с тектоническими процессами.

Важный конкретный факт, подтвердивший существование тектонических движений в океане,— это обнаружение на океанском дне многочисленных разломов с вертикальными и горизонтальными перемещениями по ним крупных океанических блоков. Наиболее ярко эти разломы проявляются в восточной части Тихого океана («Земля и Вселенная», № 4, 1969, с. 32—38.—Ред.). Вдоль них массивы океанической коры сдвигаются относительно друг друга. В некоторых случаях такие сдвиги велики, их оценивают в 1500 км, однако это требует проверки.

Особый интерес для изучения тектоники океана представляют срединно-океанические хребты. Если гайоты, многие локальные поднятия океанского дна и крупные разломы на нем стали известны лишь в 40—50-х годах, то Срединно-Атлантический хребет обнаружен еще в начале нашего века. Однако структурные формы подобного типа детально стали изучать только после того, как было сделано одно из самых крупных геолого-географических открытий за последние десятилетия — обнаружение в океанах **мировой рифтовой системы** («Земля и Вселенная», № 5, 1974, с. 28—33.—Ред.). Оказалось, что Срединно-Атлантический хребет и его рифтовая зона продолжают далеко на север, в пределы Северного Ледовитого океана (хребет Гаккеля) — с одной стороны, и в Индийский океан — с другой. Рифтовая зона из Индийского океана между Австралией и Антарктидой выходит в Тихий океан и по

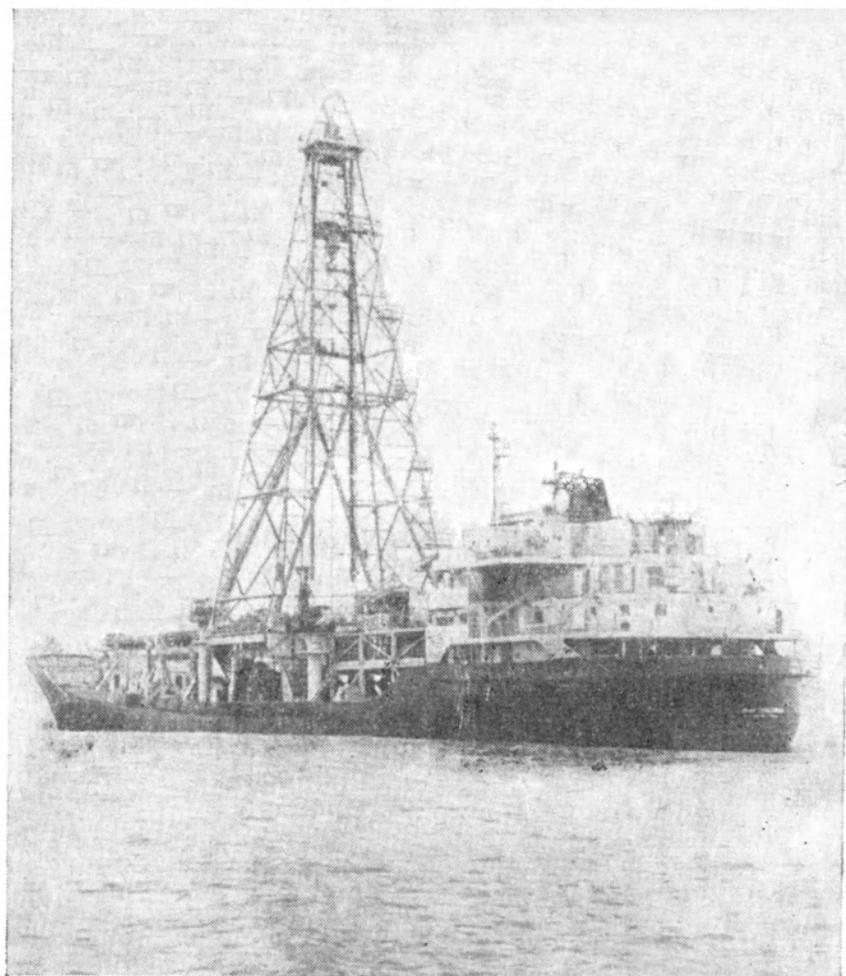
его восточной области доходит до Калифорнийского залива. Ее общая протяженность много больше, чем длина экватора. Характерные черты мировой рифтовой системы — повышенный тепловой поток из недр Земли, молодой вулканизм, тектонические подвижки, сейсмичность.

После открытия рифтовой системы стало ясно, что традиционные представления об инертности океанского дна, его тектонической стабильности, жесткости и, как следствие всего этого, простоте строения нужно отбросить. Океанское дно в целом предстало как тектонически динамическая область, а наиболее подвижная его зона — мировая рифтовая система — стала рассматриваться как совокупность подвижных океанических поясов.

По мнению автора, существуют три основные формы проявления тектонических движений в океане, которые важно знать для того, чтобы понять общую картину тектонической истории нашей планеты. Эти формы связаны с различными районами океана: **подвижными океаническими поясами**, областями, лежащими за пределами подвижных поясов, **талассогенами** и областями **тектонической деструкции**.

#### ПОДВИЖНЫЕ ПОЯСЫ

Теперь становится более ясно, что в формировании современной структуры подвижных океанических поясов определяющая роль принадлежит горизонтальному сжатию соответствующих зон океанского дна. Многочисленные морские экспедиции в различных районах обширного



Срединно-Атлантического хребта подняли глубинные породы (офиолиты), подвергшиеся изменениям и деформациям (метаморфизованные и дислоцированные). Поскольку такие породы встречаются на обширных площадях, естественно заключить, что сжатие проявлялось на больших территориях хребта.

Академик А. В. Пейве в разрезе Срединно-Атлантического хребта выделил два комплекса. Нижний состоит из зеленых сланцев, амфиболитов, габброидов, ультрабазитов. Верхний комплекс образован **толеитовыми базальтами** (океаническая разновидность базальтов), включающими прослойки океанических осадочных отложений. По данным А. В. Пейве, основное сжатие происходило в конце

мелового периода — начале кайнозоя. Это — проявление альпийской складчатости в океанической коре. Толеитовые базальты соответствуют более позднему тектоническому этапу (неоген-четвертичному), когда происходило воздымание хребта, сопровождавшееся растяжением земной коры.

Другие подвижные океанические поясы также представляют собой крупные складчатые сооружения в океанической коре и имеют сложную историю развития. Например,

■  
*Американское судно «Гломар Челленджер». Скважина, пробуренная с судна, может достигать 1 тыс. м на глубинах 5–6 тыс. м*



Восточно-Тихоокеанское поднятие, объединяющее Южно-Тихоокеанский и Восточно-Тихоокеанский хребты и простирающееся на многие тысячи километров, подобно Срединно-Атлантическому хребту, можно рассматривать как гигантскую пологую складку, нарушенную крупными деформациями в своде. Что касается прямых признаков метаморфизма и сжатия пород, то их здесь пока немного, но они все же существуют. Экспедиция на научно-исследовательском судне «Академик Курчатов» в 1977 году в разломной зоне Элтанин (южная часть поднятия) обнаружила тектонизированные амфиболиты. Есть и другие признаки. Так как поднятие возникло на океанической коре, то, следовательно, предшествующая картина распределения структурных форм была разрушена. Но какой она была, сказать пока нельзя.

Существует много данных, которые свидетельствуют в пользу аналогичного происхождения хребта Гаккеля в Северном Ледовитом океане. Таким образом, можно говорить о подвижных океанических поясах, как зонах проявления мощных тектонических сил, обусловивших сжатие океанической структуры, ее преобразование и последующее воздымание. Но там, где есть сильное горизонтальное сжатие, есть и крупные горизонтальные срывы, вызывающие перекрытие одной пластины земной коры (точнее, тектоносферы) другой пластиной. И очень интересно, что результаты глубоководного бурения с американского корабля «Гломар Челленджер» приносят подтверждение этому. Так бурение в

400 км к юго-западу от Азорских островов вскрыло тектоническую брекцию, возникшую несомненно при движении пластины земной коры по поверхности срыва. Автор уверен, что дальнейшие исследования выявят сложные и многочисленные тектонические перемещения масс горных пород в подвижных океанических поясах.

#### ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ ЗА ПРЕДЕЛАМИ ПОДВИЖНЫХ ПОЯСОВ

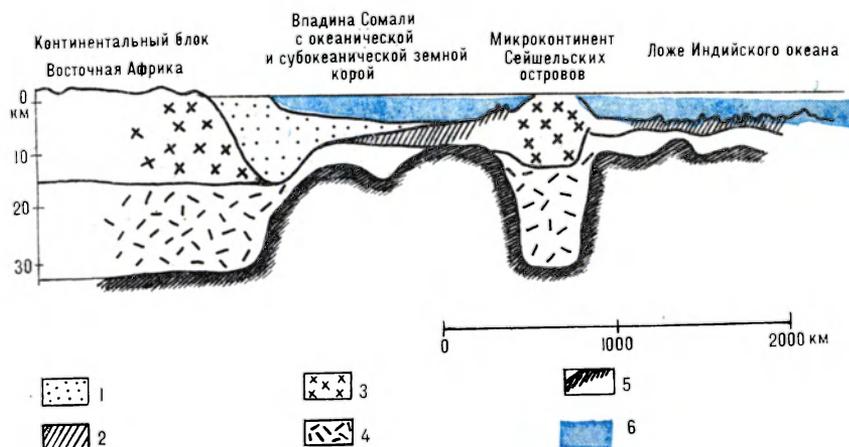
Вторая форма проявления тектонических движений в океанах касается областей океанского дна, лежащих за пределами подвижных поясов. Это — талассогены. Здесь нет признаков повышенной тектонической активности, но указания на тектонические движения существуют. Именно в этих областях распространены гайоты, различного типа поднятия и опускания, разломные зоны. Интересны данные, прямо указывающие на дифференцированные движения больших блоков океанского дна. При глубоководном бурении в Тихом океане, в пределах подводной горной цепи Лайн, на 250 м ниже дна вскрыты известняки (возраст 40—50 млн. лет), близкие по характеру к рифовым. Очевидно, часть цепи Лайн была ранее мелководной. В то же время на подводной возвышенности Магеллана, расположенной западнее, никаких признаков мелководных отложений бурением не обнаружено. Из этого факта (есть и другие аналогичные) действительно можно сделать заключение о дифференцированных движениях круп-

ных блоков дна Тихого океана в его центральных районах. В ходе таких процессов могут разрушаться старые и возникать новые структурные формы в океанической коре. Они изменяют тектонический план океанского дна. Это — саморазвитие океанической коры в областях талассогенов. Отличительная особенность таких структурных форм — очень крупные размеры.

#### ДЕСТРУКЦИЯ

Третья форма проявления тектонических движений в океанах — это развитие обширных областей тектонической деструкции. Термин «деструкция» автор понимает широко и относит к этой группе все явления, приводящие к разрушению сложившихся соотношений слоев земной коры — деградации коры. Характерная черта областей тектонической деструкции в океанах — вовлечение в массивы океанической коры фрагментов континентальной коры, которые обычно превращаются здесь в субконтинентальные образования. Обширный материал для выявления деструктивных областей дало глубоководное бурение: на больших глубинах обнаружены мелководные отложения, принадлежавшие ранее континентальным структурам.

В основном такие данные относятся к Атлантическому океану, где до начала 1977 года было пробурено около 130 скважин и по крайней мере в 30 из них вскрыты на больших глубинах мелководные отложения. На основании этих данных в Атлантике можно выделить пять областей тектонической деструкции размера-



ми в тысячи километров. Одна область лежит на западе и охватывает районы Багамских островов, плато Блейк и Мексиканский залив. Здесь происходило дробление, разъединение, погружение континентальных частей, изменение их пространственной ориентировки, а также образование новых впадин с океаническим (или субокеаническим) типом земной коры. Амплитуда опусканий земной коры местами превышает 4000 м. Интересно, что этот деструктивный процесс продвигался с востока на

запад и происходил в эпоху раннего — позднего мела (примерно 130—70 млн. лет назад).

Другая столь же крупная область тектонической деструкции лежит севернее и охватывает районы подводных плато, расположенных восточнее Нью-Фаундленда, Большую Нью-Фаундлендскую банку и Бермудское поднятие. В частности, на подводном хребте, расположенном на глубине 3910 м вблизи Большой Нью-Фаундлендской банки, скважина, пройдя 330 м донных отложений, вошла в мелководные рифовые и ракушечные известняки, по-видимому, средне-мелового возраста (примерно 115 млн. лет). Таким образом, амплитуда погружения здесь более 4100 м. В целом геологическое строение этой области — результат сложных деструктивных процессов, затронувших значительную часть континентальной окраины.

Третью крупную область деструкции представляет Северная Атлантика. Бурение в пределах плато Рокколл, на Исландско-Фарерском пороге и в хребте Ян-Майен выявило

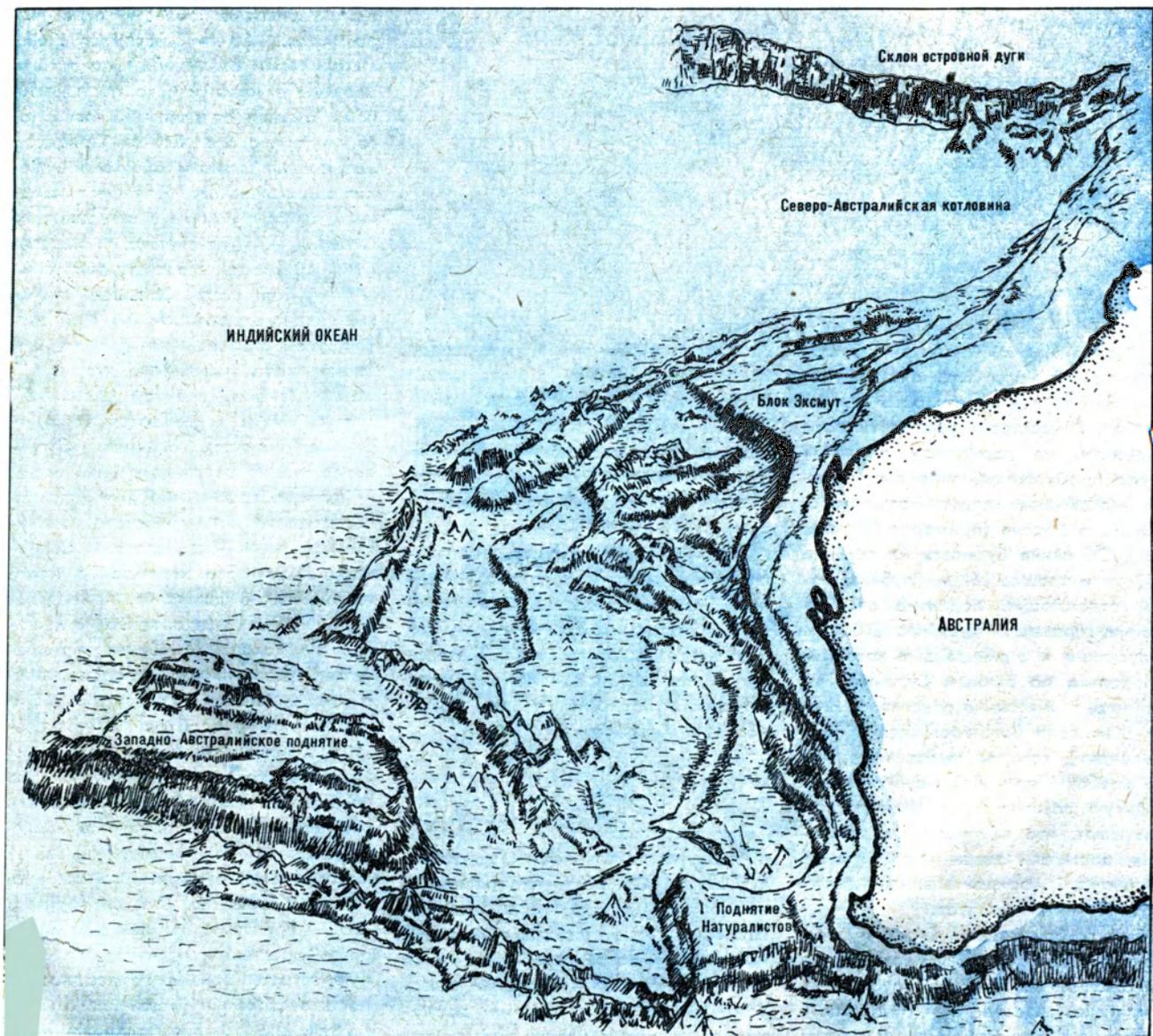
картину сложной тектонической деструкции, различного по амплитуде и по времени погружения и раздвигания бывших континентальных структур. К этой же группе относится и плато Воринг, находящееся недалеко от Скандинавии. Область соизмерима по площади с двумя предыдущими, но главные деструктивные процессы здесь протекали в кайнозое, то есть значительно позднее, чем на западе. И поэтому океанское новообразование не зашло здесь так далеко, и ширина океана и глубина его оказались существенно меньше.

Четвертая область тектонической деструкции располагается на юге Атлантики. Она обосновывается скважинами на Фолклендском плато, в пределах поднятия Рио Гранде и на плато Сан-Пауло. На Фолклендском плато, например, где глубина дна составляет 2626 м, скважина через 556 м проникла в гранитно-гнейсовые породы докембрия и прошла по ним 19,5 м. Над этими породами лежит 9-метровый слой угленосных отложений (лигнитов), вероятно имеющий среднеюрский возраст. Погружение плато произошло около 110 млн. лет назад. Было ли Фолклендское плато продолжением Африки, как иногда считают, осталось пока неясным. Плато Сан-Пауло, сходное с поднятием Рио Гранде, отделено от него сейчас большими глубинами.

Пятая область деструкции лежит в Восточной Атлантике и тяготеет к Альпийскому поясу Европы.

Для расположенных южнее приафриканских районов наиболее характерны опускания и блоковые дифференцированные подвижки мате-

*Сейшельский континентальный блок (микроконтинент) в Индийском океане: 1 — осадочные отложения; 2 — базальты с прослоями осадочных пород (второй слой океанической коры); 3 — гранитно-метаморфический слой; 4 — «базальтовый» слой (третий слой океанической коры); 5 — граница верхней мантии; 6 — вода. Сейшельские острова сложены гранитами, возраст которых более 600 млн. лет. В результате деструктивных процессов в земной коре блок отделился от континента на большое расстояние*



риковых окраин и континентального склона. Таким образом, Западная и Северная Атлантика, с одной стороны, и Восточная, с другой, существенно различаются по геодинамическим особенностям. В Западной и Северной Атлантике ярко выражены процессы тектонической деструкции со сложным развитием, когда происходит растяжение континентальной коры, разьединение и опускание ее отдельных частей, перестройка тектонического плана и образование но-

вой океанической коры. В Восточной Атлантике преобладают опускания коры, а процессы растяжения, по-видимому, характерны в основном лишь для зоны континентального склона.

В Тихом океане явления тектонической деструкции в его периферических частях также существуют, но размеры соответствующих областей значительно меньше. Мелководные или относительно мелководные отложения обнаружены к югу от остро-

■  
*Восточно-Индийскоокеанская область тектонической деструкции. Внутри океана выступают блоки с измененным континентальным типом земной коры. Они представляют собой трансформированные материковые отторженцы и находятся на различном удалении от Австралии. Между ними — вторичные глубоководные впадины (фрагмент из геолого-географического атласа Индийского океана, 1975)*



ва Тасмания, в южной части подводного хребта Лорд Хау, к востоку от желоба Тонга и в некоторых других местах. В частности, южнее острова Тасмания, на подводном поднятии Милл пробуренная скважина вскрыла мелководные глауконитовые пески позднего эоцена (примерно 40 млн. лет). Скважина бурилась на глубине 1591 м и прошла 161 м. Глубины моря, отделяющие поднятие от Тасмании, превышают сейчас 3000 м. Опускания в этом районе известны не только по данным бурения. Например, значительно опустилось плато Кэмпбелл (юго-восточнее Новой Зеландии), которое имеет ныне, как и хребет Лорд Хау, субконтинентальную земную кору. Данные показывают, что вертикальные движения достигали здесь километровых амплитуд, горизонтальные — десятков и сотен километров.

При глубоководном бурении многократно были найдены мелководные отложения на больших глубинах в Индийском океане. Они относятся к Восточно-Индоеокеанскому и Западно-Австралийскому хребту, плато Натуралистов, Мадагаскарскому хребту. Но помимо мелководных отложений, на погружение океанского дна указывает также и смена менее глубоководных отложений более глубоководными, обнаруженная в скважинах вверх по разрезу. В Индийском океане много микроконтинентов. К западу от Австралии они располагаются в пределах обширной полосы вновь образованных океанических впадин. Следовательно, зона прежних, общих для Австралии и Антарктики структур подверглась деструкции. Другая область тектониче-

ской деструкции лежит на западе Индийского океана и охватывает Мадагаскарско-Мозамбикскую зону. Как и в случае Атлантики, новообразование глубоководных впадин в Индийском океане следует связывать с явлениями растяжения, разрыва и прогибания земной коры.

Деструктивные процессы обнаруживаются также и в районе Северного Ледовитого океана. Они привели к образованию таких впадин, как котловины Бофорта, Толля, Макарова, а также определили и даже оформили поднятия хребтов Ломоносова и Менделеева.

Мы охарактеризовали три формы проявления тектонических движений в океанах. Одна из них привела к возникновению и развитию подвижных океанических поясов с их сложной геологической историей. Другая форма относится к областям таласогенов, где тектонические движения в различных частях имеют различные направления. И, наконец, третья форма проявления тектонических движений в океане связана с развитием деструктивных процессов. Последние тяготеют к краевым частям океанов, но могут обнаруживаться и в их центральных районах. В Атлантике самые большие области деструкции лежат на западе и на севере. Главные из них располагаются в наиболее широких частях океана и приурочены к районам развития островных дуг.

В последнее время стало ясно, что некоторые краевые части океанов представляют собой деструктивные

приматериковые области огромных размеров. Здесь распространены материковые отторженцы, которые в результате интенсивного растяжения коры отстали от движения основного материкового блока. Процессы растяжения вызвали общее понижение тектонического рельефа и изменили структуру коры в отторженцах. Отметим, что, по-видимому, не следует придавать сходству очертаний континентов столь большое значение, как это делалось до сих пор. С другой стороны, не должно казаться парадоксальным, что фрагменты видоизмененной континентальной коры встречаются во внутренних областях океанов. Это — следствие их сложных движений.

Таким образом, чтобы объяснить образование Атлантического, значительной части Индийского и Северного Ледовитого океанов, а также тектонические движения, приведшие к залеганию мелководных отложений на больших глубинах, привлекается усложненное представление о тектонической деструкции. Это представление необходимо, поскольку предложенные ранее механизмы простого раздвига континентов, их погружения или гипотеза тектоники плит не позволяют объяснить картину сложной геодинамики, имевшей место в этих океанах. Что касается Тихого океана, то это совершенно особая проблема, так как этот океан очень древний и отражает, по мнению автора, первичную неоднородность в строении нашей планеты.

Итак, дно океанов подвержено существенным геодинамическим процессам. Впереди много работы по их дальнейшему распознаванию. Но уже теперь ясно, что отсюда геология получит важнейшие данные для выявления глобальных закономерностей структурного развития земной коры. Теория деструкции, разрабатываемая сейчас рядом советских тектонистов, создает хорошую основу для такой работы.



## ПЫЛЕВЫЕ ЧАСТИЦЫ ВБЛИЗИ ЗВЕЗДЫ

В последнее десятилетие найдены многочисленные свидетельства того, что у некоторых звезд есть протяженные пылевые оболочки. Во многих случаях у тех же звезд обнаружено истечение вещества. Поэтому было высказано предположение, что пылевые частицы образуются около звезд путем конденсации вещества, выбрасываемого из звездных недр. При этом считалось, что пылевая оболочка окружает газовую оболочку звезды, располагаясь от центра звезды на расстоянии нескольких ее радиусов или еще дальше. Однако в последнее время появилось несколько сообщений, согласно которым пылевые частицы могут возникать в непосредственной близости от поверхности звезды.

В 1967—1970 годах М. Фист с коллегами (ЮАР) проводил спектральные и фотометрические исследования звезды RY Стрельца. Она принадлежит к переменным типа R Северной Короны, и блеск ее через не-регулярные промежутки времени может уменьшаться на несколько звездных величин. Было замечено, что в течение первых пяти дней ослабления блеска в спектре звезды исчезли линии поглощения, возникающие вблизи поверхности звезды. Линии излучения, образующиеся в звездной атмосфере на некотором удалении от поверхности, наблюдались примерно 22 дня с момента падения блеска, то есть спектр излучения звезды ослабевал значительно медленнее, чем спектр поглощения.

Одновременно с уменьшением блеска звезда становилась все краснее, что Фист объяснил появлением мощных пылевых облаков вокруг нее. (Аналогичным образом истолковывались ранее ослабления блеска и других звезд типа R Северной Короны; такое истолкование подтверждено инфракрасными наблюдениями этих звезд.) Кроме того, исходя из результатов спектральных наблюде-

ний, Фист с коллегами выдвинул гипотезу о возникновении пыли во внутренних слоях звездной атмосферы и последующего ее распространения во внешние слои. Спектр RY Стрельца во многом похож на солнечный, поэтому можно считать, что непрерывное излучение и линии поглощения формируются у поверхности звезды, в ее фотосфере, а линии излучения — во внешней оболочке, которая по аналогии с Солнцем названа хромосферой. Основываясь на этом, южноафриканские астрономы утверждают, что пыль возникает вблизи поверхности звезды и прежде всего затмевает тот слой звездной атмосферы, где образуются линии поглощения. Затем пыль простирается все дальше и, наконец, затмевает внешнюю газовую оболочку звезды — ее хромосферу. Хотя такая гипотеза весьма необычна, все же она вполне допустима. Можно предположить, что пылевые частицы состоят из тугоплавких веществ, которые переходят в твердое состояние при температуре, близкой к температуре фотосферы (около 6000 К).

Идея о возникновении тугоплавких пылевых частиц вблизи поверхности звезды вскоре получила некоторое подтверждение. В 1972 году группа американских астрономов и физиков, руководимая Ц. Хемменвейем, выполнила анализ пылевых частиц, содержащихся в серебристых облаках (они наблюдаются в земной атмосфере на высотах от 70 до 100 км). Частицы были собраны специальной аппаратурой, установленной на борту геофизических ракет. Наиболее удивительным оказалось то, что в этих частицах такие тяжелые элементы, как лантан, тулий, празеодим, а также вольфрам, гафний, рений содержатся примерно в том же количестве, что и легкие элементы. Хемменвей и его сотрудники считают, что пылевые частицы, обнаруженные в серебристых облаках, принесены солнечным ветром. Поскольку температура плавления некоторых тяжелых элементов или соединений, которые они образуют,

выше 5000 К, предполагается, что пылевые частицы возникают непосредственно на поверхности Солнца, скорее всего, в солнечных пятнах, где температура сравнительно низкая.

Кандидат физико-математических наук  
П. Ф. ЧУГАЙНОВ

## КОСМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ... ВОСКРЕСЕНЬЯ

Сотрудники Станфордского университета (США) Чун Гун Пак и Э. Фрейзер-Смит считают, что деятельность человека оказывает влияние на физические процессы, происходящие в околосредном космическом пространстве. Они обнаружили некоторое повышение интенсивности магнитного поля Земли, которое регулярно наблюдается по субботам и воскресеньям. Указанный эффект начал проявляться около 80 лет тому назад (как раз в это время появились первые высоковольтные линии электропередач).

Аналогичный «уик-энд-эффект» зафиксирован и в ионосфере. Поскольку неизвестны физические процессы с естественной недельной циклическостью, то можно предположить, что и эти вариации носят антропогенный характер. Около 20 лет назад профессор Станфордского университета Р. Хеллдуэлл высказал предположение, что сравнительно небольшое излучение, поступающее с земной поверхности, может провоцировать в окружающем пространстве возмущения, интенсивность которых в миллион раз больше его собственной.

«Science News», 111, 24, 1977.

Кандидат геолого-минералогических наук  
А. М. ГОРОДНИЦКИЙ

## Подводные горы

### ЧТО ТАКОЕ ПОДВОДНАЯ ГОРА?

Дно океана усеяно множеством отдельных подводных гор и островов в основном вулканического происхождения. Такого количества отдельных гор не встречается на суше. Это — замечательная особенность рельефа дна океана. Подводная гора — изолированное поднятие океанического дна высотой не менее 1000 м. Как правило, подводные горы имеют конусообразные вершины с углами склонов от 12 до 20°, хотя обнаружены и более крутые пики. Часто встречаются плосковершинные подводные горы — гайоты. Их некогда остроконечные вершины, по-видимому, были сглажены процессами эрозии и затем погрузились под воду.

Подводные и надводные вулканы широко развиты в пределах глубоководных районов океана. Они входят в состав таких морфологических структур океанского дна, как вулканические хребты, архипелаги, островные дуги и поднятия.

Количество подводных гор, рассеянных по дну океанов, очень велико. По данным американского ученого Г. Менарда, только в Тихом океане их больше 10 000. Число известных подводных гор и вулканических островов в Атлантическом и Индийском океанах — около 1000.

Изучение подводных гор и вулканических островов представляет большой интерес для науки, так как возникновение и развитие океанических вулканов связано с образованием и последующей эволюцией океанической коры в целом. Океа-

### Подводные горы помогают изучать процесс зарождения и эволюции океанической коры.

нические вулканы — своего рода природные буровые скважины, по которым магма из глубинных слоев поступает на поверхность дна.

Распределение подводных гор, кажущееся на первый взгляд хаотичным, на самом деле имеет определенную систему. Все они приурочены к узлам пересечения трещин, пронизывающих твердую оболочку Земли — литосферу. Вместе с тем подводные горы и острова чаще всего связаны с тремя основными формами рельефа дна океана: **системами срединно-океанических хребтов, глубоководными океаническими котловинами и системами островных дуг и желобов** в областях активного перехода от океанов к континентам. Соответственно существуют и три типа подводных гор, которые различаются по геоморфологическим, геологическим и геофизическим характеристикам.

### ВУЛКАНЫ В ОКЕАНЕ

Согласно концепции тектоники литосферных плит, возникновение и развитие подводных и надводных вулканов связаны с процессами образования самой океанической литосферы и ее последующим развитием. При раздвижении литосферных плит («Земля и Вселенная», № 5, 1974, с. 20—27.— Ред.), обусловленном астеносферными течениями, между

ними возникает трещина разрыва — рифт. По этой трещине внедряется расплавленное вещество астеносферы. За счет охлаждения и полной кристаллизации базальтовой составляющей вещества астеносферы образуется новая океаническая литосфера, плотность которой больше, чем плотность астеносферы. Общая мощность литосферы увеличивается по направлению от оси хребта к его подножию. В процессе образования литосферных плит более легкое вещество астеносферы оказывается перекрытым сверху более тяжелыми породами литосферы, в результате при возникновении трещин легкие базальтовые жидкости выжимаются из верхних слоев астеносферы на поверхность океанского дна. Магма может изливаться как из отдельных трещин (в области устойчивого растяжения, рифте), так и из систем пересекающихся трещин, которые появляются при нарушении режимов растяжений. В последнем случае возникают цепочки вулканов. Их состав и высота зависят от глубины проникновения трещин в астеносферу.

Максимальная высота вулканов по теоретическим оценкам, сделанным автором, зависит от мощности литосферы. В зонах срединных хребтов предельная высота вулканов не более 3 км.

В глубоководных котловинах мощность литосферы возрастает и достигает 40—70 км. На ту же величину возрастает глубина источников базальтового вулканизма. Поэтому высота подводных и надводных вулканов здесь увеличивается до 4—5 км. И действительно, анализ распреде-

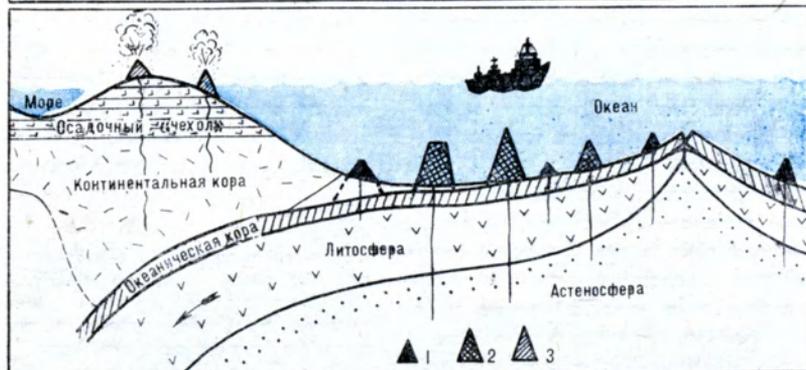
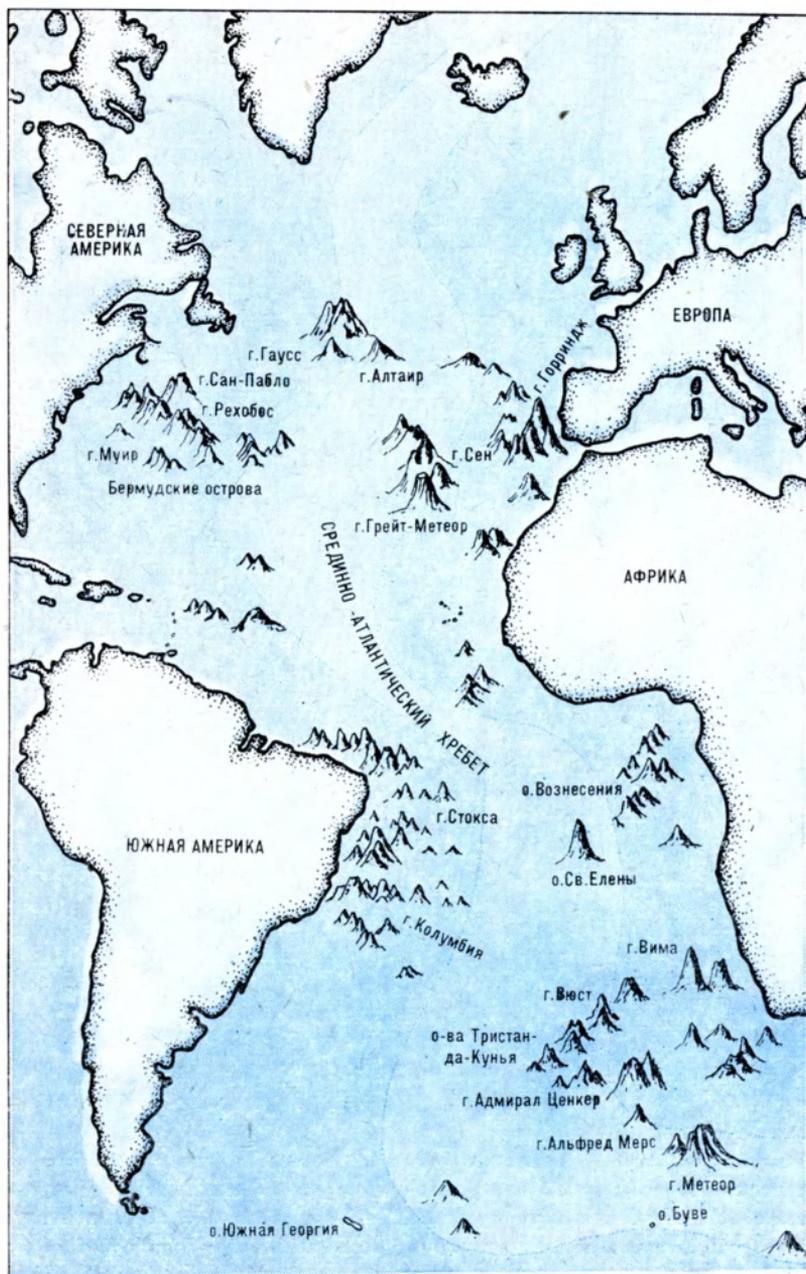
ления подводных гор в Атлантическом океане показывает, что в области перехода от подножья Срединно-Атлантического хребта к глубоководному ложу океана резко увеличивается число более молодых крупных гор. У подножья материкового склона снова преобладают горы небольшой высоты, но, как показывают сейсмоакустические исследования, здесь это связано с тем, что подводные горы частично погребены под осадочным чехлом, мощность которого растет по мере приближения к материковой окраине.

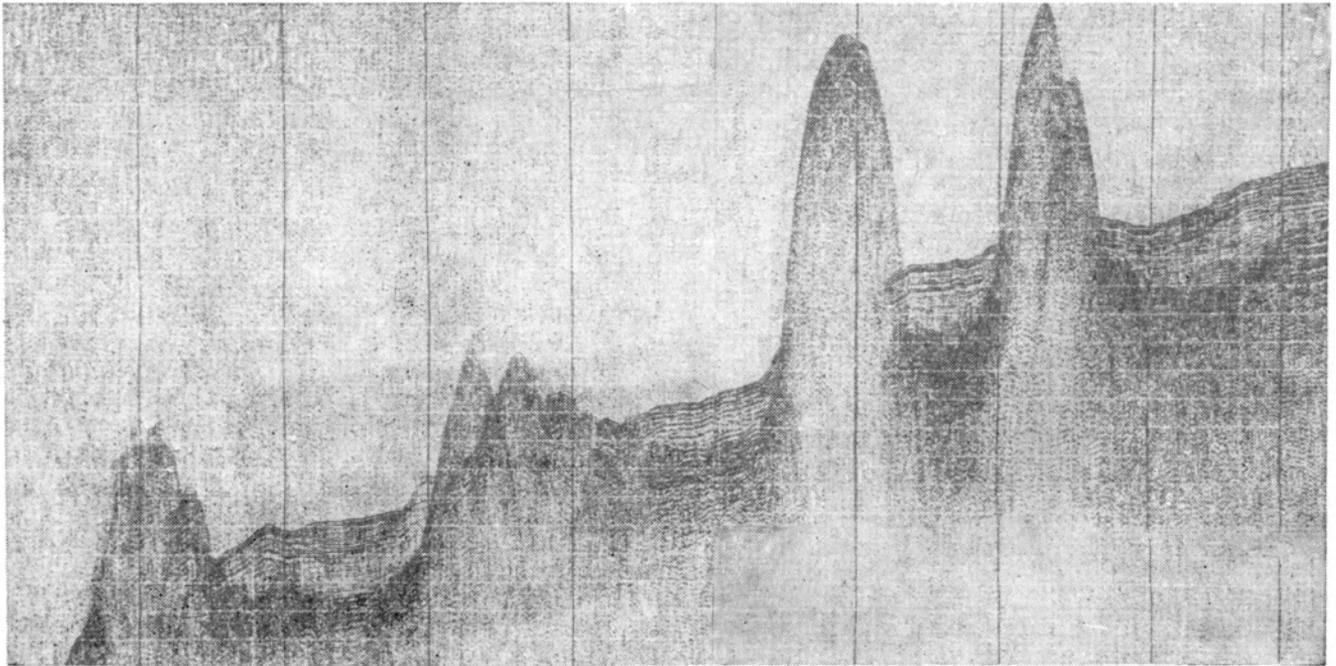
#### ПОДВОДНЫЙ ВУЛКАНИЗМ И «ГОРЯЧИЕ ТОЧКИ»

Для того чтобы объяснить, как возникли и развивались цепочки подводных гор и подводных вулканических хребтов в Мировом океане, некоторые исследователи привлекают гипотезу «горячих точек». Согласно этой гипотезе, в мантии под океанической литосферой существуют области, из которых к поверхности дна поднимаются восходящие потоки. Места их выхода в течение

#### Подводные горы в Атлантическом океане

Схема расположения вулканов на океанической литосфере и в зоне островных дуг. Условные обозначения: 1 — вулканы высотой до 3 км, образующиеся в районе срединных океанических хребтов; 2 — вулканы и вулканические острова высотой более 3 км, образующиеся в глубоководных районах океана; 3 — андезитовые вулканы активных переходных зон





десятков и сотен миллионов лет остаются постоянными. Одним из доказательств этого считается сходство структуры цепочек подводных гор в молодых океанах и излияний щелочных изверженных пород, возраст которых соответствует времени начала раздвижения дна. Восходящие потоки вещества и приводят к возникновению подводных или надводных вулканов.

Предполагают, что под Атлантическим океаном существует не менее 6—7 «горячих точек». С каждой из них связаны подводные или надводные вулканические постройки, которые, как правило, группируются в осевой части Срединно-Атлантического хреб-

та. В местах, где отмечаются «горячие точки» вдоль осевой части хребта, расположены острова Буве, Тристан-да-Кунья, Святая Елена, Вознесения, Сан-Паулу, Азорские острова и Исландия. От всех этих «горячих точек» по обе стороны оси Срединно-Атлантического хребта прослеживаются системы подводных или надводных возвышенностей, симметрично расположенные по отношению к



*Подводные горы в Индийском океане, частично погребенные осадками (по данным непрерывного сейсмического профилирования, выполненного с научно-исследовательского судна «Витязь» с 1974 году)*

рифтовой зоне и почти параллельные в пределах одной литосферной плиты. За границами Срединно-Атлантического хребта в Атлантическом океане, вероятно, существуют еще две «горячие точки»: одна из них находится в районе Канарских островов, другая — у островов Зеленого мыса.

На акватории Тихого океана, в пределах Тихоокеанской литосферной плиты, выделяются четыре основные цепи подводных гор и вулканических островов: Гавайский хребет, переходящий на северо-западе в систему Императорских подводных гор; цепь подводных гор, образующих хребет Хуан-де-Фука; система подводных

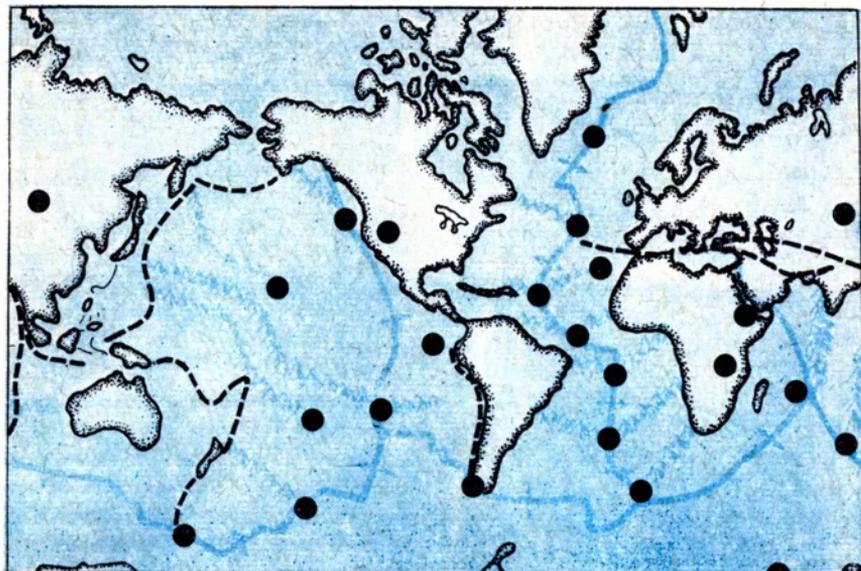
гор и островов, идущая от острова Пасхи на северо-запад и включающая острова Туамоту и Россиян, а затем изменяющая направление и образующая подводные горы Лейк; цепь подводных гор и островов к западу от острова Бас, в которую входят архипелаги Кука, Самоа, Тубуаи. Далее на запад и северо-запад эта цепь продолжается островами и группами подводных гор Эллис, Маршалловы и Гильберта.

Такое расположение основных четырех систем подводных и надводных вулканов сторонники гипотезы «горячих точек» объясняют тем, что Тихоокеанская литосферная плита за период мезо-кайнозоя (80—100 млн. лет назад) проходила над четырьмя «горячими точками» в Тихом океане. Предполагают, что в Тихом океане существуют еще по крайней мере две «горячие точки». Одна — в районе Галапагосских островов, другая — вблизи Огненной Земли.

Однако гипотеза «горячих точек» в верхней мантии вызывает и некоторые возражения. Так, например, подводные вулканы в зонах, близких к рифту в Северной Атлантике, по своему составу не щелочные, как это следует из гипотезы «горячих точек».

Таким образом, существование некоторых подводных вулканов нельзя объяснить гипотезой «горячих точек». По мнению автора, основной фактор, определяющий различный состав и форму подводных и надводных океанических вулканов, — это различная глубина проникновения трещин в астеносферу.

На фронтальных границах плит, в областях формирования островных дуг и желобов образуются андези-



● - Горячие точки    ▲ - Цепочки подводных гор    / - Срединные хребты    - - - - Зоны поддвигания плит

товые вулканы. Их магма отличается от океанической содержанием кремнезема. Андезитовый вулканизм характерен для складчатых областей на окраинах континентов и, как правило, сопровождал в геологической истории крупные этапы горообразования. Это — важнейшая особенность островных дуг Тихого океана и примакающих к ним цепей подводных гор. Подводные вулканы западной окраины Тихого океана отделены от остальной его акватории «андезитовой линией» и образуют вместе с островами знаменитое «огненное кольцо» — цепь действующих вулканов, которая тянется от берегов Новой Зеландии до Аляски. Геолого-геофизические исследования показывают, что андезитовые вулканы — это конические постройки с различной степенью разрушения.

#### ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДВОДНЫХ ГОР

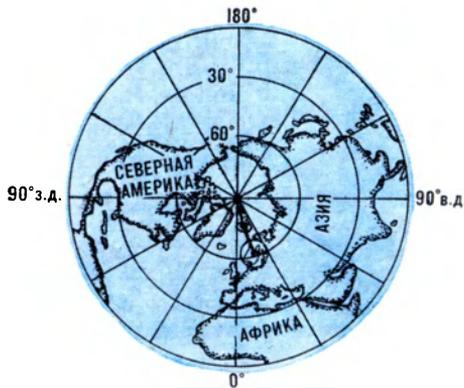
Геолого-геофизические особенности подводных и надводных вулканов на океанической коре отображаются и в структуре гравитационного и магнитного полей. Морские гравиметрические съемки, выполненные в районах срединно-океанических хребтов, показали, что вулканические корни

подводных гор здесь не производят заметного гравитационного эффекта. Магнитные съёмки над подводными горами в этих же районах выявили аномалии магнитного поля, которые также связаны с самими горами, а не с их вулканическими корнями.

Совершенно иными свойствами обладают подводные горы на глубоководном ложе океана. Гравитационные поля здесь создают не столько сами горы, сколько их вулканические корни. Например, над районами вулканов на острове Оаху (Гавайские острова) измерены гравитационные аномалии, которые, по-видимому, связаны с вулканическими каналами, заполненными очень плотными породами.

Подводным горам глубоководного ложа обычно соответствуют и отчетливые аномалии магнитного поля. Они обнаружены над подводными горами Метеор, Йер, Эрвинг, Мадейра в Атлантическом океане и над горами Джаспер, Маэр, Эрбен, Хоук в Тихом океане. В отличие от районов срединно-океанических хребтов, основной магнитный объект здесь не сама гора, а ее вулканический ко-

*Предполагаемое распределение «горячих точек» в Мировом океане*



рень, сложенный породами с более высокой намагниченностью. Над Гавайским вулканом Мауна-Кеа, например, амплитуда аномалии магнитного поля составляет 1600 гамм. Аномалию такой высокой интенсивности можно объяснить только наличием вертикального, сильно намагниченного корня внутри вулканического конуса. Результаты геомагнитной съемки, выполненной автором в 1963 году над подводной горой Грейт-Метеор в Северной Атлантике, подтверждают это предположение: интенсивная положительная аномалия магнитного поля связана здесь не с рельефом горы, а с ее глубинными вулканическими корнями. Такие же данные были получены автором над подводными горами Азоро-Гибралтарской

■

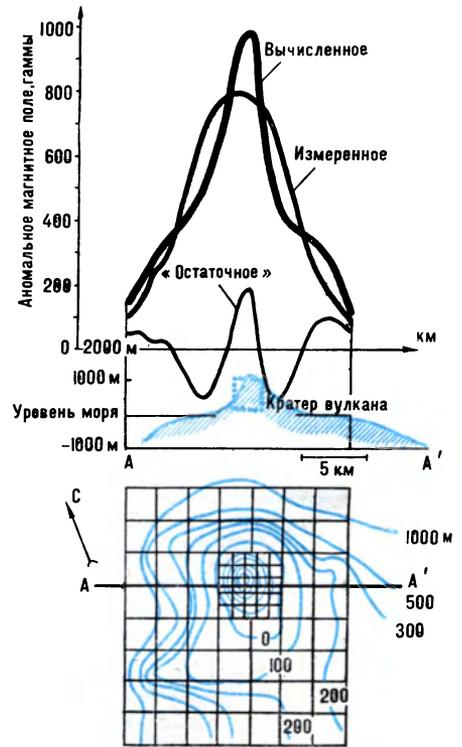
*Дрейф палеомагнитного полюса, рассчитанный по результатам изучения подводных гор северо-восточной части Тихого океана (от мелового времени до наших дней). Кривая показывает, что Тихоокеанская плита за последние 80 млн. лет сдвинулась к северу на 30°*

тектонической зоны и Новой Англии в Атлантике.

Магнитные методы изучения подводных гор, и особенно палеомагнитные методы, дают большие возможности для исследования движений океанической коры. Поскольку подавляющее большинство подводных гор — вулканы, их намагниченность имеет термоостаточную природу. Остывшая при температуре ниже точки Кюри изверженная лава намагничивается в постоянном геомагнитном поле и сохраняет эту намагниченность десятки и сотни миллионов лет.

Подводные горы образовывались в различные геологические эпохи в течение которых литосферные плиты перемещались относительно геомагнитного полюса. При раздвижении океанического дна подводная гора могла сместиться по отношению к своему первоначальному положению. Смещение это — разность между широтой, на которой подводная гора располагается сейчас, и ее палеомагнитной широтой (или между современным и древним положениями магнитного полюса). Палеомагнитную широту подводной горы определяют магнитной съемкой и по результатам изучения ее рельефа.

Определение положения палеомагнитных полюсов по большому числу подводных гор может помочь изучению различных видов деформаций и смещений океанической коры. Большой интерес с этой точки зрения представляет северная часть Тихого океана. Анализ намагниченности в этом регионе говорит о значительном смещении подводных гор и соответствующих им литосферных плит. Установлено, что подводные горы во



время своего образования находились здесь ближе к магнитному экватору, чем в настоящее время. По изменению их широты и сопоставлению вычисленных полюсов с современным положением магнитного полюса можно судить о дрейфе океанического дна в этом районе. Дрейф этот проходил в северном направлении с периода верхнего мела и продолжается до настоящего времени. Например, группы подводных гор в районе Гавайских островов сместились к северу более чем на 30°.

Палеомагнитные исследования так-

■

*Измеренная и вычисленная аномалии магнитного поля над вулканом Маканруши (Курильские острова). Виден кратер вулкана, заполненный немагнитными породами. Почти полное совпадение измеренной и вычисленной аномалий означает, что аномалия создается самой горой, а не ее вулканическими корнями. Небольшая «остаточная» аномалия связана с «немагнитным» кратером. Внизу — карта горы*



же показали, что современная единая Тихоокеанская плита состояла прежде по крайней мере из трех отдельных плит. Вулканические хребты в бассейне Тихого океана, по-видимому, служат границами этих палеоплит.

Гравиметрическая съемка над андезитовыми вулканами в зонах перехода от океана к континенту (Курильская дуга, Японские острова, Новая Зеландия) выявила отрицательные гравитационные аномалии. Это означает, что жерла андезитовых вулканов до глубины около 5 км заполнены материалом пониженной плотности — туфами и пеплами.

Интенсивные магнитные аномалии Камчатских вулканов и вулканов Курильских островов обусловлены глав-

ным образом современным рельефом гор, глубинные же вулканические корни в магнитном поле не проявляются. Иногда в магнитном поле обнаруживается немагнитная «дыра» — кратер вулкана. То же самое дает аэромагнитная съемка над андезитовыми вулканами Новой Зеландии.

Таким образом, подводные горы Мирового океана по их пространственному распределению и геолого-геофизическим характеристикам можно разделить на три типа: подводные горы срединных океанических хребтов, глубоководных котловин и активных областей перехода от океана

к континенту. Они различаются по размерам, составу слагающих пород, глубинному строению и структуре аномальных геофизических полей.

Конечно, предлагаемое разделение подводных гор предварительно и схематично и, несомненно, будет уточнено дальнейшими геолого-геофизическими исследованиями. Особенно важны здесь данные глубоководного бурения. Однако это разделение позволяет систематизировать данные комплексного изучения подводных гор и вулканических островов и дает возможность рассматривать процесс образования подводных и надводных вулканов в неразрывной связи с зарождением и последующим развитием дна океана в целом.



### 35-й РЕЙС «ГЛОМАРА ЧЕЛЛЕНДЖЕРА»

В сентябре 1977 года научно-исследовательское судно «Гломар Челленджер» завершило свой 55-й рейс. На борту судна работали специалисты из США, СССР, Японии, ФРГ, Франции и Швейцарии.

Основной задачей экспедиции было изучение дна Тихого океана в райо-

не подводного хребта Эмперор, протянувшегося примерно от места соединения Курильского и Алеутского подводных желобов почти до северной окраины Гавайского поднятия. Подводный хребет Эмперор — уникальная гряда, состоящая из тридцати гигантских погасших вулканов. По размерам и форме они близки к вулканам Гавайских островов, но в отличие от них полностью скрыты под водой.

В 1963 году была выдвинута гипотеза, согласно которой Гавайи и хребет Эмперор представляют собой единую изогнутую горную цепь длиной более 6 тыс. км. Формирование вулканической гряды Эмперор началось примерно на широте Гавайских островов. При смещении Тихоокеанской плиты вулканы отрывались от источников лавы и угасали, а на их месте возникали новые действующие вулканы. Около 42 млн. лет назад на-

правление движения Тихоокеанской плиты изменилось с северного на западное и началось формирование Гавайской гряды. Изгиб в Гавайско-Эмперорской цепи вулканических гор свидетельствует о таком изменении.

Согласно предложенной гипотезе, химический состав лавы в Гавайской и Эмперорской цепях должен быть сходным. Кроме того, более удаленные на север и на запад от Гавайских островов вулканы должны быть более древними и более глубоко расположенными под уровнем моря. Магнитные характеристики лавовых пород, слагающих эти горы, должны указывать, что лава изливалась вблизи тех широт, где сейчас находятся Гавайские острова.

Для проверки гипотезы участники экспедиции пробурили вдоль оси хребта Эмперор четыре скважины. Самая глубокая скважина (550 м под ложем океана) пробурена на

Доктор биологических наук  
П. А. МОИСЕЕВ

## Биологические ресурсы Мирового океана

подводной горе Суико, где она прошла более 70 перекрывающих друг друга лавовых потоков общей мощностью 385 м. В других пунктах бурения также обнаружены следы вулканической деятельности.

Анализ образцов показал, что древние лавы хребта Эмперор совершенно неотличимы от свежих лав Гавайских вулканов. Многие образцы имеют красную оксидированную поверхность, а это свидетельствует об излияниях лавы не под водой, а на суше. Поверх лавовых потоков обнаружен не только черный вулканический, но и белый коралловый песок. Обнаружены также ископаемые остатки организмов, которые могли существовать в мелководных и теплых бассейнах, на коралловых рифах или в лагунах, защищенных коралловыми отложениями. Ныне подводная гора Суико находится на широте северного побережья острова Хоккайдо, где кораллы произрастать не могут. На широте же Гавайских островов это вполне возможно.

Магнитная ориентация образцов лавы также не соответствовала нынешнему положению горы Суико. Она показала, что в момент излияния лавы ее источник должен был находиться не далее 25° с. ш. Возраст ископаемых организмов свидетельствует о том, что вулканы гряды Эмперор, расплощенные севернее, — более древние.

Таким образом, гипотеза, описывающая историю и происхождение горной цепи Эмперор, подтвердилась. Кроме того, экспедиция установила, что 50—60 млн. лет назад этот хребет не был подводным, а представлял собой архипелаг вулканических островов, увенчанных крутыми вершинами. Вулканы угасли, когда при перемещении земной коры они оторвались от своих источников питания; под влиянием эрозии их вершины разрушились. Затем островная цепь постепенно ушла под воду. Ныне этот хребет скрыт слоем воды толщиной по меньшей мере в полтора километра.

«Deep Sea Drilling Project» (Scripps Institution of Oceanography), 262, 1977.

**Чтобы повысить «урожайность голубой нивы», ученые разрабатывают методы управления биологическими процессами в океане.**

### ОКЕАН КАК ИСТОЧНИК БЕЛКОВОЙ ПИЩИ

Люди издавна используют биологические ресурсы Мирового океана. Сотни тысяч промысловых судов ежегодно добывают около 70 млн. тонн рыбы, ракообразных, моллюсков, водорослей. Продукция из этих обитателей океана разнообразит и делает наше питание более качественным и насыщенным витаминами, белками и микроэлементами. А для населения таких стран, как Япония, Советский Союз, Норвегия, это весьма важная часть пищевого рациона. Морским и океаническим промыслом занимаются более 200 стран и территорий, и объем вылова таков, что в среднем на каждого жителя нашей планеты добывается около 17 кг водных объектов. Примерно 20% животных белков, этих незаменимых и обязательных компонентов питания, дает нам океан.

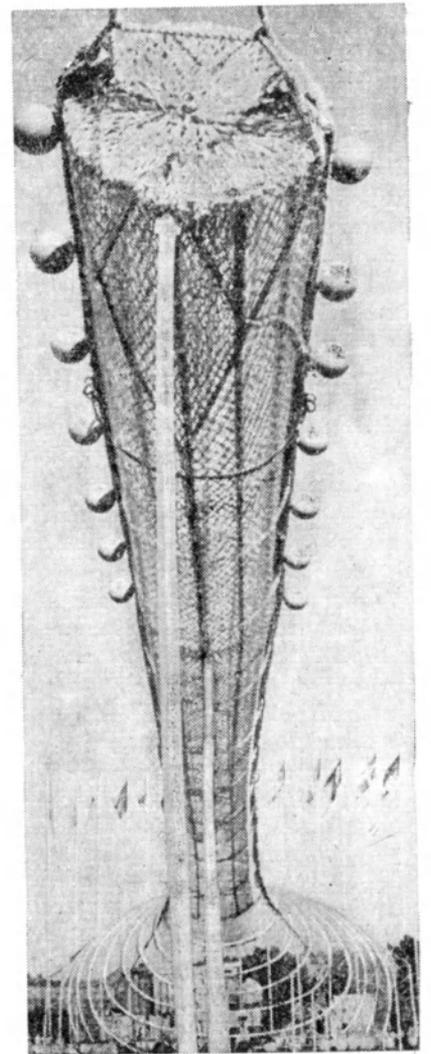
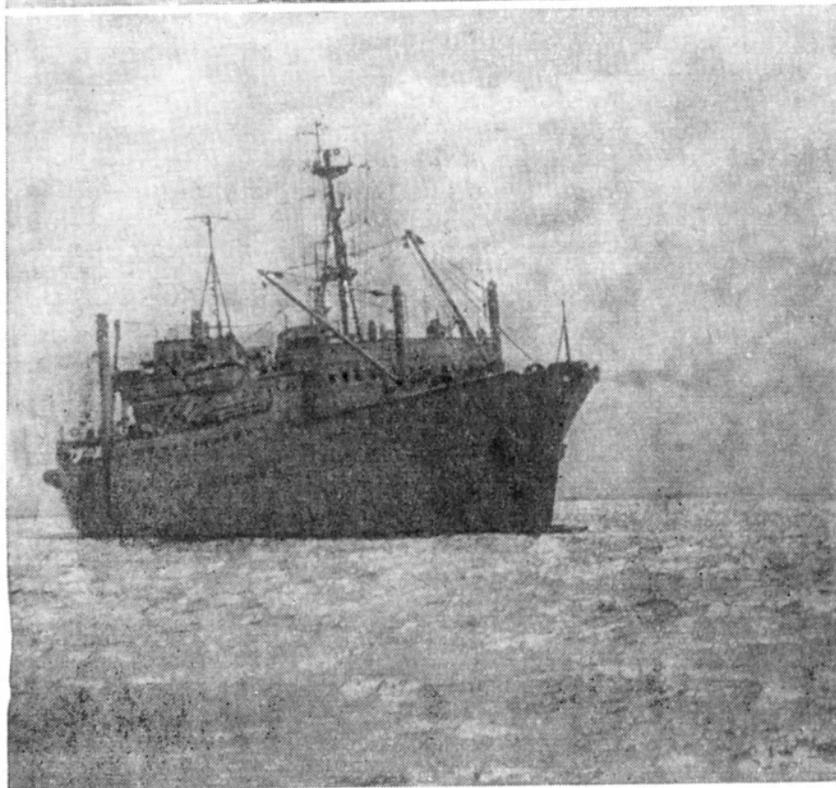
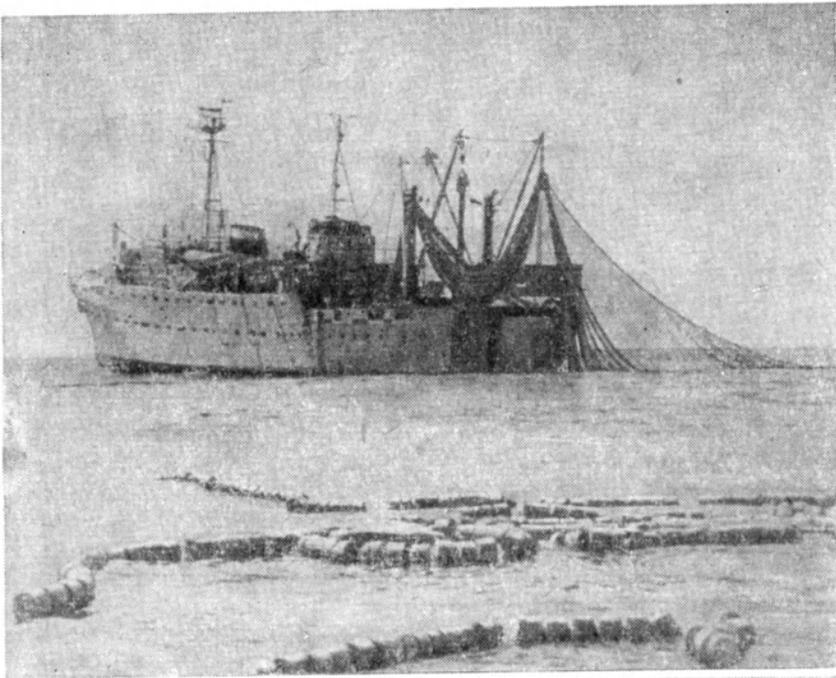
Наиболее интенсивное развитие мировое рыболовство получило в текущем столетии и, особенно, в послевоенные годы. Океанические биологические ресурсы стали важнейшим источником пищевых продуктов. Острая нехватка животной белковой пищи для населения многих стран стала важным стимулом развития рыболовства.

Люди ищут новые пути производства продуктов питания. Разрабатываются методы получения белковых продуктов из неорганических веществ. Это перспективный путь, однако нужный объем белковых продуктов с помощью этих методов можно будет получить только в относительно отдаленном будущем. Основным источником производства белковых продуктов — сельское хозяйство, животноводство, птицеводство — может существенно увеличить их объем. Но для этого нужны большие капиталовложения. Поэтому Мировой океан привлекает внимание как перспективный источник белковой пищи.

Однако в последние десятилетия в связи с интенсивным использованием запасы традиционных объектов промысла — таких, как сельдь, треска, камбала, морской окунь, — стали истощаться. По мнению многих ученых, через 10—15 лет может быть достигнут предельный объем вылова рыб в Мировом океане.

### БИОПРОДУКЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ

Современная естественная рыбопродуктивность океана относительно невысока и не может удовлетворить возрастающие потребности человечества. В результате протекающих в океане биопродукционных процессов подавляющая часть живой продукции океана не представляет промышленной ценности и не используется человеком. Поэтому важнейшая задача — научиться управлять этими процессами для того, чтобы повысить объем вылова.



■  
Подъем трала на научно-исследовательском судне «Академик Книппович»

■  
Научно-поисковое судно «Ихтиандр», с которого изучают распределение и поведение рыб

■  
Современный трал. С его помощью облавливают полосу шириной 30—40 м.



Сопоставление объема пищи, получаемой с «голубой нивы» и в результате сельскохозяйственного производства, говорит о ничтожно малой полезной урожайности естественных экосистем Мирового океана. С 9% площади нашей планеты, занятых возделываемой землей и другими сельскохозяйственными угодьями, люди получают почти 99% продуктов питания, а с 71% поверхности Земли, покрытой морями и океанами,— всего лишь 1% общего объема пищевых продуктов. И хотя в океане производится более 600 млрд. тонн растительности (немногим меньше, чем на суше), вылов рыбы не может превысить 90—100 млн. тонн. Значит, результативность неуправляемых человеком океанических биопродукционных процессов весьма низкая — в сотни и тысячи раз меньше, чем в животноводстве и рыболовстве хозяйствах. Это происходит потому, что для выращивания одного килограмма мяса рогатого скота необходимо не более 20—25 кг растительной пищи, а для того, чтобы такое же количество мяса образовалось у крупных морских рыб, например тунца (тунец питается мелкими рыбами, а они, в свою очередь, еще более мелкими животными и растениями), требуется в конечном счете в несколько тысяч раз большее количество растительности. Этими громадными и, с точки зрения человека, непроизводительными потерями в различных звеньях естественных биопродукционных процессов и объясняется относительно малое количество конечной рыбной продукции. Современный уровень промысла в Мировом океане уже приближается к

своему пределу, и поэтому без вмешательства человека в биопродукционные океанические процессы теперь нельзя рассчитывать на существенное повышение мирового вылова традиционных объектов.

Нельзя забывать, что морской и океанический промысел продолжает носить характер охоты, а не рационального хозяйствования в океане. Используя естественно воспроизводимые живые ресурсы и не прилагая никаких усилий для интенсификации их воспроизводства, человечество получает относительно невысокий вылов. Однако уже теперь он достигается новой техникой поиска и превосходным рыболовным снаряжением современных промысловых судов.

#### УПРАВЛЕНИЕ БИОРЕСУРСАМИ ОКЕАНА

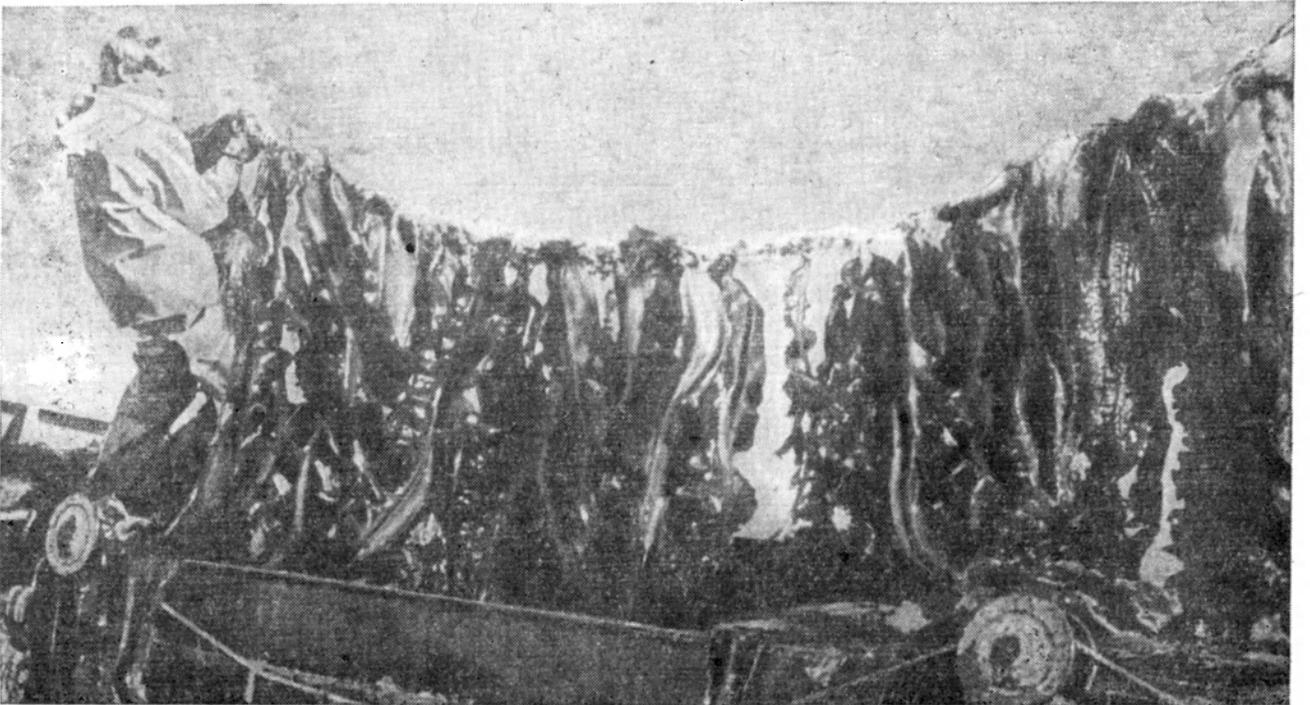
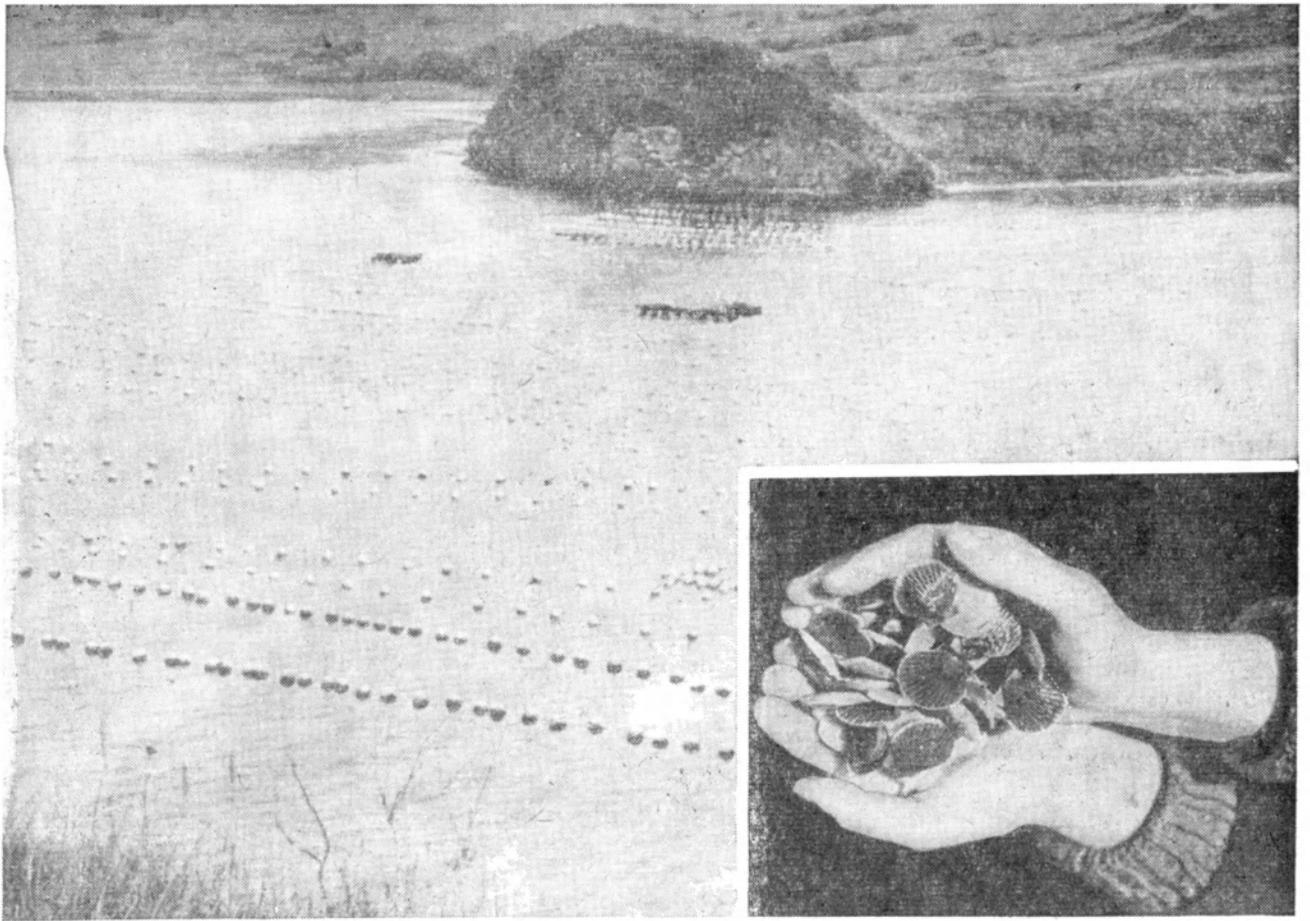
В последнее время ученые пришли к твердому убеждению: чтобы повысить рыбопродуктивность Мирового океана, необходимы совместные усилия всех стран, заинтересованных в этой проблеме. Предстоит коренным образом изменить отношение человека к океаническим биоресурсам и разработке методов управления ими. Уже накоплен обширный материал о рельефе дна Мирового океана, океанологических характеристиках основных его районов, закономерностях биологических процессов, определяющих продуктивность. Все это позволило составить представление об объеме биологической продукции, ежегодно производящейся в океане, характере ее распределения и воспроизводства.

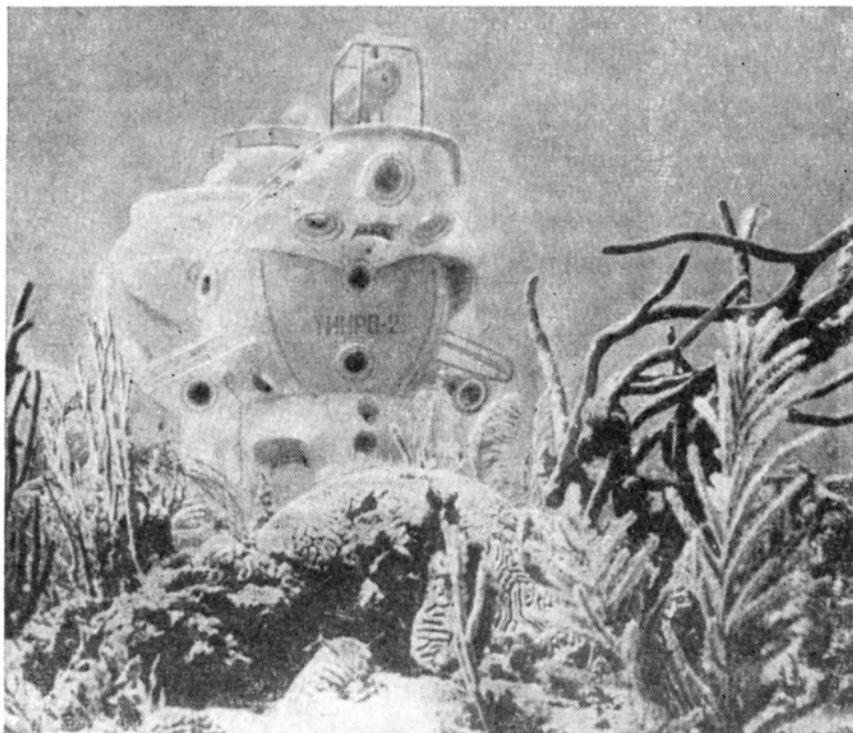
Изучение биологических ресурсов океана идет по нескольким направлениям. Научные исследования в океане выявили важную роль процессов вертикального перемешивания водных слоев для создания зон повышенной рыбопродуктивности. Процессы фотосинтеза, в результате которых происходит образование органической продукции из неорганических элементов, наиболее производительны в тонком поверхностном слое воды, где интенсивность солнечного света достаточно велика. В этом слое толщиной около 40 м (1% средней глубины океана!) обрывается более  $\frac{3}{4}$  всего фитопланктона.

Несмотря на исключительное разнообразие солей, содержащихся в морской воде, баланс биогенных элементов (азота, фосфора, кремния) таков, что в зоне фотосинтеза они нередко оказываются в ограниченном количестве и лимитируют процессы развития фитопланктона. В зону фотосинтеза биогенные элементы поступают главным образом из арктических и антарктических районов,

■  
*Подводная ферма в Приморье, где выращивается морской гребешок. Опытное-производственное морское хозяйство дает несколько миллионов штук молоди этих моллюсков. Внизу крупным планом—молодь морского гребешка, выращенная на ферме*

■  
*«Урожай» морской капусты, снятый с подводной плантации на рыбокомбинате «Валентин» (Японское море)*





а также из глубинных зон в результате вертикальных и горизонтальных перемещений водных масс. А это приводит к образованию районов с различным уровнем продуктивности. Высокопродуктивные **эвтрофные зоны**, где ежегодно образуется около  $1,2 \text{ г/м}^2$  углерода и биомасса зоопланктона превышает  $100 \text{ мг/м}^3$ , составляют всего 17% площади океа-

■  
*Подводный обитаемый аппарат «ТИНРО-2» для изучения поведения рыб. Глубина погружения до 400 м.*

на. Между тем зоны с особенно низким уровнем биопродуктивности занимают около 63% океанической поверхности.

Наиболее продуктивны прибрежные районы с глубинами менее 1000 м, на которые приходится около 20% всей площади океана. Именно здесь в настоящее время добывается почти 90% всего мирового вылова. Объясняется это особенностями рельефа и динамики водных масс прибрежных районов, распределением биогенных элементов, газовым режимом, характером протекающих здесь био-

продукционных процессов. За пределами прибрежного пояса также выявлены отдельные рыбопродуктивные районы. Они располагаются в областях поднятия океанского дна, зонах интенсивного вертикального и горизонтального движений водных масс — в приповерхностных слоях океана, где возникают апвеллинги, вихри, меандры.

#### МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ БИОПРОДУКТИВНОСТИ

В последние десятилетия для повышения биопродуктивности морских и океанических районов применяются различные методы. Вдоль морских побережий создаются подводные «плантации» и «фермы», на которых разводят и выращивают водоросли, моллюсков, ракообразных и рыб. Разрабатываются планы биомелиорации рыболовных угодий. В новые районы успешно вселяются кормовые и промысловые обитатели.

Первые и пока еще скромные результаты оказались весьма обнадеживающими: переселенные в Каспийское море червь-нереис и моллюск-синдесмия создали хорошую кормовую базу для осетровых рыб. Хорошо прижилась и дает промысловые уловы в Тихом океане атлантическая сельдь-шед, в Каспийском море — кефаль, в Северной Атлантике — тихоокеанские лососи.

Прибрежные рыболовные хозяйства разводят многие виды рыб — камбалу, желтохоста, морских судаков. Уже стали привычными богатые «урожаи» устриц, мидий и других моллюсков на подводных фермах, дающих десятки и даже сотни тонн с од-



ного гектара, а также устойчивые и высокие «накосы» водорослей — порфиры, морской капусты. Всего ежегодно выращивается более 5 млн. тонн водных объектов, что составляет 7—8% общего мирового улова. Ведущее место принадлежит Японии, где с подводных ферм и огородов ежегодно получают около 1 млн. тонн выращенной продукции.

Большие возможности для воспроизводства и улучшения условий обитания ценных промысловых рыб и беспозвоночных могут дать биомелиоративные работы в морях и океанах. Так, например, в Северном море некоторые хищные микроскопические животные поедают до 80% обитающих здесь планктонных ракообразных, которые служат основным кормом североморских сельдей. Если уменьшить численность этих вредных животных, то можно увеличить запасы сельди. На шельфе северной части Берингова моря, в районах с низкими придонными температурами, где

не могут жить северо-тихоокеанские обитатели, в изобилии имеются кормовые объекты. Переселение сюда холодноводных рыб из Антарктики существенно повысило бы уловы.

Кроме разведения, выращивания и трансплантации промысловых объектов люди пытаются управлять поведением некоторых рыб. Хорошо известно, что многие рыбы чутко реагируют на различные раздражители — свет, звук, запах, электрический ток. При умелом использовании этих форм воздействия удается получать изумительные результаты. Например, пелагическая рыбка сайра, как правило, держится относительно разреженно, не образует плотных скоплений. Но ее удается собрать в концентрированные косяки в зоне, освещенной электрическим светом. Подобный способ применяют при лове каспийской кильки. Искусственно воспроизводимые звуки, похожие на «голоса» дельфинов, заставляют скумбрию двигаться в нужном для

рыбаков направлении, не позволяют ей уйти из сетей и повышают эффективность промысла.

Особое значение сейчас приобретает промысел морских животных, обладающих высокой численностью в связи с тем, что на их воспроизводство и рост в естественных условиях расходуется относительно небольшое количество энергии. Это, прежде всего, антарктический криль, запасы которого огромны и позволяют добывать этих своеобразных мелких креветок десятками миллионов тонн. Из них уже получают много ценных и вкусных продуктов.

Усилия ученых многих стран, направленные на научное обоснование активного целенаправленного хозяйствования и на осуществление рационального промысла в Мировом океане, позволят в будущем гораздо полнее использовать его громадные потенциальные возможности и по меньшей мере удвоить современный объем вылова.



## ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА ЗЕМЛИ

В июне 1977 года на конференции Американского геофизического союза в Вашингтоне выступили с докладом научные сотрудники Национального управления по изучению океана и атмосферы США Дж. К. Анджелл и Дж. Коршовер. Они привели данные о вариациях температуры воздуха, полученные 63 радиозондирующими станциями за период с 1958 по 1976 год.

Данные подтверждают установлен-

ный ранее факт: глобальное похолодание, начавшееся в послевоенный период, в северном полушарии прекратилось около 10 лет назад, а в южном сменилось потеплением.

В среднем по всей Земле с 1959 по 1965 год температура воздуха понизилась на 0,6°С. В северном полушарии похолодание было более значительным, чем в южном. После 1965 года средняя температура воздуха в южном полушарии повысилась на 0,2°С, а в северном оставалась примерно на прежнем уровне.

«Science News», 111, 24, 1977.



Доктор физико-математических наук  
Е. Л. РУСКОЛ

## Спутники Марса

Обнаружил спутники Марса и дал им названия американский астроном Асаф Холл сто лет назад. Но еще в начале XVIII столетия Иоганн Кеплер предсказывал существование именно двух спутников у Марса. И уж совсем удивительно то, что в 1727 году писатель Джонатан Свифт правильно указал расстояния спутников от планеты.

Наблюдения Марса, приведшие к открытию его спутников, Холл начал в первых числах августа 1877 года, когда планета находилась в противостоянии. Холл наблюдал Марс на одном из крупнейших в то время инструментов — 26-дюймовом рефракторе Морской обсерватории в Вашингтоне. За первые несколько ночей спутники найти не удалось, и Холл хотел прекратить наблюдения. Однако жена Холла, урожденная Ангелина Стикни, настояла на том, чтобы муж продолжил наблюдения. 11 августа Холл обнаружил внешний спутник, а 17 августа, проверяя свое открытие, нашел и ближайший к Марсу спутник. Холл присвоил спутникам имена мифических коней Фобоса (Страх) и Деймоса (Ужас), которые были запряжены в колесницу бога войны

**Спутники Марса — Фобос и Деймос — изучены лучше, чем все другие спутники планет, исключая Луну. Между тем открыты они были на два с лишним века позднее спутников Юпитера и Сатурна.**

Марса. Признавая заслуги А. Холла и А. Стикни, астрономы назвали в их честь самые большие кратеры на Фобосе.

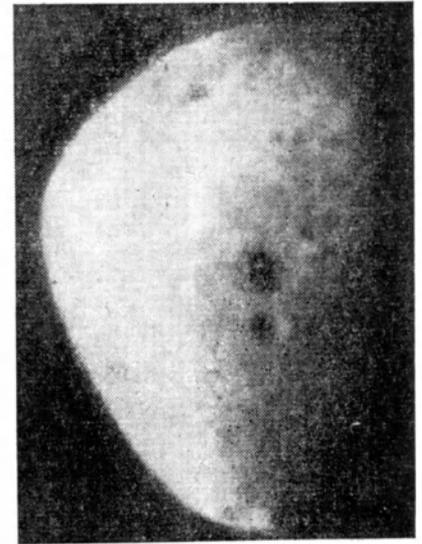
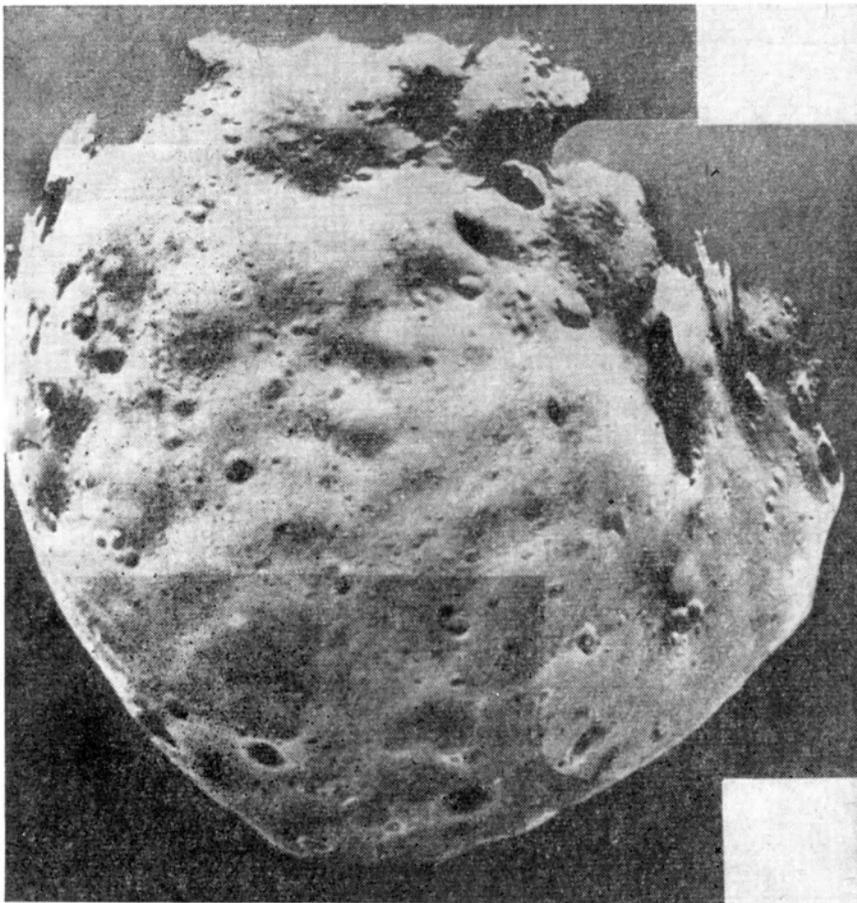
Спутники Марса движутся почти по круговым орбитам. Фобос обращается вокруг Марса в 3 раза быстрее, чем вращается сама планета; его орбита расположена почти на пределе Роша — минимальном расстоянии, ближе которого спутник должен быть разорван приливными силами планеты. Орбита Деймоса проходит немного дальше того расстояния, на котором обращение спутника было бы синхронно с вращением планеты. Приливные изменения расстояний Фобоса и Деймоса имеют противоположные знаки: Фобос приближается к Марсу, Деймос удаляется.

В начале 60-х годов нашего столетия спутники Марса, в то время еще известные как слабые астрономические объекты 12—13-й звездной величины, стали предметом интересной дискуссии. Полученные Б. Шарплессом данные о вековом орбитальном ускорении Фобоса не находили объяснения ни в торможении спутника разреженной атмосферой Марса, ни в действии приливного трения. Обсуждалось предположение о том, что спутники Марса — полые внутри тела, то есть искусственные спутники, созданные вымершей цивилизацией Марса. Эта гипотеза просуществовала до тех пор, пока не были подвергнуты пересмотру данные Шарплесса о вековом ускорении Фобоса («Земля и Вселенная», № 1, 1971, с. 41—42.— Ред.). В конце 60-х годов английский астроном Г. Уилкинс, обработав наблюдения спутника (в том числе и проводившиеся пулковскими астрономами), показал, что в действительности положение Фобоса на орбите с точностью до  $\pm 2^\circ$  близко к вычисленному без поправки на вековое ускорение, тогда как по теории Шарплесса оно должно было бы уже в 1967 году отличаться от вычисленного более чем на  $8^\circ$ .

Вековое ускорение Фобоса ставилось под сомнение до 1975 года. Первыми пришли к заключению, что небольшое угловое ускорение спутника при его движении по орбите все же существует, советский астроном В. А. Шор и английский астроном А. Синклер. Их выводы подтвердились во время наблюдений положения Фобоса на телевизионных снимках, переданных «Маринером-9». Вследствие векового ускорения Фобос

ЭЛЕМЕНТЫ ОРБИТ ФОБОСА И ДЕЙМОСА

Спутник	Среднее расстояние от Марса		Период обращения	Эксцентриситет	Наклонение орбиты к экватору Марса, градусы
	в тыс. км	в радиусах планеты			
Фобос	9,37	2,76	$7^{\text{h}}39^{\text{m}}$	0,0150	1,1
Деймос	23,52	6,90	$30^{\text{h}}18^{\text{m}}$	0,0008	0,9—2,7 (переменное)



примерно через 100 млн. лет должен приблизиться к Марсу на расстояние, меньшее предела Роша. Тогда он, вероятно, распадется на кольцевой рои мелких спутников.

В 1971—1972 годах Фобос и Деймос исследовались космическими аппаратами. Переданные ими изображения спутников не оставляют сомнений в том, что это — естественные каменные тела, столь же густо испещренные ударными кратерами, как и лунные континенты. Последнее обстоятельство свидетельствует о весьма древнем возрасте спутников Марса. Самой большой неожиданностью оказалась несферическая форма Фобоса и Деймоса: их можно

приблизительно представить в виде трехосных эллипсоидов. Крупные кратеры и гребневидные выступы создают на поверхности спутников неровности рельефа более 1 км высотой, поэтому Фобос и Деймос выглядят как тела неправильной, обломочной формы.

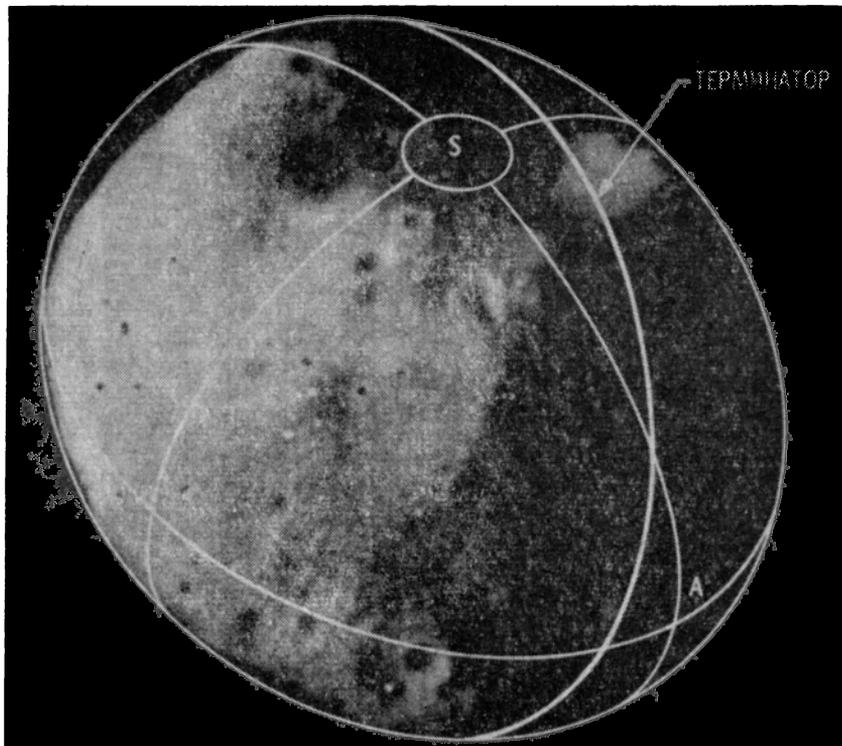
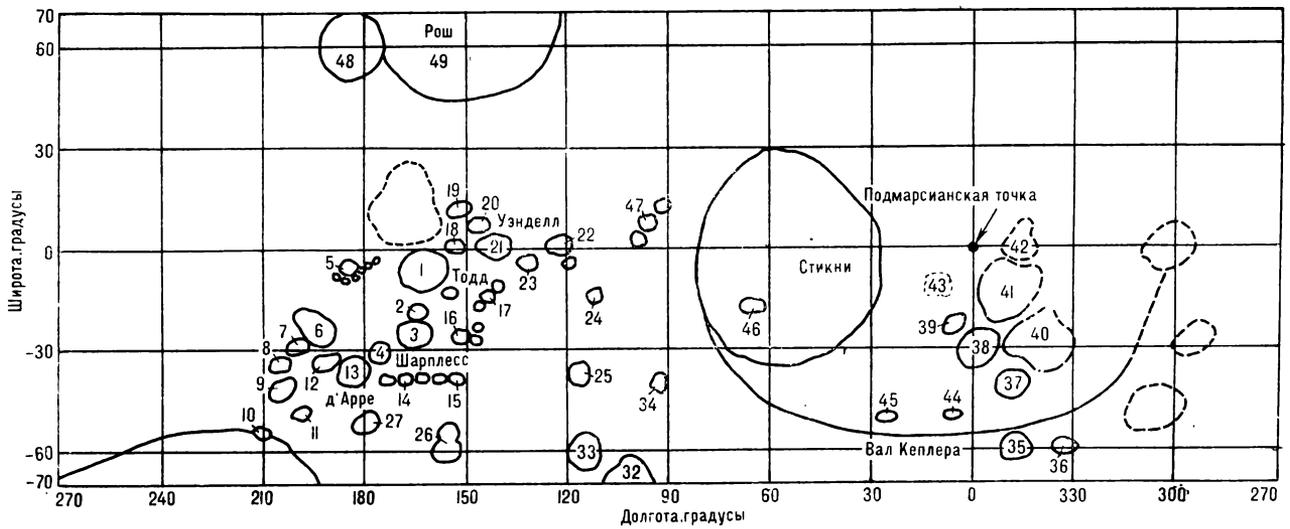
Многочисленное фотографирование Фобоса и Деймоса, выполненное космическим аппаратом «Маринер-9», позволило установить, что вращение спутников синхронно с их обращением вокруг Марса. Это — эффект приливного трения. Естественная ориентация спутников такова, что наибольшая ось трехосного эллипсоида направлена к Марсу, наименьшая — перпендикулярна плоскости орбиты спутника, а средняя — перпендикулярна направлению на Марс. Фобос совершает небольшие (с амплитудой  $\pm 5^\circ$ ) покачивания относительно своего равновесного положения. Если бы

спутники удерживались только силами собственного тяготения, то равновесными фигурами для таких близких к планетам тел, как Фобос (а также Амальтея и Янус — ближайшие спутники Юпитера и Сатурна), были бы сильно вытянутые эллипсоиды, у которых большая ось почти в 2 раза превышает малую. Фигуры спутников Марса менее вытянуты, что обусловлено силами внутреннего сцепления. Неправильная форма, кратеры с четко выраженными валами и гребневидный выступ, опоясывающий одно из полушарий Фобоса, свидетельствуют о прочности его вещества (энергия связи оценивается в  $4 \cdot 10^{25}$ — $4 \cdot 10^{27}$  эрг).

В 1973 году Международный астрономический союз утвердил наимено-

■  
*Ближайший к Марсу спутник Фобос. Снимок передан с орбитального блока станции «Викинг-1»*

■  
*Деймос. Фотография получена автоматическим зондом «Маринер-9»*



#### РАЗМЕРЫ СПУТНИКОВ МАРСА

Спутник	Фобос	Деймос
Ось		
a, км	$13,5 \pm 0,5$	$7,5 \pm 0,4$
b, км	$10,8 \pm 0,7$	$6,1 \pm 1$
c, км	$9,4 \pm 0,7$	$5,5 \pm 1$
a/b	$1,25 \pm 0,09$	1,23
a/c	$1,44 \pm 0,12$	1,36

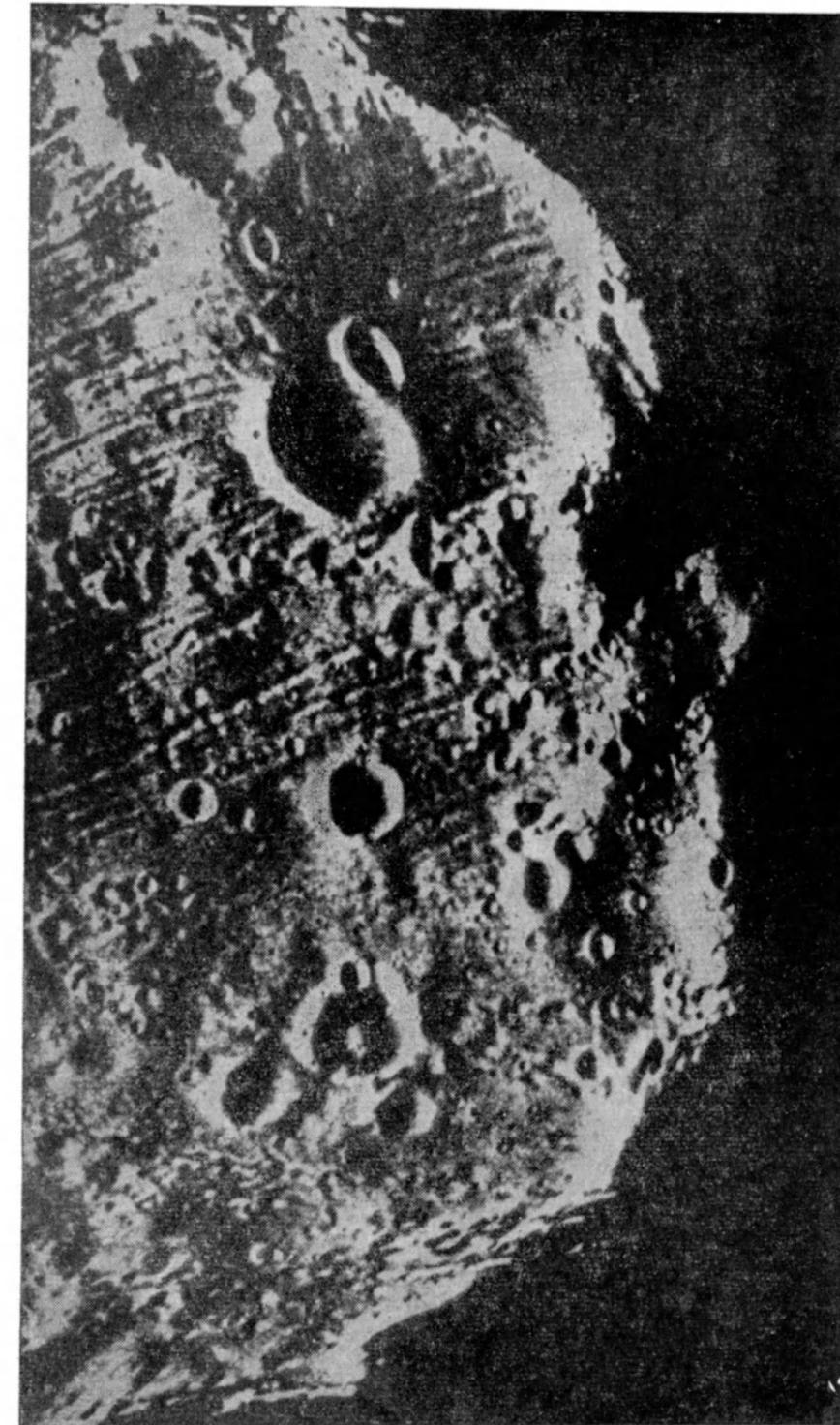
Расположение кратеров на поверхности Фобоса. Обнаруженные кратеры пронумерованы, наиболее крупным из них даны названия

Вид на Южный полюс Фобоса. Точка А — противоположная направлению на Марс. Белыми контурами очерчен трехосный эллипсоид, представляющий фигуру Фобоса

вания наиболее крупных образований на поверхности Фобоса. Состав и внутренняя структура спутников Марса продолжают оставаться неизвестными. По виду поверхности можно заключить, что Фобос и Деймос покрыты веществом типа базальтов либо углистых хондритов. На это указывают низкие значения их геометрического альbedo — 0,06 и 0,07.

Несомненно, оба спутника Марса — остатки более крупных тел, разрушившихся под ударами. Вопрос о том, являются ли спутники осколками захваченных астероидов или других спутников, выросших на орбите вокруг Марса, еще не решен. В пользу второго способа образования свидетельствует то обстоятельство, что орбиты спутников имеют регулярный характер, то есть они весьма мало отличаются от окружностей, лежащих в плоскости экватора Марса. Существование на поверхности спутников слоя реголита подтверждает их длительное пребывание на околомарсианских орбитах.

Реголит — своеобразная покрывающая порода, которая образуется в вакууме на поверхности каменистого тела при ее ударной обработке метеоритами. Свойства реголита хорошо изучены на Луне. Реголит на Фобосе и Деймосе обнаружен по их фотометрическим, поляриметрическим и радиометрическим свойствам, сходным с лунными (непосредственно микроструктура спутников Марса еще не сфотографирована). Происхождение реголита на Фобосе и Деймосе лучше всего объясняется долговременным пребыванием спутников в окрестности Марса: осколки породы, выброшенные ударами космических



тел с поверхности спутников за пределы их поля тяготения, попадали в поле тяготения Марса, образуя некий пылевой пояс, который вновь

■  
*Борозды на поверхности Фобоса. Снимок передан с орбитального блока станции «Викинг-2»*

вычерпывался спутниками, покрывая их поверхность слоем реголита. Если бы спутники были самостоятельными телами в пространстве, они бы не имели возможности вновь собирать на поверхности продукты выбросов из кратеров, так как их тяготение чрезвычайно мало.

Во время исследований Фобоса с орбитальных блоков станций «Викинг» были открыты новые особенности рельефа спутника — борозды, цепочки небольших кратеров. Американские астрономы Т. Даксбери и Дж. Веверка считают, что распределение линейных образований на Фобосе обнаруживает некоторые закономерности: полосчатые структуры формируются в дуги малых кругов, перпендикулярных направлению на Марс; цепочки кратеров располагаются параллельно плоскости орбиты Фобоса; некоторые кратеры в цепочках вытянуты и, по-видимому, являются вторичными. Часть борозд окружает крупнейший кратер Стикни; возможно, это поверхностные разломы, связанные с его образованием. Кроме того, на Фобосе имеются параллельные борозды шириной 50—100 м, природа которых пока не ясна.

В феврале 1977 года орбитальный блок станции «Викинг» прошел примерно в ста километрах от Фобоса. Это позволило исследовать, как изменяется орбита станции под действием притяжения спутника. Удалось определить (правда, с ошибкой  $\pm 15\%$ ) массу Фобоса —  $1,1 \cdot 10^{19}$  г. Она оказалась меньше, чем принимавшаяся ранее масса, которая рассчитывалась в предположении, что Фобос обладает плотностью такой же, как Марс. Учитывая, что объем Фобоса известен неточно (ошибка  $\pm 15\%$ ), плотность его вещества оценивается сейчас в  $2,1$  г/см<sup>3</sup> (ошибка  $\pm 20\%$ ). Столь низкую для каменных тел плотность имеют лишь углистые хондриты. Предполагается, что такая плотность свойственна и веществу астероида Церера.

Уточнение массы и плотности Фобоса — очень важная задача. Ее решение поможет выяснить происхождение спутников Марса, а также происхождение и раннюю историю астероидного пояса.

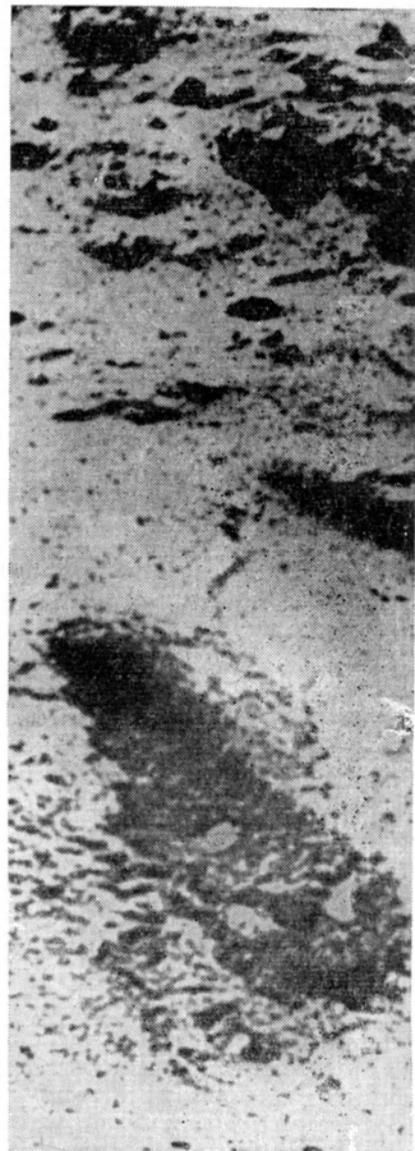
Кандидат физико-математических наук  
В. И. ЧЕСНОКОВ

## Химический состав поверхности Марса

**Советские самоходные аппараты «Луноход-1» и «Луноход-2» впервые использовали метод рентгеновского флуоресцентного анализа для определения химического состава лунного грунта. Этот же метод был применен американскими учеными для исследования поверхностного слоя Марса.**

Посадочные блоки станций «Викинг-1» и «Викинг-2» опустились на поверхность Марса в точках, удаленных друг от друга примерно на 6400 км («Земля и Вселенная», № 2, 1977, с. 30—40.— Ред.). Выбирая места посадки, американские специалисты искали в первую очередь районы, где вероятнее обнаружить жизнь, если она есть на Марсе («Земля и Вселенная», № 3, 1977, с. 22—25.— Ред.). Учитывался также рельеф и другие морфологические характеристики поверхности: в местах посадок они должны отличаться, чтобы можно было получить информацию о существенно различных районах. Ученых, например, интересовало, какие химические элементы и в каком количестве содержатся в грунте Марса.

Химический состав марсианского грунта измерялся методом рентгеновского флуоресцентного анализа («Земля и Вселенная», № 5, 1976, с. 23—28.— Ред.). Лопатка миниатюрного экскаватора брала грунт с глубины до 6 см. Грунт насыпался в измерительную камеру объемом  $1,5 \times 1,5 \times 2$  см. В камере можно было исследовать грунт разной степени измельченности. В одном случае



*Поверхность Марса. На переднем плане — граншея, вырытая ковшом экскаватора посадочного блока станции «Викинг-1»*



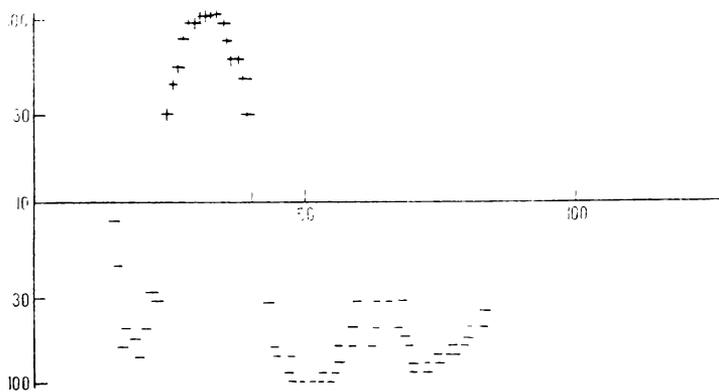
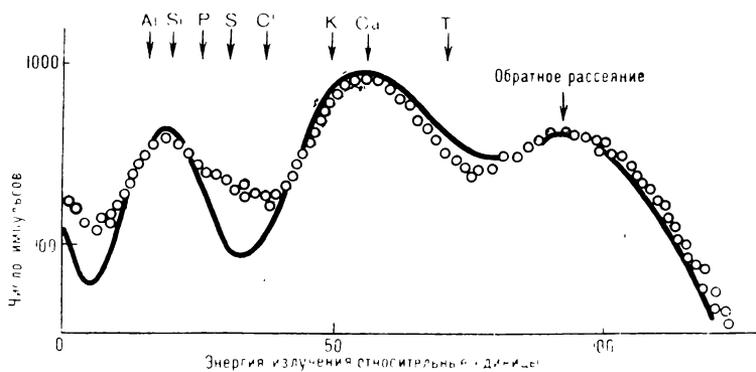
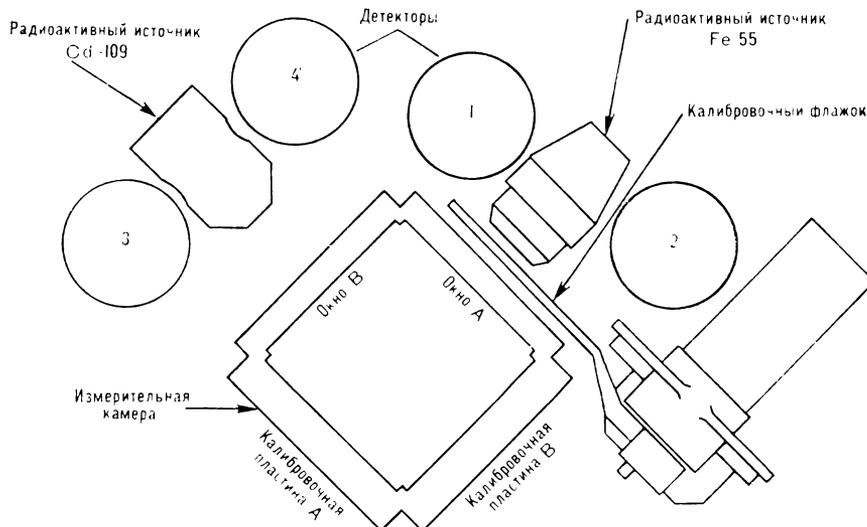
грунт насыпался в нее через сито с ячейками 2 мм, в другом — сначала отсеивались и удалялись частицы поперечником менее 2 мм, а затем оставшийся грунт поступал в камеру через сетку с ячейками 12 мм.

Два радиоактивных источника (железо-55 и кадмий-109) облучали грунт через окна из полимерной пленки, сделанные в стенках камеры. Под действием облучения грунт испускал флуоресцентное рентгеновское излучение, которое регистрировалось детекторами. Энергия и число рентгеновских фотонов указывали на «сорт» атомов и их количество в поверхностном слое Марса.

Была предусмотрена периодическая калибровка прибора, чтобы проконтролировать работу всех его узлов. Система калибровки позволяла также определять, насколько запол-

■  
*Схема прибора для измерения химического состава марсианского грунта. Детекторы 1 и 2 регистрируют флуоресцентное излучение, вызванное радиоактивным источником Fe-55, детекторы 3 и 4 — излучение вызванное радиоактивным источником Cd-109. Калибровочные пластины находятся на внутренних стенках камеры. Калибровочный флажок помогает разделить близкие по энергиям химические элементы — калий и кальций*

■  
*Спектры флуоресцентного излучения марсианского грунта (кружки) и ближайшей к нему по составу земной породы (сплошная линия). Внизу — результат вычитания спектра земной породы из спектра марсианского грунта. Виден избыток серы (плюсы), дефицит алюминия, калия и титана (минусы) в марсианском грунте*



**ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ МАРСА, ЗЕМНЫХ И ЛУННЫХ ПОРОД**

Элемент	Марс	Земля	Луна	
	Равнинный Хриса («Викинг-1»)	Горы (данные А. К. Маррухиной)	Море Дождей («Аполлон-16»)	Район Тавра Литтлов («Аполлон-17»)
Натрий	?	2,8	0,2	0,3
Магний	5,0	0,6	5,5	5,4
Алюминий	3,0	7,7	4,8	9,2
Кремний	20,9	32,3	21,1	22,8
Сера	3,1	0,06	0,08	0,1
Калий	<0,25	3,3	0,03	0,2
Кальций	4,0	1,6	7,2	8,2
Титан	0,5	0,3	1,5	0,6
Железо	12,7	2,7	16,9	8,7

нена камера грунтом, а перед тем как в камеру засыпалась очередная порция грунта — насколько загрязнены ее стенки остатками грунта от предыдущего анализа.

Чтобы измерить абсолютные концентрации химических элементов, в наземных лабораториях с такой же аппаратурой, какая функционировала впоследствии на Марсе, было получено более тысячи спектров породы с известным составом. Имея столь богатый набор данных, американские ученые надеялись из них выбрать тот спектр, который лучше соответствовал бы спектру марсианского грунта. В поверхностном слое Марса удалось определить содержание магния, алюминия, кремния, серы, хлора, калия, кальция, титана, железа и оценить концентрацию таких элементов, как рубидий, стронций, иттрий, цирконий.

В настоящее время опубликованы лишь предварительные результаты измерений трех образцов марсианского грунта, взятых в месте посадки «Викинга-1», и одного — в месте посадки «Викинга-2» («Science», 194, 4260, 4271, 1976). Исследовался грунт как мелкодисперсный, так и в виде крупных зерен, залегающий на разной глубине. Химический состав всех образцов оказался практически одинаковым, но спектры марсианского

грунта не совпали ни с одним из спектров, полученных в лабораторных экспериментах. В поверхностном слое Марса значительно меньше алюминия (3% от общей массы минералов), калия и титана, но в то же время много железа (около 13%). Особенно богат марсианский грунт кремнием. В пересчете на кремнезем его содержание составляет 45% от общей массы минералов. Это несколько ниже оценки, сделанной космическим аппаратом «Маринер-9» во время пылевой бури 1971 года. Другой элемент, в избытке содержащийся в поверхностном слое планеты, — сера (около 3%). Ее в несколько десятков раз больше, чем в земных и лунных породах. В каких соединениях встречается она на Марсе? Как показали исследования, содержание серы в газобразных соединениях и в связанном виде во многих минералах крайне низкое. Сколько-нибудь значительное количество соединений серы с медью, цинком, свинцом, ртутью и мышьяком исключается, поскольку этих элементов на Марсе очень мало (ниже порога чувствительности прибора). Возможно, сера образует соединения с натрием, магнием, кальцием и железом. Хотя содержание натрия измерить непосредственно не удалось, присутствие этого элемента в марсианском грунте маловероятно: ведь на Марсе и другие щелочные металлы большая редкость.

Низкое содержание калия (менее 0,25%, то есть в 5—8 раз меньше, чем в земной коре) также заслуживает внимательного рассмотрения. Масс-спектрометрические исследования марсианской атмосферы показали, что в ее составе всего 1,6%

(по давлению) аргона-40, образующегося при распаде одного из изотопов калия — радиоактивного калия-40. Это составляет лишь 0,6% от содержания аргона-40 в атмосфере Земли.

Сравнительно высокая концентрация железа на Марсе подтверждает существующее мнение, что красный цвет его поверхности обусловлен окислами железа. Не исключено, что они могут покрывать снаружи зерна других минералов, но это покрытие должно быть либо сплошным тонким (толщина менее 0,25 мкм, иначе не зарегистрировали бы мягкое флуоресцентное излучение легких элементов — магния и алюминия), либо прерывистым.

На поверхности Марса обнаружены стронций, иттрий, цирконий, но их содержание ниже, чем в земных вулканических породах.

Таковы предварительные результаты исследования химического состава поверхности Марса. Американские ученые считают, что марсианский грунт больше всего похож на вулканические изверженные породы, которые подверглись длительному выветриванию.



Кандидат геолого-минералогических наук  
**Р. Г. ДЖАМАЛОВ**  
 Доктор геолого-минералогических наук  
**И. С. ЗЕКЦЕР**  
**В. А. ИВАНОВ**

## Изучение подземных вод из космоса

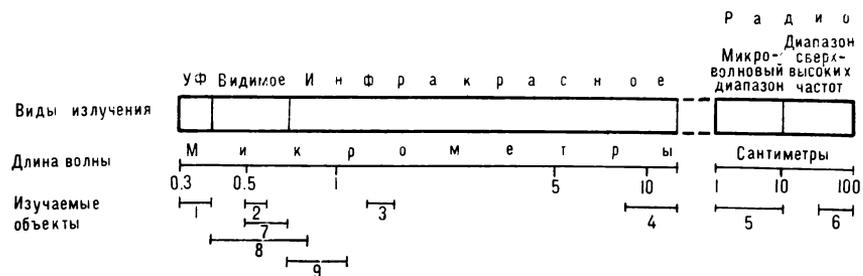
**Благодаря космической технике теперь удастся исследовать процессы и явления, скрытые от человеческого глаза многометровой толщей почв и горных пород.**

### СПУТНИКИ — ГИДРОГЕОЛОГИИ

Использование искусственных спутников Земли — весьма перспективный метод, применяемый последнее время в гидрогеологии. Он позволяет обследовать сразу большие территории и одновременно изучать локальные и региональные гидрогеологические особенности земной поверхности. Этим методом удается достаточно надежно определять районы распространения и глубину залегания подземных вод, устанавливать области их питания и выхода на поверхность, судить об их связи с поверхностными водами.

Космическая съемка со спутников имеет большие преимущества перед наземной и аэросъемкой. Это — и оперативность получения информации, и возможность многократного обследования территории в короткие сроки, и большая информативность, то есть объединение на одном снимке множества характерных природных компонентов изучаемого района.

Гидрогеологические объекты и, в частности, подземные воды распознаются на снимках при дешифрировании, которое проводится по прямым или косвенным индикаторам. Прямыми индикаторами могут служить концентрированные выходы подземных вод на поверхность, болота, солончаки, карстовые формы.



К косвенным индикаторам относятся: рельеф, влажность почвы, растительные сообщества или совокупности растений, находящихся на одном участке земной поверхности в тесном взаимодействии между собой и с условиями физико-географической среды. По растительным сообществам, например гигрофитам, характерным для переувлажненных районов, или фреатофитам, корневая система которых непосредственно связана с подземными водами, можно судить о распространении, глубине залегания и качестве последних.

Космическую съемку ведут с помощью высокочувствительной аппаратуры, регистрирующей электромагнитное излучение земной поверхно-

сти в различных областях спектра. В зависимости от метода регистрации и области спектра со спутников можно проводить фотографирование и телевизионную съемку (в диапазоне длин волн 0,3—1,1 мкм), инфракрасную съемку (в диапазоне длин волн 3—12 мкм), микроволновую съемку (в диапазоне длин волн 0,3—30 см) и радиолокационную съемку (в диапазоне длин волн 10—70 см).

Все эти виды космической съемки для изучения подземных вод разработаны и опробованы в различной степени.

### ФОТОГРАФИРОВАНИЕ И ТЕЛЕВИЗИОННАЯ СЪЕМКА

Успехи, достигнутые за последние годы в черно-белой и цветной фотографии, сделали фото- и телевизионную съемку весьма эффективным методом при гидрогеологических исследованиях из космоса. По оттенкам на цветных фотографиях, тону и текстуре черно-белых снимков можно дешифрировать снятые объекты. Этот метод также позволяет выбрать узкополосные светофильтры, наиболее подходящие для снимаемых объектов, и способ печати, дающий максимальный цветовой контраст при

Виды излучения и диапазоны длин волн, в которых исследуются природные объекты: 1 — химический состав горных пород и почв; 2 — рельеф, реки и озера, растительность; 3 — влажность почвы, неглубокие водоносные горизонты, выходы подземных вод; 4 — типы горных пород и почв, влажность почвы, реки и озера; 5 — плотность и влажность почвы; 6 — рельеф, геолого-тектоническое строение территории, реки и озера, влажность почвы; 7 — рельеф; 8, 9 — растительность



дешифрировании («Земля и Вселенная», № 4, 1971, с. 2; № 3, 1977, с. 4—8.— Ред.).

Фотографии земной поверхности доставляются на Землю, а телевизионные изображения регулярно принимаются наземными станциями. Затем эти материалы дешифрируются.

Используя то, что различные элементы земной поверхности по-разному отражают солнечный свет, можно опознавать отдельные природные образования. Так, с пилотируемого космического корабля «Союз-12» в 1973 году земная поверхность фотографировалась в девяти спектральных каналах: 0,47; 0,54; 0,58; 0,64; 0,66; 0,68; 0,73; 0,80 и 0,82 мкм. Снимки земной поверхности в сине-зеленом участке спектра (0,47—0,58 мкм) дали информацию о подводных объектах и загрязненных водных потоках, в красном (0,58—0,68 мкм) — о растительных сообществах, в инфракрасном (0,73—0,82 мкм) — о гидрографической сети и береговой линии озер и морей, а также об относительной влажности и засоленности почв.

#### ДЕШИФРИРОВАНИЕ ФОТО- И ТЕЛЕСНИМКОВ

Прямые индикаторы гидрогеологических условий изучаемой территории отличаются на космических снимках цветом, тоном, размерами и формой. Например, выходам подземных вод на поверхность и низинным болотам соответствуют темные участки на фотоснимках. Очертания и размеры этих участков свидетельствуют об интенсивности выхода подземных вод, приуроченного к различным формам рельефа, а также о глубине

залегания и связи подземных вод с поверхностными.

Однако прямые индикаторы нередко отсутствуют на изучаемой территории, а различная тональность изображения объектов на снимках может зависеть также от их освещенности и физического состояния. Поэтому при дешифрировании используются еще и косвенные индикаторы, например рельеф, геолого-структурные особенности территории, состав горных пород, растительные сообщества.

По характеру рельефа (горы, предгорья, долины рек) определяются региональные и местные области питания и выхода подземных вод. На снимках иногда можно различить древние русла рек, старицы, заброшенные ирригационные сооружения — аккумуляторы подземных вод.

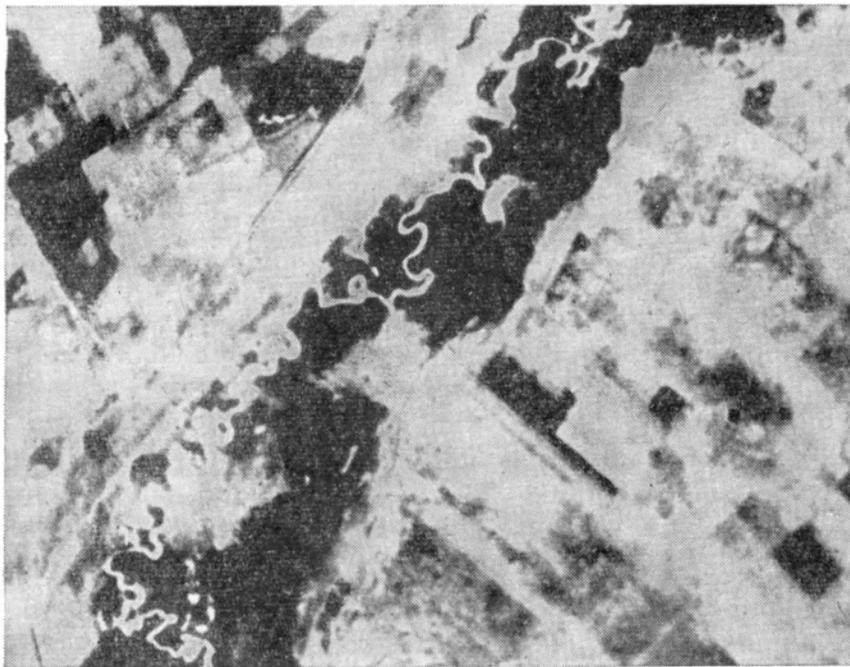
Тектонические особенности территории, расшифрованные на снимках, помогают выявить и уточнить местоположение артезианских бассейнов, направление и пути движения подземного стока. На снимках отчетливо бывают видны вытянутые образования, получившие названия линейных элементов. В большинстве случаев — это тектонические нарушения с повышенной трещиноватостью и раздробленностью пород, по которым перемещаются подземные воды, а сами тектонические образования часто называются зонами выхода подземных вод на поверхность.

По растительным сообществам довольно четко можно распознавать речные долины и террасы, тектонические уступы и разломы, судить о глубине залегания и выходе подземных вод и об их связи с поверхно-

стными водами. На космических снимках растительные сообщества различаются тоном. Так, ксерофитам (растениям засушливых районов) обычно соответствует светло-серый тон, гигрофитам — более темный. Особенно интересно и важно бывает выявить на снимках фреатофиты, по которым можно получить сведения о глубине залегания и степени минерализации подземных вод. Гигрофиты и фреатофиты, сосредоточенные вдоль рек и ирригационных сооружений, указывают на интенсивность утечки поверхностных вод сквозь дно и берега этих водотоков. По характерной вытянутой форме скоплений различных видов растительности можно выявить древние погребенные речные долины и русла временных водотоков, где в условиях засушливого климата неглубоко залегают подземные воды.

Для того, чтобы надежно распознать объекты, необходимо совместно рассматривать и сопоставлять их изображения в различных участках спектра. Для выделения растительных сообществ это особенно важно. Например, гигрофиты хорошо распознаются при сопоставлении снимков в диапазонах 0,6—0,7 и 0,8—1,1 мкм. Им соответствует резкое осветление тона в последнем диапазоне. Такое же осветление в том же диапазоне характерно и для изображения фреатофитов — надежных индикаторов неглубоких водоносных горизонтов.

На черно-белом снимке, полученном 30 октября 1974 года со спутника «Метеор», по тону, форме и размерам различаются рельефные, геолого-структурные и литологиче-



ские особенности центральной части Монгольской Народной Республики. Видны хребты Гобийского Алтая и южные отроги Хангая, межгорное понижение Долины Озер и впадина Холой. Горные образования, служащие региональными областями питания подземных вод, сложены изверженными и метаморфическими породами различного состава и возра-

■  
*Космическая фотография участка реки. Вдоль реки видны скопления влаголюбивой растительности (темные участки), указывающей на неглубокое залегание подземных вод и их тесную связь с рекой*

ста, которые распознаются на снимках по темно-серому и черному тону. Тектонические впадины видны как серые и светло-серые участки, они заполнены песчано-глинистыми отложениями. Это — артезианские бассейны.

В результате дешифрирования снимков была получена схема данного района, из которой видна связь геолого-структурных особенностей территории и гидрогеологических условий Долины Озер. Так, при сопоставлении тектонических нарушений этого района с обнаруженными при наземных работах участками, где подземные воды выходят на поверхность, была выявлена гидрогеологи-

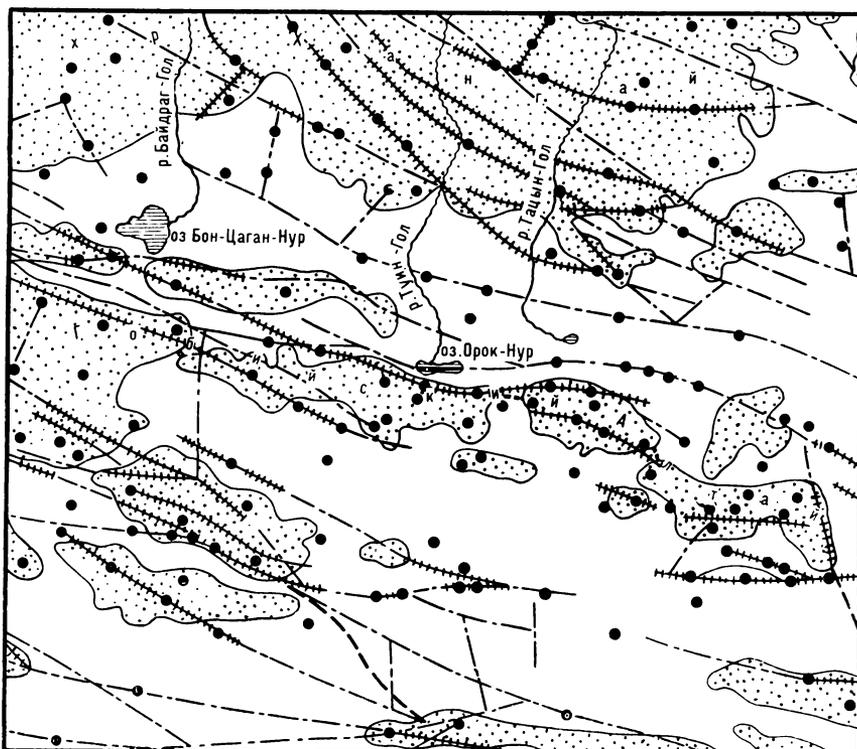
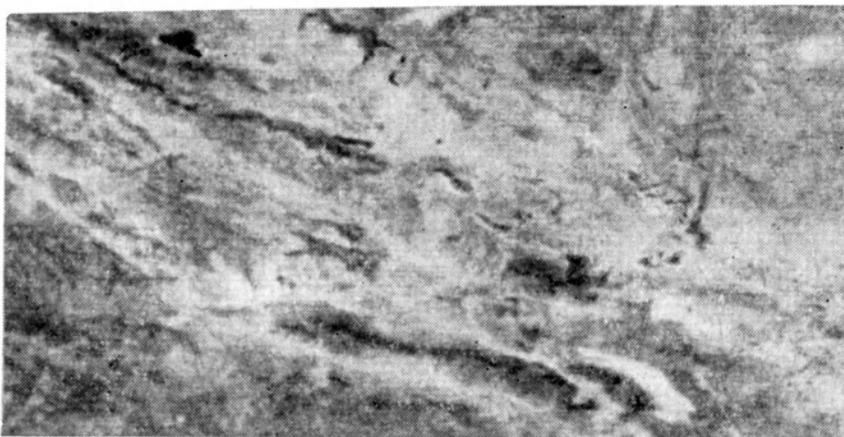
ческая роль линейментов. Оказалось, что большинство постоянно действующих родников, водообильных скважин и колодцев находится в зонах тектонических нарушений.

Таким образом, дешифрирование космических фотографий и телеснимков показывает, что они не только отображают земную поверхность, но и служат новым источником информации о геосфере.

#### ИНФРАКРАСНАЯ СЪЕМКА

Съемка из космоса в инфракрасных лучах все более широко применяется при региональных исследованиях подземных вод. На искусственных спутниках Земли устанавливаются сканирующие радиометрические устройства, позволяющие получать снимки теплового излучения поверхности Земли. По снимкам можно судить о температуре земной и водной поверхности, а также об относительной влажности почв, которая нередко бывает показателем различных гидрогеологических процессов.

Особенно эффективен этот метод для обнаружения выхода подземных вод в реки, моря и океаны. Поскольку температура подземных вод обычно отличается от температуры речных вод, на инфракрасных снимках выход подземных вод в реки прослеживается по тепловым контрастам перистой формы (темный тон на светлом фоне более теплых речных вод). Снимки таких очагов позволяют наметить на суше участки, где подземные воды можно использовать для хозяйственных целей.



- |   |  |  |
|---|--|--|
|  Горноскладчатые области        | Линеаменты, дешифрируемые по космическому снимку |  Совпадающие с обнаруженными по наземным работам<br> Гольки по космическому снимку |
|  Родники, скважины, колодцы     |  |  |
|  Границы артезианских бассейнов |  |  |

Инфракрасная съемка помогает также определять районы активной гидротермальной деятельности. Термальные источники и гейзеры, а также области неглубокой циркуляции термальных вод отчетливо проявляются на снимках светлыми и серыми участками. Крупные термальные источники прослеживаются по белым пятнам, а участки температурных аномалий, создаваемые неглубоко залегающими подземными водами, — по серому тону различных оттенков.

При дешифрировании инфракрасных снимков удается зафиксировать не только источники термальных вод, но и выход на поверхность обычных подземных вод, если их температура отличается от температуры окружающей среды. Благоприятный сезон для этого зима, когда очаги выхода теплых подземных вод на общем фоне отрицательных температур видны более четко.

Инфракрасная съемка приходит на помощь и при изучении зоны мерзлых пород, температурный режим которой нередко определяется гидрогеологическими процессами. Здесь выявляются крупные талики (оттаивающие участки) и наледные образования, влияющие на питание и аккумуляцию подземных вод.

С помощью искусственных спутников «Космос» и «Метеор» инфракрасная съемка поверхности Земли проводится в нашей стране с 1966 года, однако ведется она нерегулярно, и потому больше информации пока дает инфракрасная съемка с самолетов. В дальнейшем эта космическая съемка не будет вытеснять аэросъемку — они только дополняют друг друга при решении различных задач.

Космический телевизионный снимок района Долины Озер в центральной части Монгольской Народной Республики

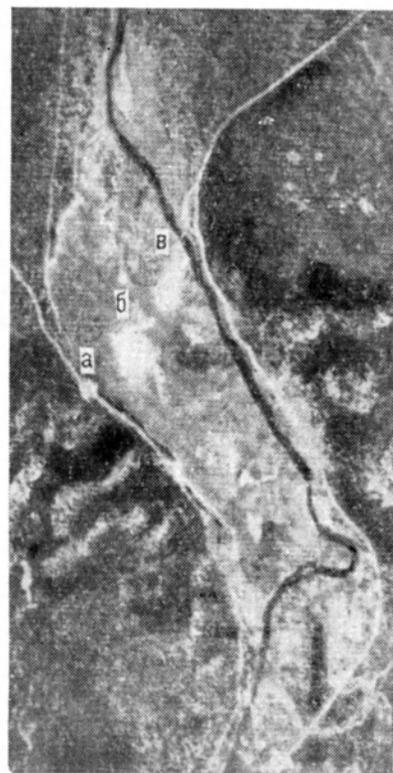
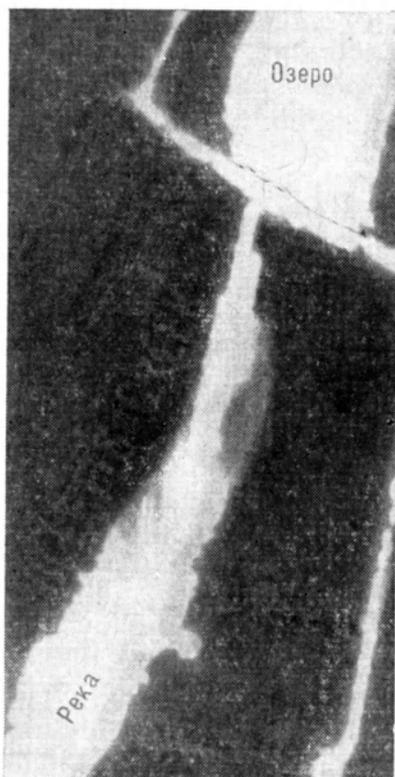
Схема геологического и гидрогеологического дешифрирования космического снимка того же района

## МИКРОВОЛНОВАЯ СЪЕМКА

Для дистанционного обнаружения любого объекта с температурой выше абсолютного нуля можно применять микроволновую съемку. Преимущество этого метода заключается в том, что им можно пользоваться и в облачную погоду. Излучение в микроволновом диапазоне отличается большой проникающей способностью и исключительной чувствительностью к составу исследуемого объекта и его температуре.

Дистанционные микроволновые радиометры на спутнике регистрируют излучаемую и отраженную энергию объектов, которая выражается через радиояркостную температуру (измеряемую в градусах шкалы Кельвина). В зависимости от физических параметров, электрических свойств и характеристик поверхности природные объекты обладают различной излучательной и отражательной способностью в микроволновом диапазоне, а это приводит к различным значениям их радиояркостной температуры. Например, при одинаковой температуре воды, земли и металла, равной 290 К, их радиояркостная температура составит, соответственно, 122, 267, 50 К.

Особый интерес для гидрогеологии представляет возможность определять микроволновой съемкой влажность земной поверхности. Радиояркостная температура по различным данным сильно зависит от влажности: при влажности почв более 20% их радиояркостная температура понижается с ростом содержания влаги. Проникающая способность излу-



чения в микроволновом диапазоне, согласно экспериментальным данным, составляет несколько десятков сантиметров. Однако теоретические исследования говорят о возможности обнаруживать подземные воды с по-

мощью микроволновой съемки на глубинах до 10 м.

Первая микроволновая съемка в нашей стране проводилась со спутника «Космос-243» в 1968 году. Она применялась для определения об-

■  
*Инфракрасный снимок реки в летнее время. Выход подземных вод в реку прослеживается по темному шлейфу перистой формы*

■  
*Инфракрасный снимок района выхода термальных подземных вод: а, б, в — термальные источники*



■  
*Радиолокационный снимок горного района Туркмении. Видны слои известняков и мергелей (светлые параллельные линии в центре снимка), выше выделяется известняковый горный массив. В известняках часто аккумулируются подземные воды*

щего содержания водяного пара в атмосфере.

#### РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СЪЕМКА

Эту съемку можно проводить при любых погодных условиях, и благодаря высокой проникающей способности радиоизлучения она дает сведения о более глубоких слоях земной толщи. И хотя непосредственно в гидрогеологических исследованиях радиолокаторы применяются пока еще мало, в принципе их можно успешно использовать для поиска подземных вод.

Радиолокационная съемка позволяет определять черты геологического строения и структурные особенности территории, по которым можно наметить перспективные с точки зрения гидрогеологии районы. Например, радиолокаторами с самолетов четко прослеживается распространение известняков с присущими им карстовыми формами рельефа, определяются области развития отложений рек, с которыми, как правило, связаны подземные воды.

Использование космической радиолокационной съемки на обширных пространствах имеет большие потенциальные возможности для региональных геолого-структурных, а следовательно, и гидрогеологических исследований.



Член-корреспондент АН СССР  
В. В. ФЕДЫНСКИЙ

## ИГОРЬ СТАНИСЛАВОВИЧ АСТАПОВИЧ (к 70-летию со дня рождения)

Более полувека целеустремленно занимался изучением метеоров доктор физико-математических наук Игорь Станиславович Астапович. Во второй половине XX столетия, особенно после начала космической эры, метеорная материя стала одним из важнейших объектов астрономических, геофизических и космических исследований. Необходимость глубокого познания метеорной материи во всех ее проявлениях — от метеоритных кратеров и метеоритов на Земле до пылевой составляющей межзвездного пространства и далеких галактик — была понята И. С. Астаповичем еще в 20-х годах, на заре его научной деятельности.

И. С. Астапович родился 11 января 1908 года в семье преподавателя математики и физики в городе Волчанске бывшей Харьковской губернии. После окончания профтехнической школы в Николаеве И. С. Астапович поступил в 1926 году на физико-математический факультет Московского университета, а затем перешел в Ленинградский университет, который окончил в 1930 году по специальности астрономия. В Москве и Ленинграде И. С. Астапович слушал лекции С. Н. Блажко, С. А. Казакова, А. А. Михайлова, С. К. Костинского, Г. А. Тихова, А. А. Иванова, П. М. Горшкова и А. М. Гижицкого. Если к этому добавить его эпизодическое общение с В. И. Вернадским, А. Е. Ферсманом, С. И. Вавиловым, П. Н. Чирвинским, П. Л. Дравертом и другими выдающимися учеными, то можно уверенно сказать, что он получил фундаментальную подготовку по специальности «из первых рук». Это обеспечило основательность и в то



же время широту взглядов и методов исследования в научной работе молодого ученого. Академик А. Е. Ферсман 9 апреля 1939 года в своем отзыве на работу И. С. Астаповича «О некоторых условиях движения метеоритов» писал: «Такой монографии по существу мы не имеем ни в одной стране, и поэтому мы должны приветствовать ее как крупное начинание в области решения сложнейшего и труднейшего вопроса изучения метеоритов... я считаю нужным прежде всего подчеркнуть необычайную трудность задачи, которая

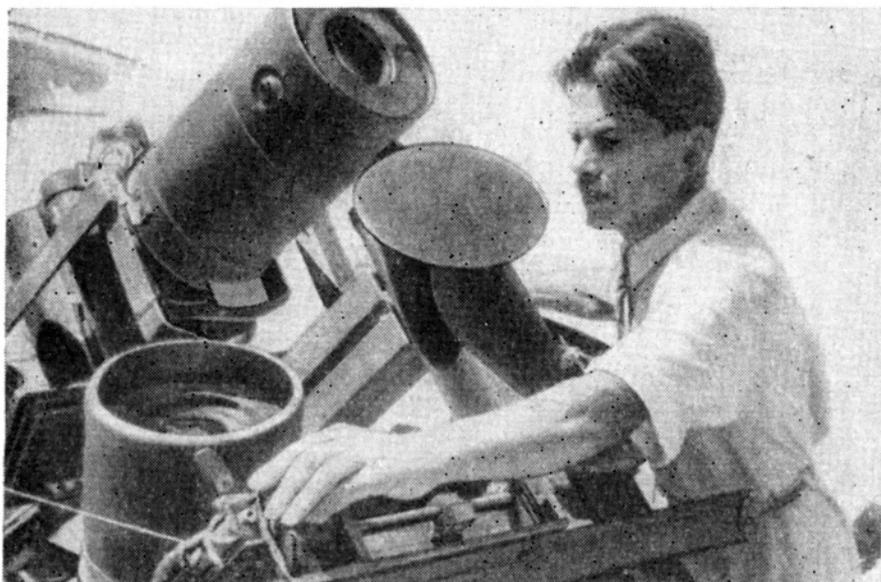
Игорь Станиславович Астапович  
(1908—1976)

перед ним (Астаповичем — В. Ф.) стояла, ввиду необходимости оперировать данными по астрономии, астрофизике, геофизике, общей физике, геологии и геохимии. Надо сказать, что в общем автор в достаточной мере справился с этой задачей и в той части, которую я специально анализировал, в части геохимической, он оказался на высоте современных геохимических представлений...» (К сожалению, эта монография так и не увидела свет, но большая часть ее материалов была использована И. С. Астаповичем в книге «Метеорные явления в атмосфере Земли». М., Физматгиз, 1958.)

Полвека тому назад изучение метеорной материи недооценивалось в астрономии, оно было уделом любителей, а в науках о Земле о нем и не упоминали. И. С. Астапович поставил исследование метеоров на прочную научную основу.

Трудовая деятельность И. С. Астаповича началась за год до окончания Ленинградского университета, в 1929 году. До 1931 года он занимался магнитометрией в Институте прикладной геофизики, вел поиски железных руд в Братском и Илимском районах Иркутской области. В зимние периоды, когда проводилась камеральная обработка полевых материалов, он одновременно увлеченно трудился как внештатный сотрудник Минералогического музея АН СССР в Ленинграде. В Иркутске И. С. Астапович внимательно изучал материалы падения Тунгусского метеорита 30 июня 1908 года.

В 1932 году И. С. Астапович стал директором Астрономической обсерватории, которая ныне выросла в



ни. В 1963 году он защитил докторскую диссертацию и получил ученую степень доктора физико-математических наук, которым он по существу являлся давным-давно. До 1973 года Игорь Станиславович энергично работал на кафедре астрономии Киевского университета. В 1973 году он тяжело заболел. 2 января 1976 года И. С. Астаповича не стало.

Научное наследие И. С. Астаповича весьма значительно, но большая его часть, к сожалению, рассеяна в 400 с лишним статьях, опубликованных в самых разнообразных, часто малоизвестных изданиях. Особо выделяется монография «Метеорные явления в атмосфере Земли», вышедшая в 1958 году. Этот капитальный труд объемом в 40 печатных листов имеет список литературы, насчитывающий 1004 названия. Монография — поистине энциклопедическая сводка по проблеме, доведенная до порога космической эры. Книгу И. С. Астаповича исследователи метеоров нередко в шутку называют «метеорным Альмагестом».

Первый подлинно научный анализ материалов о полете гигантского Тунгусского метеорита 30 июня 1908 года И. С. Астапович выполнил в 1933 году. Он анализировал сейсмограммы и барограммы, записанные в Иркутске, и впервые определил энергию падения в  $10^{22}$  эрг. Впоследствии И. С. Астапович не раз возвращался к проблеме Тунгусского падения. Он также определил траекторию Сихотэ-Алинского метеорита и оценил энергию его падения в  $10^{18}$  эрг (1958).

Фотографические наблюдения сербристых облаков и визуальные

Институт астрофизики АН ТаджССР (Душанбе), но уже через два года тяжелое заболевание тропической малярией вынудило его переехать в Москву. С 1934 года по 1941 год он занимал должность старшего научного сотрудника в Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга. В 1935 году И. С. Астапович получил ученую степень кандидата физико-математических наук (без защиты диссертации); к тому времени в советской и зарубежной печати было опубликовано более 50 его научных работ. В том же 1935 году И. С. Астаповича избрали членом Комиссии № 22 по метеорам Международного астрономического союза, где он состоял и активно работал около 40 лет. Одновременно он читал лекции по астрономии в Калининском педагогическом институте (1937—1939) и по геофизике в Московском гидрометеорологическом институте (1939—1941). В эти годы И. С. Астапович впервые создал курс метеорной астрономии, который он преподавал с 1937 года в Московском университете и с 1938 года — в Саратовском.

В конце 1941 года И. С. Астапович эвакуировался вместе с Московским университетом в Ашхабад, где ему было суждено прожить и плодотвор-

но проработать 17 лет. В 1942 году И. С. Астапович стал профессором Ашхабадского педагогического института и преподавал там вплоть до катастрофы, вызванной землетрясением в октябре 1948 года. В 1944 году он также стал старшим научным сотрудником Физико-технического института Туркменского филиала Академии наук СССР, а впоследствии заведующим астрофизической лабораторией этого института. Годы пребывания Игоря Станиславовича в Ашхабаде оставили существенный след в развитии астрономии и геофизики в Туркменской ССР. Здесь его искусство визуальных наблюдений метеоров, зодиакального света, противосияния достигло высшей степени совершенства. Определенное внимание он уделял радиолокационным наблюдениям и фотографированию метеоров и их спектров на черно-белую и цветную пленку.

В 1959 году И. С. Астапович переехал на Украину — сначала в Одессу, затем в Киев. На Украине, где он родился и жил в детстве, И. С. Астапович провел последние 17 лет жизни.

■  
*И. С. Астапович готовит к наблюдениям метеорный патруль. Ашхабад, 1950 год*



определения дрейфа метеорных следов позволили И. С. Астаповичу сделать важные выводы о закономерностях воздушной циркуляции в нижней термосфере (1939, 1941). Эти выводы много позже были подтверждены радиолокационными наблюдениями.

Гораздо раньше многих исследователей И. С. Астапович признал важное значение метеоритных кратеров (1936) и дал их список в своей монографии (1958). В этой работе Игорь Станиславович оценивает общее число несомненно метеоритных кратеров на земной поверхности свыше

160, что полностью подтвердилось в 60—70-х годах.

Плодотворным оказалось предпринятое И. С. Астаповичем изучение природы метеорной материи. По собственным визуальным наблюдениям он составил каталог радиантов метеорных потоков XX века, аналогичный труду В. Деннинга, выполненному в XIX веке. На широте Ашхабада ( $37^\circ$ ) высокое положение на небе зодиакальных созвездий позволило

■  
*И. С. Астапович показывает школьникам солнечные пятна. Ашхабад, 1951 год*

И. С. Астаповичу впервые подробно изучить метеорные потоки, орбиты которых мало наклонены к плоскости эклиптики. «Эклиптикальная связка» метеорных потоков, как их назвал Игорь Станиславович, весьма интересна в генетическом отношении. Метеорные тела «эклиптикальной связки» должны были возникнуть одновременно с планетной системой.

Совсем иное происхождение имеют метеорные тела потоков, движущихся по вытянутым орбитам кометного типа, афелии которых лежат на далекой периферии Солнечной системы. Исследованием эволюции одно-



го из таких потоков — Леонид — И. С. Астапович успешно занимался в киевский период своей деятельности вместе с А. К. Терентьевой и сотрудниками Института теоретической астрономии АН СССР Е. И. Казимирчак-Полонской и Н. А. Беляевым. Они проанализировали условия видимости метеорного потока, а также изменение элементов метеорных орбит с 1866 по 2000 год под воздействием планетных возмущений. С большой точностью был предсказан момент максимума активности Леонид при прохождении наиболее плотной части роя вблизи Земли в 1966 году. Исследователи выяснили и условия дальнейших встреч роя с Землей вплоть до 2000 года.

И. С. Астапович основательно изучал природу противосияния. Это слабосветящееся размытое пятно на участке неба, противоположном Солнцу, считалось скоплением метеорных частиц в одной из точек либрации, на расстоянии 1,5 млн. км от Земли. И. С. Астапович установил, что яр-

кость противосияния подвержена быстрым и регулярным колебаниям, синхронным со вспышками полярных сияний. Следовательно, не метеорная пыль, отражающая солнечные лучи, а светящийся газ создает явление противосияния. Наблюдая противосияние в вечерние и утренние часы, Игорь Stanisлавович определил в 1944 году суточный параллакс противосияния и расстояние Земли от центра скопления светящегося газа — 130 тыс. км. Газовая природа противосияния и значения его параллакса были вскоре подтверждены В. Г. Фесенковым и Н. Б. Дивари. Что касается природы «газового хвоста» Земли, то открытие много позже (1958) Ван-Алленом магнитных ловушек, возникающих при обтекании Земли солнечным ветром, объяснило причину конденсации и задержки заряженных частиц газа в области космического пространства, загороженной Землей от Солнца\*. Открытие газовой природы противосияния и близости к Земле вызывающего его га-

зового облака — яркая страница в многолетней научной деятельности И. С. Астаповича.

Среди научных работ И. С. Астаповича нельзя не отметить его труды в области истории исследования метеорных явлений в России, Западной Европе и Китае.

Большой вклад И. С. Астапович внес в подготовку кадров астрономов. Он был хорошим лектором и увлекал аудиторию не только энциклопедичностью своих знаний, которыми он всегда охотно делился со слушателями, но и научным энтузиазмом. Особенно много он сделал для подготовки кадров молодых ученых и педагогов Туркмении, которой отдал лучшую часть своей жизни.

И. С. Астапович сыграл значительную роль в организации научных исследований по метеорной астрономии. Вместе с профессором С. В. Орловым он организовал в 1935 году при Астрономическом совете СССР Комиссию по кометам, метеорам и астероидам, активно участвовал в проведении трех Всесоюзных конференций по изучению этих объектов (1935, 1937, 1939), был ученым секретарем этой комиссии в течение ряда лет и ее бессменным активным членом до конца своей жизни. Имя Игоря Stanisлавовича Астаповича — ученого, педагога, организатора научных исследований, пионера и основоположника советской метеорной астрономии — прочно вошло в историю советской науки.

*На встрече в Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга (слева направо): В. В. Федьинский, А. М. Бахарев, И. С. Астапович. 1949 год*

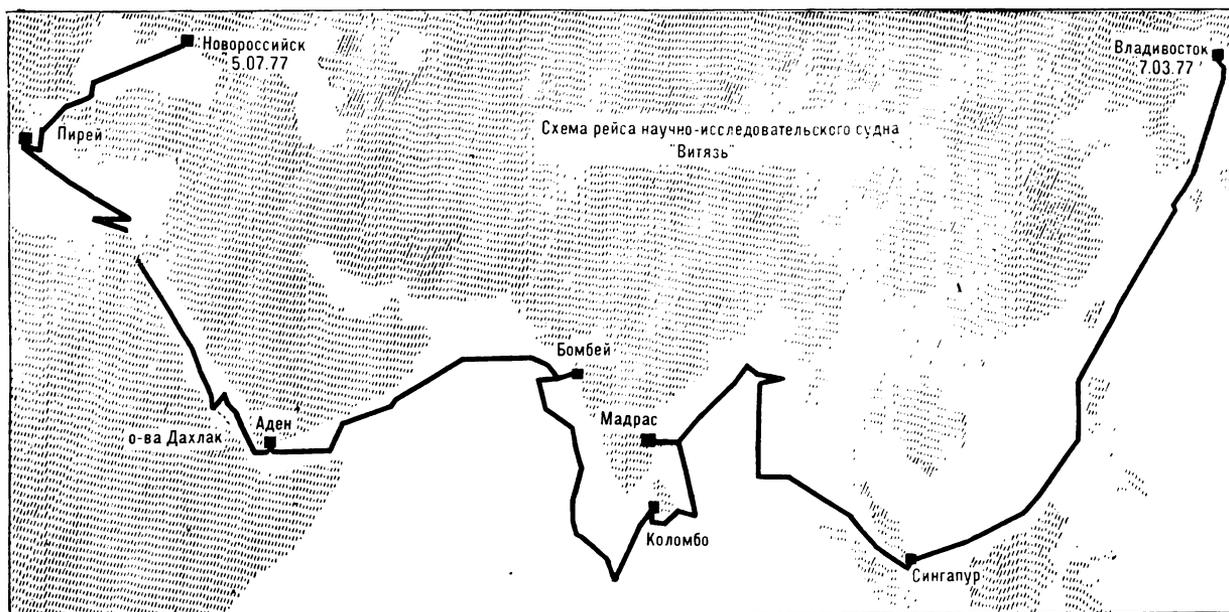
\* По новейшим данным К. Шиндлера (1976), хвост магнитосферы с ночной стороны Земли простирается на расстояние 20—60 земных радиусов (127—380 тыс. км).

Кандидат географических наук  
В. И. ВОЙТОВ



ЭКСПЕДИЦИИ

## «Витязь» в Индийском океане



### ГИДРООПТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

История исследования Мирового океана — это история экспедиций. Особенно это понятно специалистам, работающим в одной из молодых и актуальных областей океанологии — оптике моря. Теоретические основы распространения света в мутных средах разработаны физиками и астрофизиками в достаточной степени, но чтобы применить их с учетом конкретных условий океана, необходима экспериментальная информация об оптических свойствах и световых полях различных океанских районов («Земля и Вселенная», № 2, 1968, с. 37—42.—Ред.). Надо сказать, что для гидрооптики еще многие аква-

тории Мирового океана — «аква инкогнито».

Одна из тактических задач современных гидрооптических исследований — получение экспресс-информации на ходу судна. Эта задача не нова. Буксируемые приборы для измерения прозрачности были разработаны чуть ли не два десятка лет назад и применялись в экспедициях. Однако из-за многочисленных технических трудностей невозможно было добиться высококачественных данных. В частности, прозрачномеры, опускаемые в воду, сами нарушают течение природных процессов и влияют на измеряемую величину прозрачности воды.

Не так давно для изучения океана стали использовать лазерную техни-

ку. Мощный короткий световой импульс, излучаемый лазером, посылается в воду. Он испытывает те же самые превращения, что и солнечный луч, в частности, световая энергия рассеивается, но часть излучения возвращается к поверхности. Чувствительные приемники улавливают ее и представляют в виде импульса. Этот импульс, если суметь его «расшифровать», может дать информацию о таких важных оптических явлениях, как поглощение и рассеяние. Ценное преимущество лазерного метода состоит в том, что оптический прибор не опускают в воду, а следовательно, не вносят никаких нарушений в течение природных процессов. К тому же лазер может посылать световые импульсы практически непрерывно.



ЭКСПЕДИЦИИ

61-й экспедиционный рейс научно-исследовательского судна «Витязь» был посвящен оптическим исследованиям в малоизученных акваториях. Маршрут экспедиции протяженностью 14 210 миль проходил через одиннадцать морей и Индийский океан. Рейс начался 7 марта 1977 года во Владивостоке и завершился через 120 суток 5 июля в Новороссийске. В экспедиции принимали участие сотрудники Института океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР и его Калининградского и Геленджикского отделений, а также сотрудники других учреждений Москвы и Ленинграда.

Гидрооптические измерения на борту «Витязя» проводились с помощью «лазерной пушки», излучающей импульс с длиной волны 532 нм, пиковой мощностью 1—2 МВт и длительностью 0,5—10 нс.

#### В БЕНГАЛЬСКОМ ЗАЛИВЕ

До первой стоянки в Сингапуре, куда «Витязь» пришел 21 марта, лазерная система отлаживалась и опробовалась. После выхода из Сингапура, пройдя Андаманское море, участники экспедиции приступили к детальному исследованию Бенгальского залива. Несколько десятилетий назад индийский ученый Ч. Раман, живший на берегу этого залива, создал теорию цвета моря, пригодную лишь для очень прозрачных вод. Действительно, воды центральной части Бенгальского залива по своим оптическим свойствам мало чем отличаются от вод, например, Саргассова моря — общепринятого эталона оптической чистоты морской воды. Роднит эти

моря и отсутствие ярко выраженных мутных слоев, которые создаются скоплениями планктона или минеральных частиц.

Начинаются измерения. За борт опускаются фотометры, регистрирующие световую энергию на различных глубинах и в различных участках спектра. Следя за показаниями приборов, мысленно перенесемся в прозрачные глубины Бенгальского залива. Морская вода подобна фильтру, хорошо пропускающему зеленый и, особенно, синий цвет. На глубине 10 м к солнечному свету как бы примешивается синяя и зеленоватая «дымка». Еще глубже эти тона становятся преобладающими, и подводные пейзажи выглядят одноцветными, словно нас накрыли коллаком из толстого сине-зеленого стекла. На 50-метровой глубине кровь загарпуненной рыбы казалась бы нам изумрудной. Погрузившись примерно на 100 м, мы еще могли бы читать текст, напечатанный газетным шрифтом, но на глубине в четверть километра, в густой синеве с трудом отличали бы рисунок от страницы текста. Еще глубже — мрак, прорезаемый лишь вспышками светящихся глубоководных обитателей. Некоторые из них достигают колоссальных размеров.

Если верить английскому писателю-фантасту и ученому А. Кларку, то среди глубоководных обитателей Бенгальского залива встречаются гигантские кальмары, которые нападают на шлюпки и даже шхуны. Кларк не так уж далек от истины, когда говорит о размерах этих животных. В Индийской газете «Хинду» писали о 15-метровом шупальце кальмара, выброшенном на песчаный берег недалеко

от Мадраса. Биологи также признают, что в океанах водятся гигантские кальмары длиной до 20 м. Что же касается их нападения на суда, то здесь Кларк выступает скорее в роли фантаста, а не ученого...

Гидрооптики, да и океанологи вообще, обособляют северную часть Бенгальского залива. Здесь на оптические свойства воды сильно влияет мощный «источник» взвешенных и растворенных веществ. Этот источник — реки Ганг и Брахмапутра, ежегодно сбрасывающие в Бенгальский залив более 2 млрд. тонн осадочного материала. В 30—60 милях от устья этих рек вода в заливе малахитового цвета, а у самого устья — цвета кофе с молоком.

Согласно гидрооптическим измерениям с борта «Дмитрия Менделеева», проведенным в 1973 году в 50—60 милях от дельты Ганга и Брахмапутры, показатель ослабления света для длины волны 546 нм составлял  $1,3 \text{ м}^{-1}$ . Это в 26 раз больше, чем в обычных океанских водах («Земля и Вселенная», № 5, 1974, с. 59—62.— Ред.). В последнем рейсе «Витязя», правда, не удалось подойти к дельте ближе чем на 200 миль. Но и «следов» мутных речных вод ни на поверхности, ни на глубинах обнаружено не было. По-видимому, вся огромная масса осадочного материала, блокируясь прибрежными течениями, осаждается вблизи дельты и частично относится на восток. Существует и другая точка зрения: влияние Ганга и Брахмапутры ощущается даже на южной границе Бенгальского залива. Возможно, все дело в импульсном характере речного «источника». К тому же оптические наблюдения, а так-

же сбор взвеси в рейсе «Витязя» проводился в сухое время года, а не в период летних муссонных дождей, когда Ганг и Брахмапутра заметно увеличивают сброс речных вод и, таким образом, влияние северного «источника» взвеси становится более ощутимым.

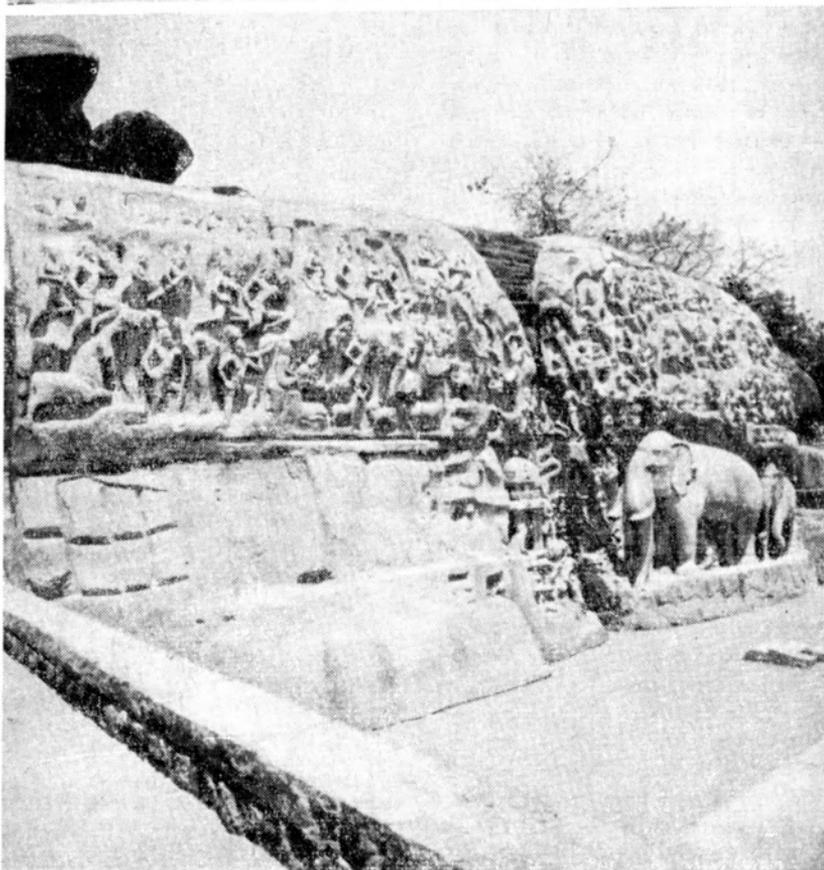
В Бенгальском заливе вдоль параллели 13° с. ш. изучалось западное пограничное течение. Его границы не были четко обозначены на картах, не известны были также скорость и расход течения. Оказалось, что скорость течения 0,5 узла (около 900 м/ч), а расход —  $7,7 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup>/с. Это соответствует примерно четверти расхода крупнейшего океанского течения Гольфстрим.

#### ГОВОРЯТ, ЧТО ЧУДЕС НЕ БЫВАЕТ...

В последнее время книги о поездках по Индии называют примерно так: «Индия без покрывала», «Индия без чудес». Не знаю, удачно ли это? Судите сами. В первый же день нашего пребывания в Мадрасе на его главной улице мы увидели: стоит на перекрестке человек, но не на ногах, а на плечах. Головы не видно — она «вросла» в асфальтовое покрытие. Рядом — металлическая миска. Бросишь в нее монету — человек прижимает руку к сердцу, благодарит. Время от времени йог наощупь (глаза-то у него под землей) пересчитывает монеты в миске и складывает

■  
*Прибрежный храм в Махалибупураме*

■  
*Махалибупурам. Украшения на стенах пещерного храма*





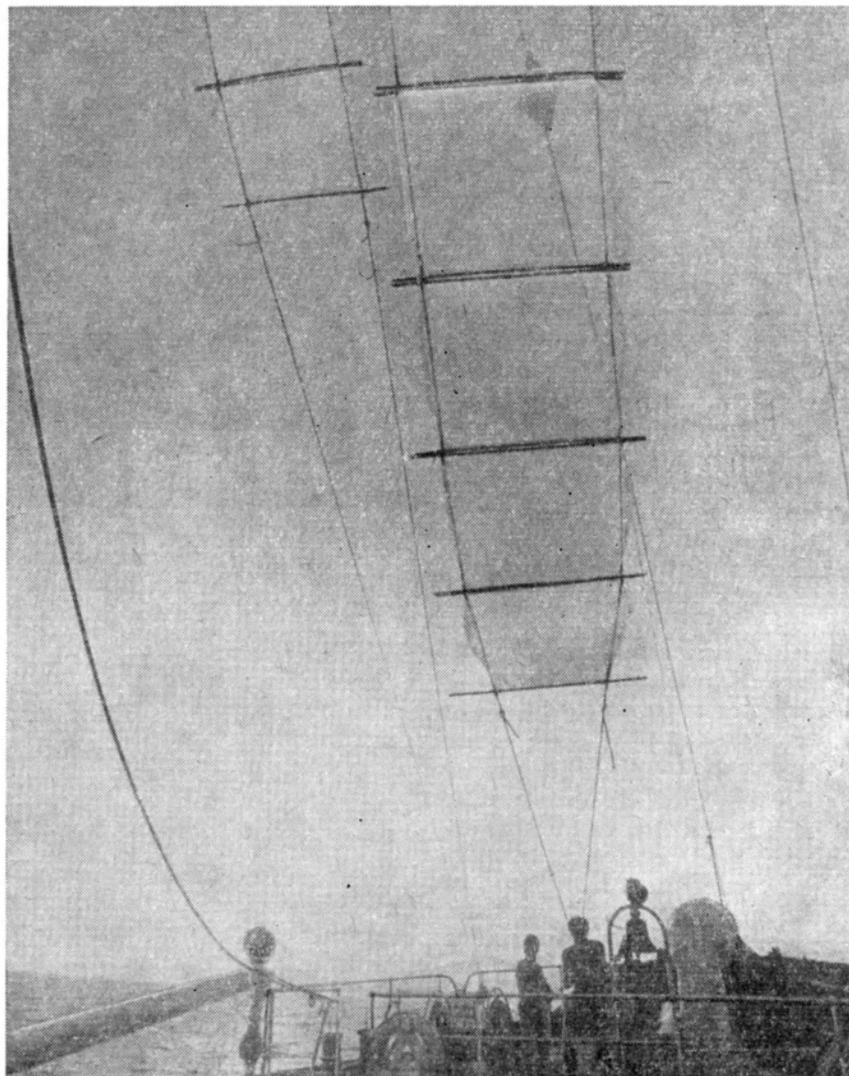
экспедиции

их в столбик. Вот и не верь в индийские чудеса!

А разве не чудо древний Махалибупурам в 60 км к югу от Мадраса? Неистовое море, непрерывно разрушая берег, много веков назад поглотило дворцы и великолепные храмы. Уцелел только один храм, он возвышается на обглоданном морем утесе. Дальше от берега — целый ансамбль пещерных храмов, на фронтонах их высечены в скале сцены из индийской мифологии и, конечно, фигуры слонов. Около двух тысяч лет назад Махалибупурам был цветущим городом и портом. В то время воды Бенгальского залива бороздили парусники — катамараны. Эти незамысловатые то ли суденышки, то ли плоты сохранились и до наших дней.

#### АРАВИЙСКОЕ МОРЕ

«Витязь» держит курс на Аравийское море. Это — одна из интереснейших и малоизученных акваторий с точки зрения оптики моря. Здесь целый набор природных «источников» различных веществ, влияющих на оптические свойства морской воды. В Аравийском море впервые удалось провести исследования золотой взвеси, которая выносится из пустынь Аравийского полуострова. Анализ метеорологических условий, фотографии со спутников, донесения капитанов проходящих судов о плохой видимости из-за пылевой дымки говорят о том, что Аравийский полуостров — настоящий «генератор» золотой взвеси. Теперь получены данные о концентрации аравийских частиц и о их составе. У берегов Аравии заметно влияние и другого, биологи-



ческого «источника вещества» — прибрежного апвеллинга, создающего благоприятные условия для жизнедеятельности планктонных организ-

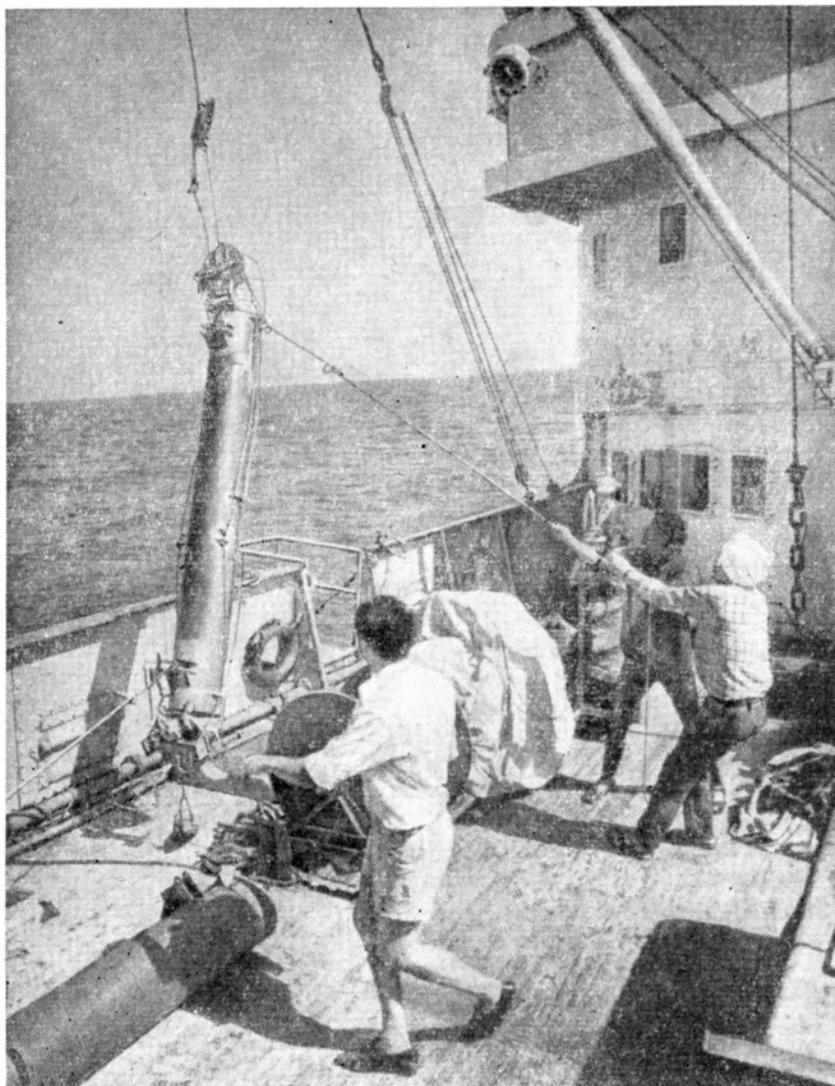
■  
*Такими парусами улавливают золотую взвесь на ходу судна*

мов («Земля и Вселенная», № 1, 1971, с. 30—35.— Ред.). Одна из крупнейших азиатских рек Инд ежегодно сбрасывает в Аравийское море более 400 млн. тонн взвешенного материала. Это еще один источник вещества, которое действует на оптические свойства воды. Сочетание этих трех источников и обуславливает заметное помутнение прибрежных вод Аравийского моря.

#### КРАСНОМОРСКИЕ ДИКОВИНЫ

Через Баб-эль-Мандебский пролив «Витязь» вышел в Красное море. Автору этих строк еще в 1966 году приходилось проводить здесь оптические исследования на экспедиционном судне «Академик С. Вавилов». Тогда сложилось представление о двух различных водных слоях Красного моря. В верхнем, как правило, замутненном слое до глубины 90 м распределение оптических свойств неравномерно по вертикали. Остальная толща до дна моря — это удивительно однородные в оптическом отношении воды. Исследования на «Витязе» полностью подтвердили данные о двухслойной оптической структуре воды в Красном море.

9 июня мы получили разрешение эфиопских властей на работы в районе обширной мели и островов архипелага Дахлак. Хотелось спуститься на юг, к самым крупным островам архипелага, но плавание океанского корабля с большой осадкой в этом районе Красного моря далеко не безопасно. Чего, например, стоят пометки на навигационных картах: «Зона усеяна рифами, проливы глубоководны, но непроходимы...». Терять время на «слалом» среди рифов мы



не могли. Мы работали около крохотного кораллового островка Абу-Раба, лежащего на самой северной оконечности мели Дахлак. На островке ни былинки, ни травинки, только тонкий коралловый песок, пересыпанный желтым песком африканских пустынь. Никакой живности на гладком, как стол, островке, лишь морские птицы избрали его местом гнездовья. Но зато подводный мир радует глаз. И хотя это не роскошные коралловые джунгли атоллов Мальдивских островов, подводные пейзажи здесь тоже впечатляющие: коралло-

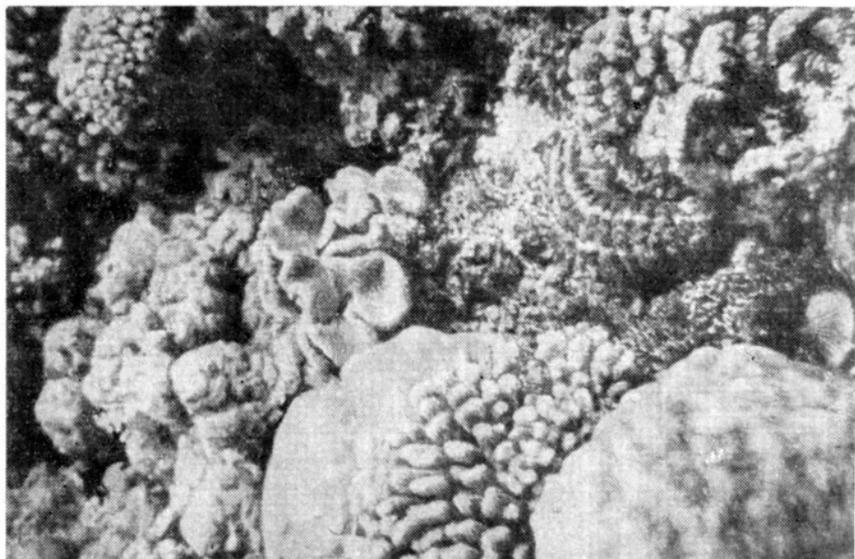
■ *Спуск батометра в Красное море*

вые заросли — оазисы на белом песчаном дне, темные скалы, торчащие из воды у Абу-Раба. Основание скал изъедено глубокими пещерами и гротами, на подступах — фиолетовые веера горгонарий. А вот акулу, которыми так славится Красное море и о которых рассказывают данкальские легенды (данкальцы — жители архипелага Дахлак), мы так и не увидели.

10 июня «Витязь» пересек 21-ю параллель. Примерно на этой широте стоит на Аравийском полуострове знаменитая Мекка. Тысячи паломников-мусульман из разных стран стремятся посетить этот священный город. Любопытно, что почти на той

же широте в Красном море лежит «Мекка подводная». Речь идет не о городе, погрузившемся на дно подобно легендарной Атлантиде. «Мекка подводная» — это впадины на дне Красного моря, заполненные водой с температурой около  $60^{\circ}\text{C}$  и соленостью порядка 300‰ («Земля и Вселенная», № 2, 1972, с. 30—35.— Ред.). В этой воде очень высокое содержание многих металлов, которые в обычной морской воде встречаются в ничтожном количестве. Неудивительно поэтому, что красноморские впадины, словно магнит, притягивают океанологов из разных стран. Здесь работала не одна экспедиция, и все же единого мнения о происхождении горячих рассолов пока нет. Сначала считали, что рассолы образовались в мелководных заливах и затем «сползли» по склону дна и заполнили впадины. Однако в красноморских заливах не нашли вод не только с аналогичными свойствами, но даже отдаленно похожих на горячие рассолы. Потом в ходу была гипотеза, что рассолы образовались в отдаленные геологические эпохи, когда Красное море, возможно, было усыхающим соленым озером. Но почему реликтовые воды содержатся только в некоторых, «избранных» впадинах, и даже не самых глубоких? Предполагали также, что рассолы — продукт растворения соленых залежей на морском дне. Но как тогда объяснить столь высокое содержание металлов в рассолах?

Поставив в самом центре впадины, названной в честь известного корабля науки «Атлантис-2», заякоренный буй, наша экспедиция провела около него детальные оптические исследо-



вания всей водной толщи. В пробе воды, отобранной 200-литровым батометром с глубины 2160 м (15 м от дна), получены различные показатели ослабления света:  $0,46\text{ м}^{-1}$  — на длине волны 300 нм,  $0,13\text{ м}^{-1}$  — на длине волны 390 нм и  $0,065\text{ м}^{-1}$  — на длине волны 550 нм. Интересно, что придонные пробы воды, поднятые наверх, при взаимодействии с кислородом воздуха довольно быстро меняли свои оптические свойства — становились менее прозрачными (по-видимому, из-за выпадения в осадок гидроокисей железа). Поэтому приходилось обрабатывать уникальные пробы «экспрессной методикой». В пробе оказалось весьма высокое содержание взвешенных частиц — 2,27 млн. в литре. Среди них практически отсутствуют частицы органического происхождения, подавляющая часть (99,7%) — железосодержащие частицы, скорее всего, гидроокись железа. И все же один из участников экспедиции обнаружил в пробе воды из впадины Атлантис-2 интенсивную флуоресценцию. Что же вызвало ее: органические вещества, не учтенные при геологическом анализе взвеси, или какие-либо другие? Ответ на эти вопросы даст тщательный анализ всех материалов, полученных в красноморской впадине.

■ *Кораллы в Красном море*

#### КУРС НА НОВОРОССИЙСК

Завершающий этап экспедиции — исследования в восточной части Средиземного моря. Воды здесь бедны планктоном, содержание минеральных частиц тоже невелико. Понятно, почему прозрачное Средиземное море с глубоким синим цветом воды называют «Лазурным морем». Синий цвет воды — это цвет океанской пустыни; здесь почти нет жизни.

В 61-м рейсе «Витязя» с успехом проводились комплексные измерения для создания оптического дистанционного метода, которым можно определять концентрацию окрасивающих морскую воду пигментов, микроскопических водорослей — фитопланктона. Получены вполне обнадеживающие результаты.

Полукругосветный рейс «Витязя» завершен. Если сложить маршруты всех его экспедиций, то получится внушительная цифра — 750 тыс. миль или 33,5 кругосветных плаваний по экватору вокруг земного шара. И каждая миля пути «Витязя» — это новые научные результаты, новые данные о Мировом океане. Сегодня ветеран «Витязя» трудится в третьем крупнейшем океане планеты — Атлантическом.



## Совещание руководителей программы «Интеркосмос»

С 9 по 15 августа 1977 года в столице Монгольской Народной Республики Улан-Баторе состоялось очередное совещание руководителей национальных координационных органов стран-участниц программы «Интеркосмос». В нем приняли участие представители НРБ, ВНР, ГДР, Республики Куба, МНР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР. Советскую делегацию возглавлял председатель Совета «Интеркосмос» при Академии наук СССР академик Б. Н. Петров.

Участники совещания с удовлетворением отметили, что 25 марта 1977 года вступило в силу межправительственное Соглашение о сотрудничестве в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях, подписанное в Москве 13 июля 1976 года представителями девяти социалистических стран-участниц программы «Интеркосмос» и представляющее собой новый этап научно-технического сотрудничества.

Соглашение будет способствовать успешному проведению новых совместных исследований и экспериментов, а также более эффективному использованию полученных результатов. Этот важный документ закрепляет на правительственном уровне договоренность участников программы «Интеркосмос» всемерно содействовать дальнейшему развитию сотрудничества в исследовании и использовании космического пространства.

Участники встречи заслушали доклады постоянных рабочих групп о совместных исследованиях и экспериментах, осуществленных в течение последних двух лет («Земля и Вселенная», № 3, 1976, с. 28—37; № 6, 1976, с. 86—92; № 6, 1977, с. 23—29.— Ред.).

В сентябре 1976 года в СССР произведен запуск пилотируемого космического корабля «Союз-22», на котором была установлена многозональная фотокамера МКФ-6, разработанная специалистами ГДР и СССР и изготовленная в ГДР («Земля и Вселенная», № 2, 1977, с. 10—15.— Ред.). Успешно продолжались запуски спутников серии «Интеркосмос».

В июне 1976 года на борту автоматической универсальной орбитальной станции испытывалась Единая телеметрическая система. Ее назначение — принимать научную информацию со спутников программы «Интеркосмос» на наземных станциях социалистических стран. Для исследования ультрафиолетового излучения Солнца в июле 1976 года был выведен на околоземную орбиту искусственный спутник Земли «Интеркосмос-16».

На геофизической ракете «Вертикаль-4» в октябре 1976 года проводились исследования атмосферы и ионосферы, изучалось взаимодействие коротковолнового излучения Солнца с атмосферой Земли.

В НРБ, ГДР и ПНР было проведено дистанционное зондирование земной поверхности с использованием самолетов-лабораторий. В мае 1976 года на метеорологическом спутнике «Метеор» испытывался разработанный в ГДР спектрометр-интерферометр, предназначенный для дистанционного зондирования атмосферы. Эти эксперименты были успешно продолжены в июне 1977 года на очередном искусственном спутнике Земли «Метеор».

Комплексные медико-биологические исследования по изучению влия-

ния факторов длительного космического полета на различные организмы осуществлялись в декабре 1975 года («Космос-782») и в августе 1977 года («Космос-936»). На спутниках были установлены биологические объекты из СССР, ЧССР и ряда других стран.

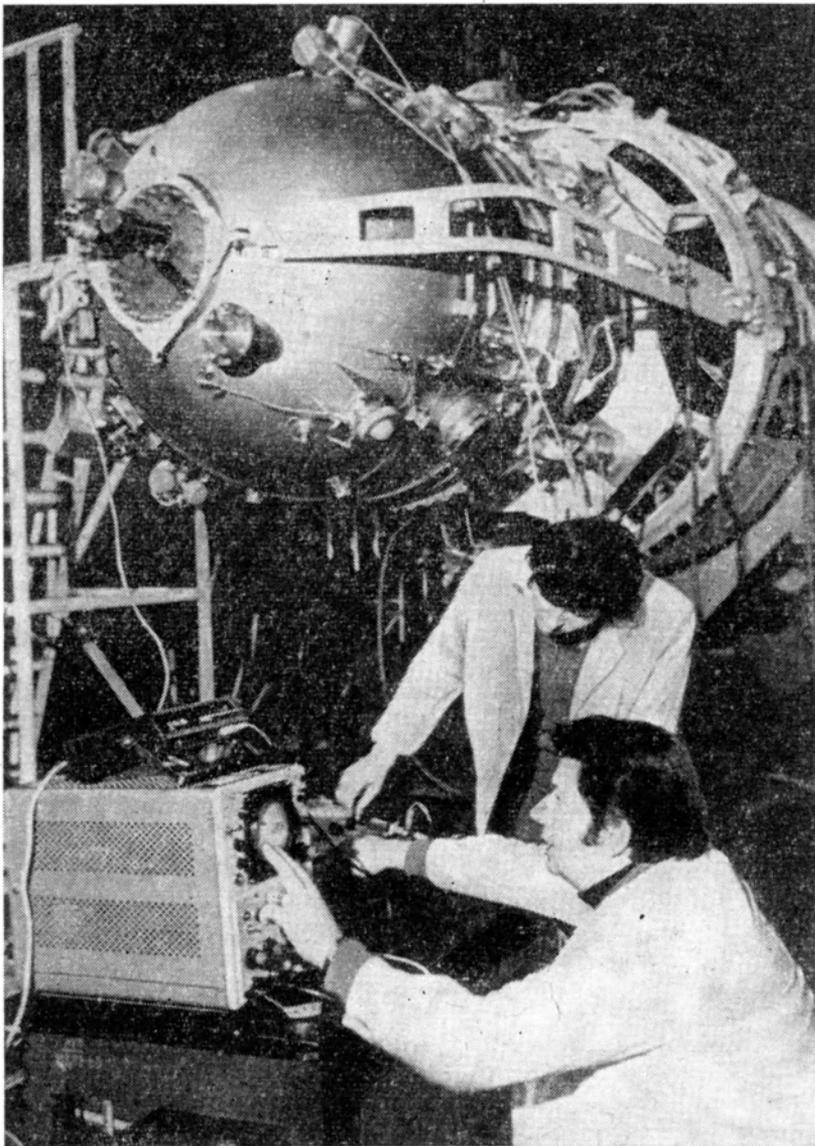
Для изучения параметров высоких слоев атмосферы регулярно запускались метеорологические ракеты. В этих запусках участвовали специалисты социалистических стран.

Продолжались обработка и анализ научной информации, полученной с космических объектов, запущенных ранее.

Участники совещания одобрили отчеты всех пяти рабочих групп: по космической физике, космической метеорологии, космической биологии и медицине, космической связи и дистанционному зондированию Земли с помощью аэрокосмических средств. Был отмечен важный научный и прикладной характер совместно выполненных работ.

В ходе совещания большое внимание уделялось новым проблемам совместных исследований. Готовящиеся на 1981—1985 годы каталоги основных направлений сотрудничества в рамках программы «Интеркосмос» будут использоваться для разработки конкретных планов и программ совместных исследований и экспериментов. Совещание одобрило порядок подготовки каталогов и поручило председателям рабочих групп (секций) завершить эту работу.

Были рассмотрены и приняты рекомендации о порядке национальной и международной регистрации кос-



мических объектов, разрабатываемых и изготавливаемых в странах-участницах сотрудничества и запускаемых по программе «Интеркосмос». Такие рекомендации очень актуальны. Дело в том, что 15 сентября 1976 года вступила в силу Конвенция о регистрации объектов, запускаемых в космическое пространство.

■  
*Научную аппаратуру, установленную на геофизической ракете «Вертикаль-6», испытывают болгарские специалисты С. Чапкынов и З. Цветков*

Эта Конвенция предусматривает обязательную национальную регистрацию космических объектов, выводимых на орбиту вокруг Земли или в космическое пространство.

Государства должны представлять Генеральному секретарю ООН информацию о запущенных космических объектах. Такая информация, включающая название государства, обозначение объекта, дату и место запуска, назначение объекта и основные параметры его орбиты, заносится в специальный реестр.

Если космический объект выведен

на орбиту двумя или несколькими странами, они совместно определяют, какая из этих стран регистрирует данный объект.

До вступления в силу Конвенции государства на добровольных началах лишь периодически сообщали в ООН сведения о своих космических объектах. Спутники серии «Интеркосмос», стартовавшие с территории СССР, ранее регистрировались только Советским Союзом. Участники совещания договорились сохранить этот порядок лишь в отношении космических объектов, разработанных и изготовленных в СССР. Объекты, созданные в других странах-участницах программы «Интеркосмос», должны регистрироваться соответствующими странами, что будет способствовать повышению их роли и авторитета в международном «космическом сообществе».

В конце 1976 года был издан сборник научных статей «По программе «Интеркосмос», подготовленный учеными и специалистами социалистических стран. Книга содержит основные научные результаты за 10 лет сотрудничества в космических исследованиях. Участники совещания признали целесообразным и в дальнейшем публиковать научные данные, полученные в ходе космических исследований.

Важный шаг в развитии программы «Интеркосмос» — участие граждан социалистических стран в совместных полетах на советских космических кораблях и орбитальных станциях. Первая группа будущих космонавтов из ЧССР, ПНР и ГДР готовится к полетам в советском Центре подготовки космонавтов име-



Доктор географических наук  
В. В. ЛОНГИНОВ

## Изучение рельефа морского дна

### ПЕРВЫЕ ГЛУБОКОВОДНЫЕ ПРОМЕРЫ

Во второй половине прошлого века счастливое сочетание коммерческой заинтересованности телеграфных компаний в прокладке межконтинентальных подводных кабелей с научным интересом зоологов и геологов привело к накоплению обильных сведений о рельефе и грунтах дна океана, о жизни на океанских глубинах, к совершенствованию методов промера глубин и получения проб донного грунта.

Однако изучение рельефа дна началось еще задолго до «эпохи подводного телеграфа». Правда, измерения глубин, которые делали мореплаватели, проводились главным образом для того, чтобы обеспечить безопасность плавания и стоянки корабля вблизи берега. Такие измерения велись лотлином длиной не более 200—250 саженей (одна морская сажень равна 1,829 м). Распространено мнение, что Магеллан впервые попытался измерить глубину в открытом океане (1521). По-види-

мому, это был обычный навигационный промер для определения возможности стать на якорь у острова Святого Павла в Тихом океане. Аналогичный промер в открытом океане сделал в 1492 году Колумб во время своего первого плавания. Обнаружив в Саргассовом море плавающие водоросли, что могло указывать на близость суши, Колумб попытался получить подтверждение этому. Но дна достигнуть не удалось — корабельный лотлинь имел длину всего 200 саженей.

Из многочисленных мореплавателей, совершавших в XVIII и даже в XIX веках сложнейшие и блестящие по результатам экспедиции, лишь единицы пытались провести глубинный промер в научных целях. Промер даже на несколько сот саженей был тогда трудоемким и продолжительным. К тому же он требовал дрейфа судна при минимальном ветре, а это означало потерю драгоценного ходового времени.

В начале XVIII века ученые заинтересовались распределением температуры воды с глубиной. В то время

бытовало мнение, что глубинные слои воды из-за их большей близости к раскаленным недрам Земли нагреты сильнее. Первые определения температуры придонных слоев воды на шельфе принадлежат, по-видимому, итальянцу Л. Ф. Марсильи (1658—1730), работавшему в начале XVIII века в Лионском заливе Средиземного моря. Ему удалось измерить температуру до 220 м и установить незначительное ее изменение с глубиной. Марсильи интересовался и рельефом морского дна. Исходя из предположения о единстве и однородном характере земной поверхности на суше и на дне океана, он во время своих поездок по Европе и Азии собирал материал для подтверждения этой гипотезы и создания схемы строения рельефа дна в бассейне Средиземного моря.

В 1703 году, сменив генеральский мундир на камзол ученого-географа, Марсильи занялся тщательным изучением дна Лионского залива. Несмотря на недостаток технических средств, он детально промерил глубины шельфа и, по-видимому, впер-

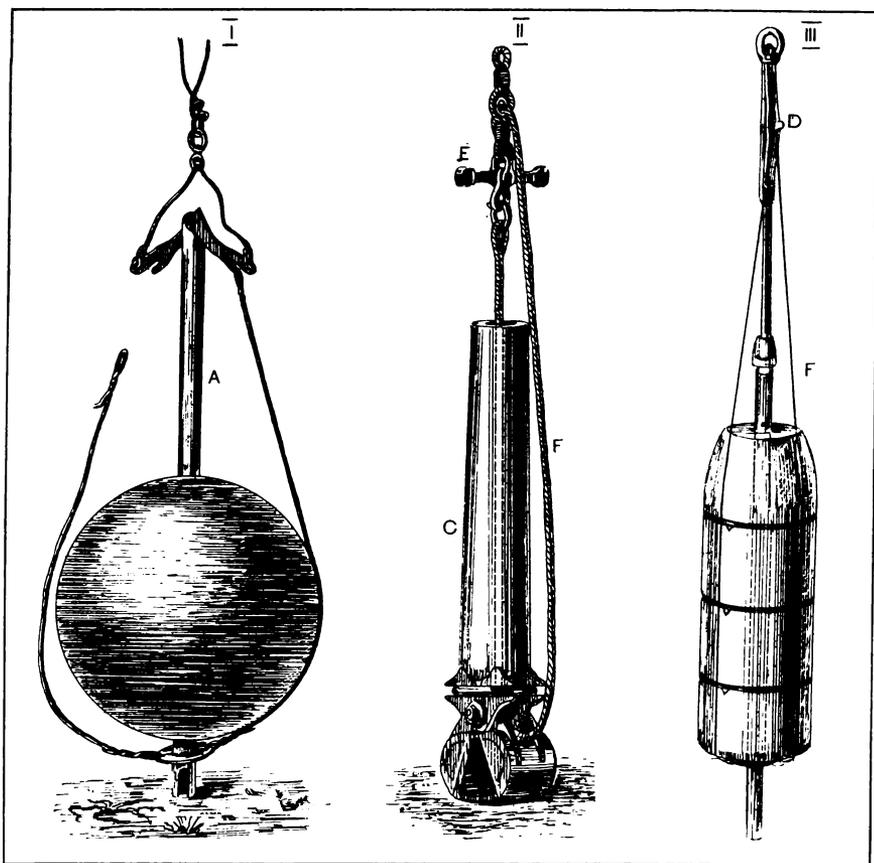
ни Ю. А. Гагарина с декабря 1976 года. Делегации, присутствовавшие на совещании, с большим интересом заслушали сообщение академика Б. Н. Петрова об успешном ходе этой подготовки. На совещании отмечалось, что и в других странах-участницах программы «Интеркосмос» ведется отбор кандидатов в космонавты и их предварительная подготовка. Делегации стран-участниц обсудили

ближайшие планы совместных работ и программы проведения космических экспериментов, а также ряд научно-организационных вопросов, представляющих общий интерес.

Работа совещания проходила в обстановке дружбы и полного взаимопонимания. Очередная встреча руководителей координационных органов состоится в 1978 году в Польской Народной Республике.

По окончании совещания советскую делегацию принял член Политбюро ЦК МНРП, Председатель Совета Министров МНР Ж. Батмунх. Во время встречи обсуждались вопросы дальнейшего развития научно-технического сотрудничества и участия МНР в программе «Интеркосмос».

Ответственный секретарь  
Совета «Интеркосмос» при АН СССР  
Е. Ф. ЧУГУНОВ



ных регистрирующих термометров — сначала термометра Кавендиша в 1757 году, а затем в 1782 году максимально-минимального термометра Сикса (последний использовался во всех экспедициях на протяжении почти целого столетия). В 1773 году во время экспедиции к Северному полюсу английский капитан К. Фиппс совместно с натуралистом экспедиции доктором Ирвином на корабле «Рейс Хорз» с помощью термометра Кавендиша измерили температуру на глубинах до 1430 м. Позднее они провели первый полноценный глубоководный промер, достигнув с помощью груза в 75 кг дна на глубине 1250 м. Лот погрузился примерно на 3 м в толщу донного грунта и доставил на борт ил красивого голубого цвета. В этом историческом промере впервые был определен момент касания дна грузом и момент отрыва лота от грунта. Первый определялся по изменению скорости сбегания лотиня, второй — по изменению натяжения лотиня. В XIX веке этот метод постоянно применялся при глубоководном промере и получил название метода Росса.

Глубоководные измерения температуры после Фиппса проводились в ряде плаваний, но лишь в 1818 году Джону Россу в Баффиновом море удалось провести серию специальных промеров на глубинах 820, 1190, 1829 и 1921 м. Изготовленным на корабле пробоотборником он поднял образец грунта с максимальной из этих глубин. Образец произвел настоящую сенсацию. Он содержал

вые нанес на карту каньоны. На своих схемах он указал бровку, за которой располагаются недоступные для его лота глубины. Хотя Марсильи и не удалось подтвердить гипотезу о единстве рельефа морского дна и суши, он впервые провел настоящие научные исследования рельефа морского дна.

В 40-х годах XVIII века английский

**Лоты-грунтоотборники середины XIX века с автоматически сбрасываемым грузом:** I — лот Брука, 1853 год. При ударе о дно петля, удерживающая ядро, освобождается и ядро остается на грунте. Проба грунта захватывается трубкой «А»; II — лот-дочерпатель «Бульдог», 1860 год. При достижении дна захват «Е» открывается и груз «С» падает на дно. Грунтоотборник при подъеме удерживается тросиком «F»; III — лот «Гидра», 1868 год. При ударе о грунт тросик «F» соскальзывает с пальца «D» и груз остается на дне

изобретатель и натуралист С. Хелс сконструировал, вероятно первый, океанологический комплексный снаряд — лот-батометр. Он был снабжен термометром и гидростатическим измерителем глубины. К концу XVIII века батометр аппарата Хелса имел также специальный груз, отделявшийся при падении аппарата на дно, поплавков для автоматического всплытия прибора и специальные лапы для удержания грунта. С помощью батометра Хелса в 1749 году у Канарских островов капитан, гидрограф и колониальный чиновник Г. Эллис поднял пробы воды с глубин до 1631 м.

#### НАЧАЛО МАССОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

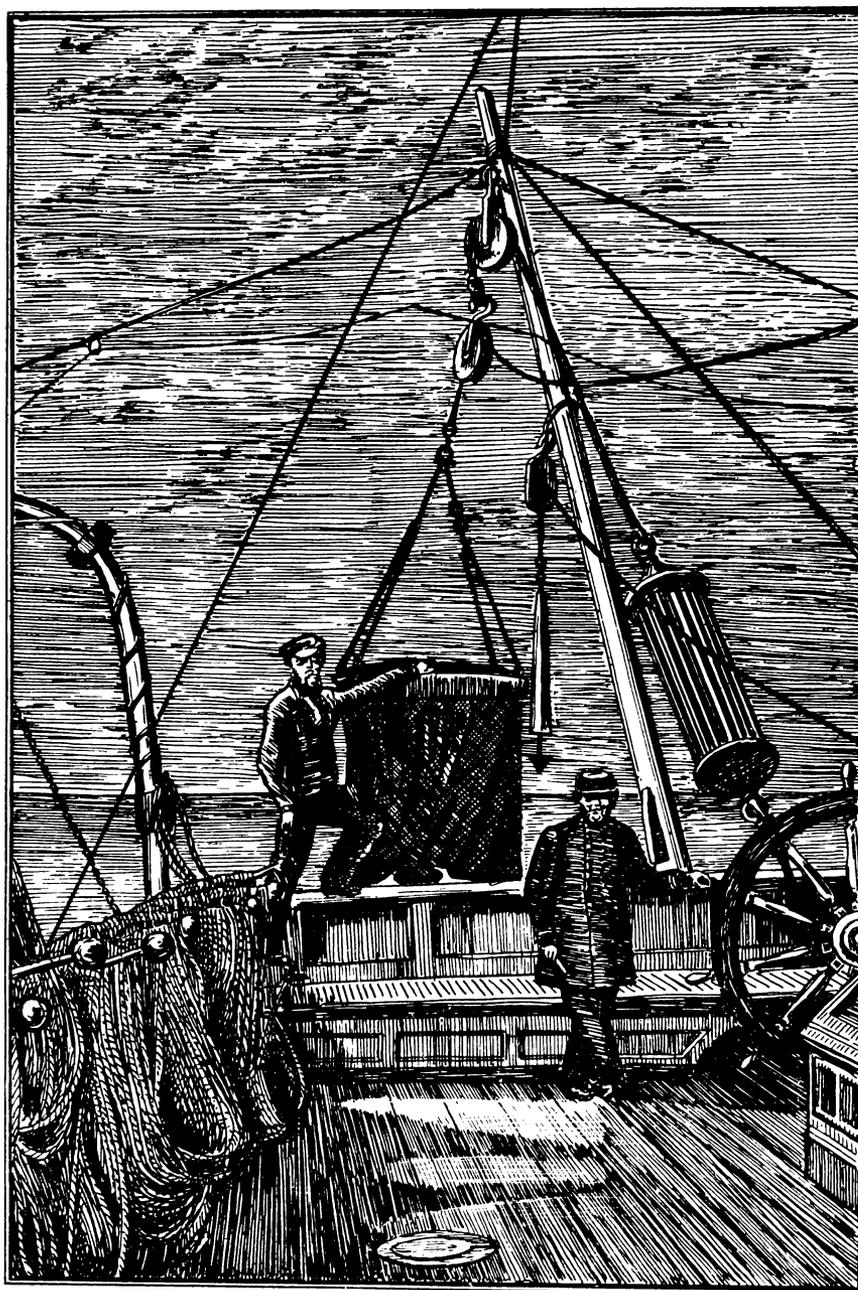
Новый этап в изучении глубин океана начался во второй половине XVIII века с создания глубоковод-

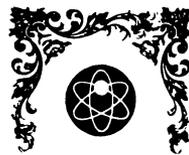
не только ил, но и живые организмы — червей и морскую звезду. Образец Росса вызвал взрыв интереса к глубоководным исследованиям, но все же до середины XIX века промеры на глубинах более 1000 м были весьма редкими.

Наиболее яркими достижениями после 1818 года можно считать пробы грунта, содержащие ил и тонкий песок, которые получил с глубины 2800 м капитан А. Пти-Туар в 1837 году южнее Алеутских островов во время кругосветного плавания на корабле «Венус». Сюда можно отнести и серию классических промеров, проведенных Джемсом Россом (племянником Джона Росса) в 1840 году в Антарктической экспедиции на «Эребусе» и «Терроре». В этой экспедиции был тщательно отработан метод определения момента достижения лотом дна и измерены глубины 4438 и 4870 м.

Еще до начала массовых промерных работ, предпринятых в Атлантике в середине XIX века по инициативе начальника Обсерватории флота США, лейтенанта М. Ф. Мори, измерения глубин были сопряжены с большими трудностями. Требовались тяжелые грузы, достигавшие иногда 250 кг, громадные затраты времени и труда. Мори предложил новый и более простой метод измерения глубин. Промер проводился ядром всего в 15—30 кг, укрепленным на тонком лине. Линь обреза-

Лот-прунтоотборник и драга для сбора донной фауны на корме корабля «Поркюпайн», 1869 год. Справа от лота — резиновый амортизатор для смягчения рывков при буксировке и подъеме драги



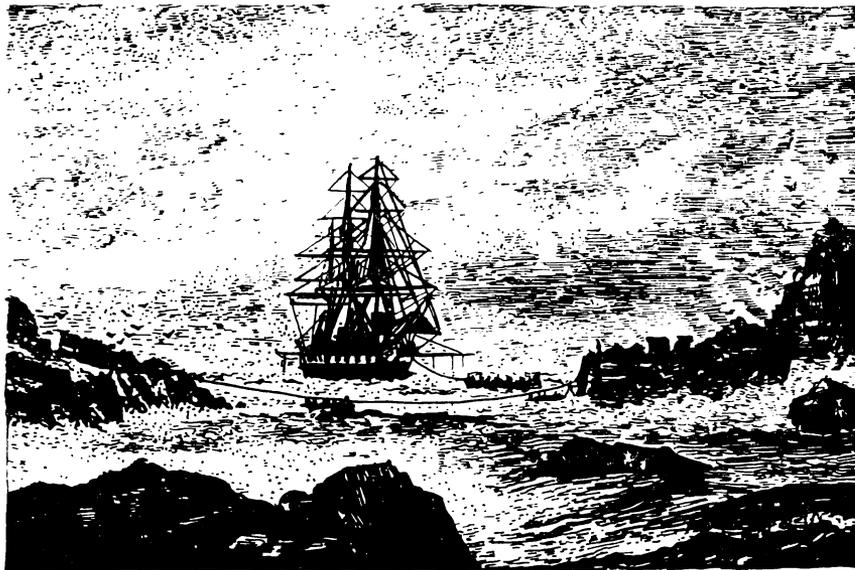


ИЗ ИСТОРИИ  
НАУКИ

ся, когда груз достигал дна или когда ядро отрывалось от грунта при подъеме. Такой способ исключал затрату времени на подъем груза и линя, промер велся уже не со шлюпок, как раньше, а с палубы корабля. Внедрение в практику судоходства паровых машин позволяло удерживать судно над данным пунктом во время опускания груза. Правда, метод Мори не отличался большой надежностью результатов и с его помощью нельзя было получать пробы грунта. Ненадежность объясняется малым весом ядра и легкостью линя. Даже при самых слабых глубинных течениях, изгибавших лить и затруднявших определение момента достижения ядром дна, вело к чрезвычайному завышению глубин. Однако метод давал массовый материал, что позволило Мори совместно с Флаем в 1853 году построить первую карту глубин Северной Атлантики. Год ее выпуска, вероятно, можно считать годом рождения картографии дна открытого океана.

В 1853 году помощник Мори, Брук предложил новую конструкцию лота. Прибор обеспечивал надежность и быстроту промера, к тому же он давал возможность получать пробы грунта. Основной груз сбрасывался автоматически при достижении дна, и таким образом исключалась или резко снижалась вероятность обрыва линя при подъеме лота даже с большим грузом\*. При глубинном

\* По данным М. Ф. Мори, сбрасываемый автоматически груз впервые использовался в грунтоотборнике, изготовленном Петром I для работ в Каспийском море.



промере с помощью лота Брука уменьшалась также и вероятность завышения глубин.

#### ЭПОХА НАУЧНЫХ ЭКСПЕДИЦИЙ

Качественно новой ступенью в изучении глубин океана можно считать эпоху специальных научных экспедиций, которые организовывались главным образом для изучения жизни в водах океана и на океанском дне. К судам, измерявшим глубины вдоль океанских трасс, проектируемых для прокладки подводных кабелей, присоединились в конце 60-х годов XIX века специальные исследовательские корабли. Среди них наиболее известны «Лайтнинг» (1868), «Поркюпайн» (1869—1870) и знаме-

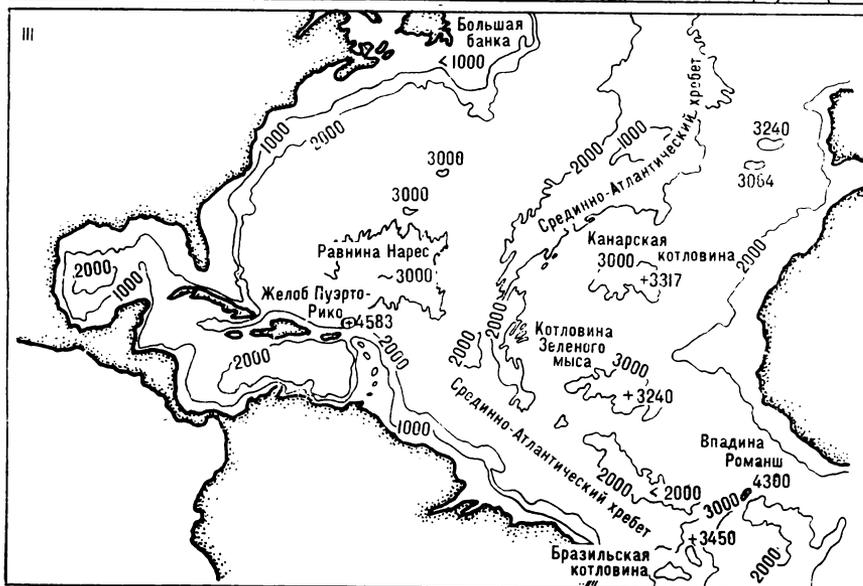
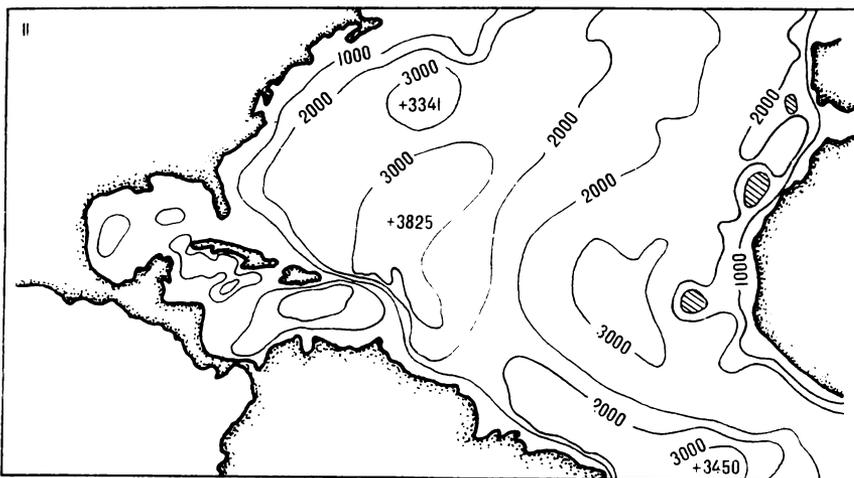
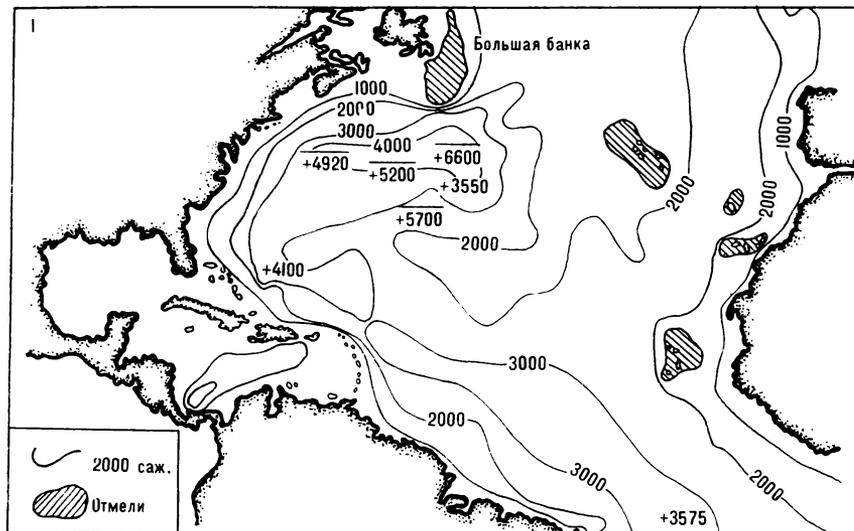
нитый «Челленджер» (1872—1876). Первые два детально изучили атлантический шельф Европы, провели многочисленные промеры с отбором образцов грунта на глубинах до 3500 м, а в 1869 году экспедиция судна «Поркюпайн» получила рекордный для того времени результат — образец грунта с глубины 4450 м. Плавание «Челленджера» дало картографам 505 надежных значений глубин, а геологам — почти столько же проб донного грунта. Лот и грунтоотборник с конца 60-х годов поднимался на борт паровой лебедкой, что сильно сокращало время промера.

■  
*«Челленджер» на стоянке у скал Святого Павла 28 августа 1873 года*

В 70-х годах начали применять лебедки системы Дж. Томсона. Они снабжались динамометром для определения момента, когда груз достигает дна, и тормозом, который обеспечивал постоянную скорость сбегания стальной проволоки (впоследствии стальная проволока постепенно вытеснила пеньковый лотлинь). В момент достижения лотом дна в лебедках этого типа сбегание проволоки автоматически прекращается. С помощью лебедки Томсона в 1873—1876 годах американский корвет «Тускарора», изучая возможные трассы для прокладки кабелей между Америкой и Японией, провел целый комплекс промерных работ в Тихом океане. Во время этих работ в Курило-Камчатском желобе была впервые измерена максимальная для того времени глубина Мирового океана — 8510 м.

На «Тускароре» была полностью отработана методика проволочного промера с помощью лебедки Томсона. Эта методика применяется до

Рельеф дна северной части Атлантического океана: I — по карте Мори из книги «Физическая география моря» (Лондон, 1855); II — выкопировка из карты рельефа дна океанов и морей М. Рыкачева (1881); III — выкопировка из карты «Атлантический океан» Национального географического общества США (1968). На карте Мори цифрами с чертой сверху обозначены глубины, на которых дно не было достигнуто лотом при вытравливании указанного числа саженей лотлиня. Глубины даны в морских саженях (одна морская сажень равна 1,829 м)



сих пор. Лебедкой Томсона был снабжен и «Челленджер», однако она сломалась в самом начале экспедиции и в течение всего плавания применялся пеньковый линь.

Динамометр, который дает возможность определять момент достижения дна, использовался еще в лебедке Ленца — Паррота. В кругосветной экспедиции русского мореплавателя О. Е. Коцебу на шлюпе «Предприятие» в 1823—1826 годах с помощью этой лебедки погружался батометр Паррота и глубоководный термометр Сикса. Однако, Э. Ленц, ученик Паррота, участвовавший в экспедиции, ограничился в этом плавании отбором проб воды и ни разу не пытался достичь дна. Динамометр предназначался исключительно для предупреждения об опасности, которая угрожает приборам при падении на дно.

#### СТАНОВЛЕНИЕ ГЕОМОРФОЛОГИИ ДНА ОКЕАНА

Накопление обширных сведений о глубинах и грунтах дна океана привело в конце XIX века к выяснению некоторых общих закономерностей их распределения. Так возникли геоморфология дна океана и геология моря. Прогресс представлений о характере рельефа океанского дна за период с 1850 по 1880 год можно показать, сопоставляя ход изобат (линий одинаковой глубины) для Северной Атлантики на картах Мори (1855) и М. Рыкачева (1881) с современной картой Атлантического океана, изданной в 1968 году Американским географическим обществом.

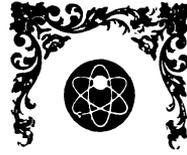
На карте Мори южнее Большой банки видна область, оконтуренная изобатой 4000 саженей. Глубины внутри этой области к 1855 году еще не были измерены. На современной карте в этом районе мы не находим глубин, существенно превышающих 3000 саженей. Максимальные достоверно измеренные глубины на карте Мори располагаются вблизи Антильских островов, севернее впадины Пуэрто-Рико (4100 саженей), чуть южнее восточной оконечности области недостигнутых глубин (3550 саженей) и в центральной части океана, южнее экватора (3575 саженей). В районе первых двух глубин в настоящее время нет значений, намного превосходящих 3000 саженей, а третья соответствует северо-восточному району Бразильской котловины, где на современной карте глубина достигает 3450 саженей. В целом картина изобат на карте Мори довольно далека от современных представлений о распределении глубин в Северной Атлантике. На его карте нет даже намека на существование Срединно-Атлантического хребта.

На карте Рыкачева область недоступных глубин южнее Большой банки заменена котловиной с максимальной глубиной 3341 саженей. Однако и эта котловина, и глубины, существенно превышающие 3000 саженей, на современной карте в этом районе отсутствуют. В восточной части на карте Рыкачева располагается котловина с глубинами более 3000 саженей, которая соответствует котловинам Зеленого мыса и Канарской на современной карте (глубины до 3300 саженей). В юго-восточной час-

ти Рыкачев указал область глубин более 3000 саженей с максимальной глубиной 3450 саженей. Эта область совпадает с восточным районом Бразильской котловины на карте 1968 года с той же максимальной отметкой. На продолжении Бразильской котловины к северо-западу, у экватора располагается одна из наибольших глубин Атлантики — впадина Романш (4300 саженей), обнаруженная только в 1883 году. На карте Рыкачева четко прослеживается вытянутая в центральной части океана область глубин менее 2000 саженей. Она почти совпадает с направлением Срединно-Атлантического хребта на современных картах. В целом расположение основных массивов глубин на карте Рыкачева довольно близко к современному, тогда как на карте Мори такое соответствие можно обнаружить лишь в северной ее части.

Глубины Тихого океана в 1881 году были установлены почти исключительно «телеграфными» промерами «Тускароры», рейсом «Челленджера» и работами кругосветной немецкой экспедиции на корвете «Газелла» (1873—1879). Эти промеры позволили Рыкачеву на его карте оконтурить изобатой 4000 саженей западную часть Алеутского желоба с максимальной глубиной 4037 саженей (7384 м) и район Курило-Камчатской и Японской впадин с максимальной глубиной 4655 саженей (8510 м). Оба значения глубины примерно соответствуют современным отметкам (7822 и 8534 м).

Рельеф дна Индийского океана на карте Рыкачева расчленен еще очень слабо. Здесь автор использовал



ИЗ ИСТОРИИ  
НАУКИ

ИЗМЕРЕНИЯ ГЛУБИН, ПРОВЕДЕННЫЕ с 1773 по 1874 год

Судно и капитан	Год	Район	Координаты	Измеренная глубина, м (саженей)	Примечание
«Рэйс Хорз» К. Фиппе	1773	Норвежское море	65°04' с. ш. 2°21' в. д.	1250 (683)	Вполне вероятно
«Изабелла» Джон Росс	1818	Море Баффина	73°37' с. ш. 75°25' з. д. 72°23' с. ш. 73°08' з. д.	1829 (1000) 1921 (1050)	Завышена Завышена
«Венус» А. Пти-Туар	1837	Тихий океан, район Алеутских островов	49°12' с. ш. 172°53' в. д.	2800 (1530)	Маловероятна
«Эребус» Джеймс Росс	1840	Южная Атлантика	27°26' ю. ш. 17°29' з. д. 33°21' ю. ш. 9°00' в. д.	4438 (2425) 4870 (2661)	Достоверна Достоверна
«Дольфин» О. Г. Берримен	1853	Северная Атлантика	41°07' с. ш. 49°23' з. д.	8381 (4580)	Невероятна
«Поркюпайн» Гальвер	1869	Северная Атлантика	47°38' с. ш. 12°08' з. д.	4456 (2435)	Достоверна
«Тускарора» Мелькиан	1874	Тихий океан, Курило- Камчатский желоб	44°55' с. ш. 152°26' в. д.	8520 (4655)	Достоверна

только карты Английского адмиралтейства, освещающие главным образом мелководные районы океана. И все же ему удалось выделить северную часть Центрального хребта и Маскаренский хребет.

Несмотря на то, что карта Рыкачева была неполной и недостаточно подробной, на ней видны некоторые общие черты рельефа океанского дна. Так, наибольшие глубины приурочены не к центральным районам океанов, а к окаймляющим их островным дугам, на карте намечается переход к океаническому ложу на глубине около 2000 саженей и крутой

склон на глубинах от берега до 1000 саженей. Изобата 1000 саженей оконтуривает, по мнению Рыкачева, общее для всех материков основание, глубины от 1000 до 2000 саженей указывают на «спуск» к океаническому ложу.

Хотя измерения на «Тускароре», сделанные вдоль Тихоокеанского побережья Северной Америки, установили существование материковой отмели (шельфа), Рыкачев включил ее в «мелководье» с глубинами менее 1000 саженей, не выделив более мелководной шельфовой поверхности.

Начавшийся в конце прошлого века период становления геоморфологии дна океана продолжается и поныне. Однако несмотря на громадные успехи геологии и геофизики океана, науку о характере, происхождении и развитии рельефа его дна пока нельзя назвать полноценной геоморфологией. Для ее создания еще не хватает надежных сведений о тектонике и структурах океанского дна и о процессах образования различных форм рельефа в океане.



ФАНТАСТИКА

В. Н. КОМАРОВ

## Тупик

Меан сидел в своем кабинете и анализировал текущую астрономическую сводку, когда в помещение ворвался Креот. Меан медленно оторвал глаза от бумаг.

— Внеочередное сообщение! — взволнованно произнес Креот, с трудом переводя дыхание.

Меан нехотя протянул руку и, взяв у Креота бланк с сообщением, положил его перед собой. Пока он неторопливо пробежал глазами несколько строчек, напечатанных крупным шрифтом, лицо его ничего не выражало. Затем на нем отразилось крайнее возмущение:

— Опять?!

Креот беспомощно развел руками.

— Я ведь приказал не передавать мне подобных сообщений, — продолжал Меан недовольным тоном.

— Но я думал...

— Меня не интересует, что думали вы...

— Но если сопоставить это, — Креот кивнул на бланк, лежащий перед Меаном, — с многочисленными сообщениями о неопознанных летающих объектах...

Меан с интересом посмотрел на Креота:

— Вы всерьез верите в эту чепуху?

— Но ведь столько очевидцев... Не сумасшедшие же они все в конце концов?

— Скажите, Креот, — Меан ядовито усмехнулся, — а в существование ведьм вы тоже верите?

— Ведьм? — переспросил Креот. — Причем тут ведьмы?

— Между прочим, людей, которые видели ведьм, гораздо больше,

чем видевших ваши таинственные летающие объекты.

— Но, — робко возразил Креот, — сегодняшнее сообщение... Это ведь данные планетных радиолокаторов.

— Ха! — язвительно воскликнул Меан. — Разве вам не известно, дорогой Креот, что существуют тысячи и одна причина, по которым локаторы могут давать неверные показания?

— А я ничего такого и не утверждаю. Просто, на мой взгляд, это сообщение заслуживает специальной проверки... Хотя бы для того, — добавил он, отводя глаза в сторону, — чтобы обнаружить тысяча вторую причину радиолокационных ошибок.

Меан добродушно улыбнулся с видом неоспоримого превосходства.

— Хорошо, — он взял со стола бланк с сообщением и медленно прочитал вслух: «Сегодня с нуля часов пятидесяти шести минут по планетному времени зарегистрирован пролет неизвестного космического тела. Тело двигалось с северо-запада на юго-восток со скоростью примерно шесть-семь километров в секунду по параболической траектории. Минимальное расстояние от поверхности планеты около тысячи километров».

Креот молчал.

— Так вот... — Меан швырнул бланк на стол. — В этом сообщении нет ничего такого, что могло бы послужить основанием для научной проверки. Вы со мной согласны?

— Видите ли, — осторожно начал Креот, — Лаэр произвел некоторые предварительные расчеты... У него получилось... Одним словом, не исключено, что неизвестное тело запущено с третьей планеты.

— Вот как? — удивился Меан. — Значит и Лаэр тоже...

— Утверждать не берусь, — торопливо произнес Креот, видимо не желая подводить отсутствующего Лаэра. — По его расчетам такая возможность в принципе не исключена — вот и все. Как говорится, без оценки достоверности.

— А другие возможности есть?

Креот пожал плечами.

— Астероид.

Меан задумался. Вероятно, решал, стоит ли что-нибудь предпринять на всякий случай. В этот момент в комнату вошел Лаэр.

— Дополнительное сообщение, — бесстрастно объявил он. — Более точный анализ показал, что на одном из участков пути неизвестный объект изменил направление движения.

— Что, что? — встрепенулся Меан. — Что такое?

— Я хочу сказать, что неизвестный объект совершил маневр, — в так же невозмутимо пояснил Лаэр.

Меан медленно приподнялся и, словно глыба, навис над своим огромным столом:

— Этому можно доверять?

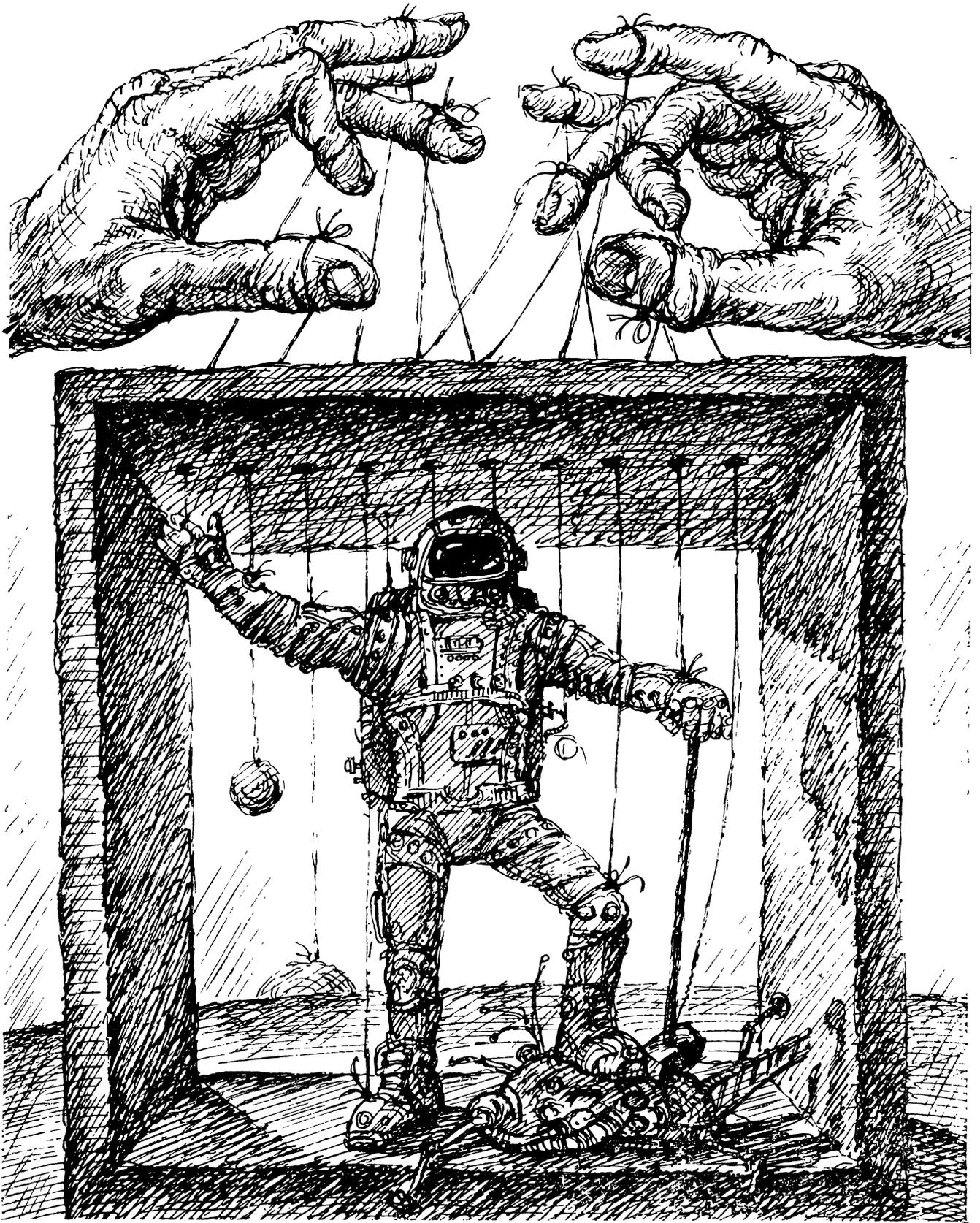
Лаэр пожал плечами:

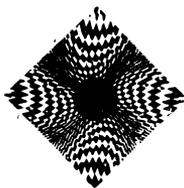
— С той же степенью вероятности, как и любым другим подобным данным.

— Я спрашиваю, — резко повторил Меан, — достаточно ли достоверно ваше сообщение? Если да, то необходимо принимать соответствующие меры!

— На ваш вопрос я могу ответить только как математик. Если хотите, точно подсчитаю вероятность...

— К черту вероятность, — загремел Меан. — Необходимо действовать, и





## ФАНТАСТИКА

немедленно! Креот, вызовите ко мне всех руководителей секций сию же минуту!

Когда приглашенные собрались, Меан, не тратя ни секунды на предисловия, ознакомил присутствующих с содержанием обоих сообщений и, выдержав многозначительную паузу, продолжил тоном, не допускающим возражений:

— Примем в качестве рабочей гипотезы, что объект, о котором идет речь, действительно послан обитателями третьей планеты. Если он занимается фотографированием, то с такого расстояния вряд ли что-нибудь смог обнаружить: наши города находятся под землей, а наружные сооружения немногочисленны и невелики по размерам. Но следует ожидать, что в дальнейшем их аппараты будут подходить ближе и даже попытаются произвести посадку... Мы не должны дать себя обнаружить. Кто знает, зачем это им нужно? Может быть, они захотят нас поработить или уничтожить.

В кабинете воцарилась тишина. Меан оглядел присутствующих.

— Одним словом,— объявил он,— необходимо срочно принять меры. Первое — немедленно закамуфлировать все наземные сооружения под мелкие кратеры... Второе. Нашему искусственному спутнику тоже надо придать естественный вид — неправильную форму, а поверхность покрыть макетами мелких кратеров... Да, да, это наиболее целесообразное решение... Вопросы есть?

— Как быть с зонами растительности? Ведь с близкого расстояния они будут легко обнаружены.

— Срочно засыпать мелкодис-

персным материалом,— ни на секунду не задумываясь, ответил Меан.— И достаточно толстым слоем.

— Есть предложение! — объявил Лаэр.

— Слушаю...

— В случае приближения очередного разведывательного аппарата устроить искусственную пылевую бурю. В качестве завесы, в планетарном масштабе.

— Принимается, — поразмыслив, согласился Меан.— Что еще?

— А как быть, если объект совершит посадку? — поинтересовался кто-то.

— Немедленно уничтожить! Все свободно... А вы чему улыбаетесь, Креот?

Креот подождал пока все выйдут из кабинета:

— Я годумал о том, как быстро может меняться ситуация.

— Напрасно иронизируете Креот,— мрачно сказал Меан.— Напрасно... Я отлично понимаю, на что вы намекаете. На ваши неопознанные летающие объекты, не так ли?

— Хотя бы.

Меан вскинул голову:

— Вот тут-то вы как раз и ошибаетесь,— произнес он с каким-то оттенком торжественности.— Глубоко ошибаетесь. В том-то и дело, что реальность к неопознанным объектам никакого отношения не имеет. Абсолютно никакого!

— Но...— попробовал возразить Креот.

— Будьте же в конце концов объективны! — закричал Меан.— Хотя раз в жизни. Разве вы не видите, что неопознанные объекты — это миф! А реальность, хотя она и куда пора-

зительнее,— это реальность. И ничего общего с мифами не имеет.

Креот молчал, опустив голову.

— Вот так-то, мой друг,— продолжал Меан, успокаиваясь и переходя на нравоучительный тон.— В науке всегда так. Материал для своего развития она черпает только из фактов. Мифы же мифами и остаются...

— М-да,— пробормотал Креот.— Действительность, пожалуй, в самом деле удивительнее...

— То-то,— удовлетворенно сказал Меан.— И да помогут нам разум и сообразительность. А теперь займитесь своим делом. И, пожалуйста, забудьте раз и навсегда об этих идиллических неопознанных объектах.

\* \* \*

Все мероприятия по дезинформации обитателей третьей планеты были осуществлены быстро и организованно. Источка очередной космический разведчик приблизился к планете, стоявшие наготове специальные установки генерировали столь мощную пылевую бурю, что гигантские тучи песка и пыли, поднятые в атмосферу, совершенно закрыли поверхность планеты.

Меан довольно потирал руки...

Бурю поддерживали до тех пор, пока радиолокаторы сообщали, что на космическом разведчике продолжает работать бортовая аппаратура.

Следующий аппарат-разведчик аккуратно опустился на поверхность планеты, совершив мягкую посадку. Однако специальная команда была наготове. Аппарат едва успел выдвинуть антенну, как тут же был уничтожен.

Когда и эта операция была успеш-

но завершена, Меан вновь собрал своих помощников.

— Что будем делать дальше?— спросил он.— Какие есть прогнозы?

— Судя по всему, они на этом не остановятся,— высказался Креот.

— И, заметьте,— добавил Лаэр,— их разведывательные операции с каждым разом все усложняются.

— Что вы хотите этим сказать?— осведомился Меан.

— Что они там тоже не дураки.

— Непонятно...

— Что же тут непонятного? Вы посылаете аппарат к другой планете, но как только он к ней подлетает, там тотчас же начинается необычайно мощная пылевая буря. Вы посылаете следующий аппарат, сажаете его на поверхность, но он, едва передав пару сигналов, умолкает... Двойное совпадение! Ну допустим, его еще кое-как можно списать на простую случайность...

— Сложно говорить,— нетерпеливо заметил Меан,— яснее, яснее.

— Но вы на этом, естественно, не останавливаетесь,— невозмутимо продолжал Лаэр.— Тем более, что само совпадение, о котором идет речь, побуждает вас к дальнейшим исследованиям. Перед вами закономерно и неизбежно встает вопрос: или-или? Или случайное стечение обстоятельств, или сознательные действия разумных существ, обитающих на интересующей вас планете?

— Никогда еще я не умел так быстро,— ехидно заметил Меан.— Не вижу, однако, какое отношение...

Но Лаэра не так-то просто было сбить с толку.

— Самое непосредственное,— откликнулся он без тени обиды.— Итак,

вы продолжаете свои исследования и посылаете новый аппарат-разведчик. Предположим, что и он, подобно своему предшественнику, прекращает работу сразу после посадки. Снова совпадение? Но с каждым разом вероятность повторения и случайного стечения обстоятельств, как вы сами понимаете, резко уменьшается...— Лаэр медленно обвел взглядом присутствующих.— Вот именно на это я и хотел обратить ваше просвещенное внимание.

Все обеспокоенно переглянулись.

— Да...— Меан задумчиво поскреб затылок.— Иными словами, если мы вновь уничтожим аппарат, совершивший посадку, то тем самым выдадим себя. Нечего сказать, хорошенькое дело.

— Так может быть, на этот раз не будем уничтожать?— робко предложил кто-то.

— То есть как?!— взвился Меан.— Тогда мы выдадим себя еще быстрее.

— Почему же?— продолжал тот же голос.— Это совсем не обязательно. Аппарат произведет съемку окружающей местности, но при этом ничего подозрительного не обнаружит: ведь мы же все замаскировали.

— Это так, если бы речь шла о первой посадке,— возразил Лаэр.— Но неожиданная пылевая буря, возникшая как раз при подлете космического разведчика к нашей планете, заставила его создателей сконструировать более совершенный аппарат, осуществивший посадку. Однако аппарат подозрительно быстро вышел из строя. Предполагаю, что это обстоятельство должно послужить для его конструкторов новым стимулом

к дальнейшему совершенствованию...

— Выходит, что мы сами во всем виноваты?!— воскликнул Меан.

— Да, это именно так,— хладнокровно подтвердил Лаэр.

— Зачем же, черт побери,— взорвался Меан,— вы посоветовали нам такую тактику?

— Я?— удивился Лаэр.— Я никогда не советовал ничего подобного, можете просмотреть протоколы. Вы сами отдали все распоряжения.

— Ну хорошо, хорошо, сейчас не время искать виновного.— Меан попытался замять неприятный разговор.— Дело сделано. Надо искать выход из создавшегося положения.

— Но если бы тогда вы спросили меня,— самокритично сообщил Лаэр,— я бы посоветовал то же самое. В тот момент подобную тактику я тоже считал оптимальной.

Меан отпустил всех, кроме Лаэра.

— Придумайте же что-нибудь...

Лаэр беспомощно развел руками.

— Придумайте,— повторил Меан.— Вы же гений...

На Лаэра это подействовало.

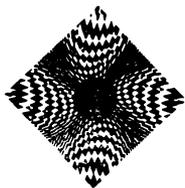
— Ну что ж, попробуем поразмыслить. У обитателей другой планеты может быть свое видение мира, своя психология. Попытаемся поставить себя на их место. Мы можем сильно ошибиться, но другого выхода нет.

— Валяйте!— безнадежно махнул рукой Меан.

— Так вот, что бы я предпринял в данной ситуации, находясь на их месте?— начал Лаэр, постепенно вдохновляясь.— Я, пожалуй, рассуждал бы так: если жизнь на интересующей меня планете действительно существует, она должна проявлять себя не только макроскопически, но и, так сказать, микроскопически...

Он замолк, но Меан ничем не выдал своего нетерпения.

— Если макроскопический уровень от меня хотя бы скрыть,— рассуждал Лаэр,— я должен спуститься на уровень микроскопический... Одним словом, можно ожидать, что очередной разведчик из космоса наряду с фотографированием и тому подобными акциями будет осуществлять также исследования с целью обнаружения жизни на микроскопическом уровне.



## ФАНТАСТИКА

— Искать микробы и бактерии?— ужаснулся Меан.— Час от часу не легче. В атмосфере?

— В грунте... вероятность обнаружения больше.

— Как же нам быть? Нужна идея...

— Идея — штука капризная и не имеет обыкновения являться по первому зову.

— Так вызовите ее несколько раз,— попытался пошутить Меан.— Призовите, в конце концов, еще раз на помощь вашу логику.

Лаэр покачал головой:

— Тут нужно озарение, парадокс...

— Уж, поднатужьтесь,— подбодрил Меан.— Ради столь исключительных обстоятельств.

Лаэр в упор уставился на Меана.

— А что бы вы стали делать, если бы мы так ничего и не придумали?— спросил он сухо.

Меан поджал губы:

— Если нет оригинальных идей, приходится быть последовательными — космическую станцию, совершившую посадку, нужно вновь уничтожить.

— Последовательными? Значит, если сядет еще одна станция,— и ее? И продолжать в том же духе?

Меан раздраженно передернул плечами:

— Не вижу иного решения.

— Оно должно быть,— задумчиво сказал Лаэр.— Давайте исследуем противоположный вариант.

— То есть?

— Не предпринимать ничего. Пусть работает.

— Обнаружит микроорганизмы в грунте — и делу конец.

— Значит, не годится... Что же остается? Пожалуй одно — подsunуть

станции отрицательные данные.

— Что, что?

— Мы с вами пришли к выводу, что станция будет брать пробы грунта. Вот я и предлагаю соответствующим образом подготовить эти пробы заранее. И в нужный момент вложить их в грунтозаборное устройство.

— Легко сказать! А как выполнить?

— А вот это уже не моя забота,— произнес Лаэр.— Мое дело — подать идею. А как ее осуществить... У вас есть целый полк специалистов. Я думаю, операция в принципе выполнима. Можно предполагать, что станция не сразу возьмет грунт на анализ, какое-то время уйдет на подготовку к работе систем, ориентирование, передачу панорам и другие предварительные операции. Вот этим-то временем и надо воспользоваться.

Меан задумчиво постучал пальцами по столу.

— Ну что ж, идея мне нравится... Кажется, это единственный реальный выход.

\*  
\* \*

Две недели прошли в суете. Меан сутками не выходил из своего кабинета, решая мелкие и крупные вопросы, отдавая распоряжения, торопя, ругая, обсуждая то и дело возникающие неожиданные проблемы. Когда работы были закончены, Меан впервые за последние дни стал просматривать почту.

Но не успел прочесть и нескольких строчек, как дверь отворилась и в кабинет без стука вошел Лаэр.

Вид у теоретика был мрачный, и Меан сразу заподозрил неладное. Он молча уставился на Лаэра. Но тот не торопился начинать разговор.

Ни слова не говоря, присел к столу и по своему обыкновению устремил взгляд в бесконечность.

Меан, не выносивший, когда собеседник смотрел сквозь него, не выдержал:

— Ну что у вас еще?

Лаэр вздохнул.

— Кажется, мы с вами немного просчитались... Мне пришла в голову одна мысль.

И, разумеется, гениальная,— съязвил Меан.

— Пожалуй, вы правы,— невозмутимо отозвался Лаэр.

— Выкладывайте!

— Итак, если мы осуществим то, что задумали,— заговорил Лаэр,— то они получат абсолютно отрицательный результат. Ведь так?

— Именно на это я и рассчитываю,— подтвердил Меан.— И если не ошибаюсь, именно к этому сводилась ваша идея?

— Да, да, сводилась... Но как раз в этом-то и состоял мой просчет...

— Просчет?— завопил Меан.

— Что поделаешь,— невозмутимо откликнулся Лаэр.— Всего сразу не учтешь.

— Не тяните из меня жилы,— угрожающе прошипел Меан.

— Так ведь я и пытаюсь вам объяснить. Итак, обитатели третьей планеты, направив к нам вторую и третью станции, получили довольно странные результаты — пылевую бурю и слишком быстрое прекращение работы аппаратуры после посадки...

— Все это я уже слышал,— перебил Меан.

— Наберитесь терпения,— возмутился Лаэр,— и не сбивайте меня с мысли... Результаты, о которых я упо-

мянул, давали основания существовать, пославшим космические аппараты, предполагать, что их разведчики столкнулись с проявлениями разумной жизни. К тому же мы не знаем, какие данные передал им самый первый разведывательный аппарат. Представьте себе, что он отправил своим хозяевам изображение нашей планеты, а может быть, и искусственного спутника... После этого мы стали проводить маскировочные мероприятия... Теперь мы собираемся вновь подsunуть абсолютно отрицательный ответ на вопрос о существовании жизни на нашей планете. А что такое абсолютно отрицательный результат? На что он настраивает?

— Что касается меня,— мрачно скаламбурил Меан,— то отрицательный результат меня не настраивает, а расстраивает.

— Это потому, что вы не ученый, а администратор. Между тем абсолютно отрицательный результат всегда вызывает подозрения и побуждает исследователя к новым многократным проверкам.

— Так, так.

— Вот я и подумал,— продолжал Лаэр,— чем такая полная и подозрительная определенность, которую мы хотели им предложить, лучше некоторая доля неопределенности.

— Это и есть ваша гениальная идея?— разочарованно осведомился Меан.

— Да, тот самый парадокс, который мы с вами искали, но не могли найти... Неопределенность полученного результата неизбежно вызовет на третьей планете ожесточенные споры, тем более ожесточенные и тем более длительные, чем неопре-

деленнее и противоречивее будут полученные данные. Появятся сторонники и противники. Одни будут настаивать на продолжении исследований, другие начнут доказывать их бесперспективность...

Меан как-то странно усмехнулся.

— Допустим...— произнес он бесцветным голосом.— А потом?

Лаэр пожал плечами:

—Потом?.. Потом они, вероятно, продолжат исследования и пришлют еще более совершенную станцию, а может быть, и сразу несколько станций. Но, действуя так, как я предлагаю, мы все же выиграем время.

— Позвольте спросить, зачем?— Меан уже полностью овладел собой.— Что значат несколько месяцев или даже лет в историческом аспекте?

— Вам виднее,— хмуро произнес Лаэр.— Я решал чисто теоретическую задачу, искал оптимальное решение в сложившейся ситуации. И полагаю, такое решение я нашел.

— Оптимальное?

— Да, оптимальное... Повторяю: для сложившейся ситуации лучшее решение вряд ли существует.

— Очень хорошо!— Меан потер руки.— Отлично!

— Чему вы радуетесь?— удивился Лаэр.

— Определенности, друг мой, определенности.

Меан нажал кнопку вызова. В дверях появился Креот.

— Немедленно отмените все мероприятия по последнему проекту,— распорядился Меан ровным голосом.— И ликвидируйте маскировку...

Лицо у Креота вытянулось... Но дисциплина взяла свое.

— Будет исполнено! — отчеканил он.

— Ну что вы на меня так смотрите?— вернулся Меан к Лаэру, продолжавшему с растерянным видом сидеть возле стола.— Все очень просто — мы зашли в тупик... И, что самое главное, не могли в него не зайти.

Лаэр хотел что-то сказать, но в этот момент раздался резкий звуковой сигнал и экран дисплея погас.

Макаров, только что торопливо вложивший в пишущую машинку очередной чистый лист и готовый напечатать очередную строчку, застыл с поднятой рукой...

Соломатин перевел рычажок, выключающий питание и, оттолкнувшись от края пульта, повернулся на своем вращающемся кресле лицом к Макарову. Из-за другого пульта неторопливо поднялась долговязая фигура Гущина.

— Ну как? — поинтересовался Соломатин.— Не жалеете о потерянном времени?

— Что вы? — искренне удивился Макаров.— Это был интересный спектакль с неизвестным заранее исходом... Знаете, я тут даже попытался изобразить вашу операцию в лицах.

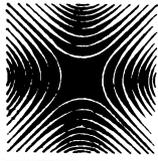
— Разрешите взглянуть? — попросил Гущин.

Журналист протянул ему листки с текстом, уже известным читателю. Гущин пробежал их с невероятной быстротой, словно считывающее устройство вычислительной машины, и передал листки Соломатину.

Соломатин читал долго и внимательно, словно проверял студенческую контрольную работу.

— Очень любопытно...— сказал он, кончив читать.— А вы знаете, только прочитав вот это литературное произведение, я сам лучше осознал полученный результат! Надеюсь, вы понимаете всю бредовость мысли о возможности подтасовки данных разумными обитателями Марса?

— И все же вероятность подобной ситуации в принципе не равна нулю,— возразил Гущин.— А значит, ее необходимо было исследовать.



КОСМИЧЕСКАЯ  
ФИЛАТЕЛИЯ

## Марки, посвященные второму космонавту планеты



6 августа 1961 года в нашей стране был дан старт космическому кораблю «Восток-2», пилотируемому Германом Степановичем Титовым. «Восток-2» сделал 17 витков вокруг Земли и пролетел более 700 000 км. Основная задача полета — изучение возможности длительного пребывания человека в космическом пространстве в условиях невесомости. Необходимо было проверить надежность жизнеобеспечения и телеметрических систем, используемых для контроля за состоянием здоровья и работоспособностью космонавта. Исследовались также средства обеспечения безопасности полета и возвращения космонавта на Землю.

После успешного завершения полета в Советском Союзе поступила в почтовое обращение серия из двух марок (с зубцами и без зубцов). На одной из них изображен космонавт

в скафандре у пульта управления кораблем и земной шар, опоясанный витками космического корабля. На другой — портрет Г. С. Титова и символический рисунок ракеты-носителя. В августе 1962 года, к годовщине полета Г. С. Титова, вышла серия из двух различных по цвету марок (с зубцами и без зубцов), но с одинаковым содержанием: космическая ракета стартует на фоне земного шара. На марках надпись: «Годовщина полета «Восток-2». 1962. 25 часов в космосе». В ноябре 1962 года на первом почтовом «космическом» блоке (в зубцовом и беззубцовом вариантах), посвященном 45-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции, мы вновь увидели портрет Г. С. Титова рядом с портретами Ю. А. Гагарина, А. Г. Николаева и П. Р. Попозича.

В 1961 году Герой Советского Сою-

за, летчик-космонавт СССР Г. С. Титов посетил Германскую Демократическую Республику. В связи с его визитом в ГДР была выпущена специальная серия из шести марок. На двух из них советский космонавт изображен с первым секретарем ЦК СЕПГ В. Ульбрихтом. Две марки рассказывают о встрече космонавта с пионерами Берлина и Лейпцига. На остальных — ракета и Г. С. Титов в кабине космического корабля.

В Польской Народной Республике в том же году вышла серия из двух марок: первая — с портретом Г. С. Титова и надписью: «Второй человек в космосе», вторая — с изображением земного шара, орбиты космического корабля и надписью: «700 000 км в космосе».

Портрет Г. С. Титова в гермашлеме и корабль «Восток-2» представлены также на двух марках Народной Рес-

публики Болгарии выпуска 1961 года.

Социалистическая Республика Румыния отметила полет второго космонавта почтовой серией из трех марок. На одной из них — корабль «Восток-2» и слово «Мир», на другой — портрет Г. С. Титова и на третьей — портреты Ю. А. Гагарина и Г. С. Титова.

Серия из двух, различающихся только цветом и номиналом, марок с портретом космонавта на фоне земного шара и корабля «Восток-2» вышла в 1961 году и в Социалистической Республике Вьетнам.

В 1962 году в Венгерской Народной Республике марка с портретом космонавта-2 появилась в серии из семи марок с портретами космонавтов. На марке Корейской Народно-Демократической Республики этого же года Г. С. Титов изображен на фоне стартующего космического корабля. В Германской Демократической Республике в конце декабря 1962 года была издана сценка из восьми марок, посвященных пятилетию космических исследований в СССР. На одной из них — Г. С. Титов в гермошлеме над земным шаром, где с космодрома Байконур стартует его корабль.

В 1963 году в серии из трех посвященных советским космонавтам марок (позднее дополненной двумя аналогичными по композиции) на Кубе была выпущена марка с портретом Г. С. Титова.

В 1964 году марка в форме ромба с портретом Г. С. Титова на фоне Государственного флага СССР вышла в Румынии в серии из десяти марок (с зубцами и без зубцов в измененных цветах) с фотографиями

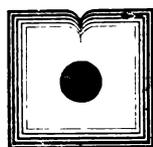
советских космонавтов и американских астронавтов, а в Чехословакии в серии из восьми марок на ту же тему поступила в обращение марка с портретом Г. С. Титова на фоне радиотелескопа.

В 1966 году серия из семи марок с фотографиями советских космонавтов была издана в Болгарии. Среди них марка, на которой запечатлен Г. С. Титов. В том же году космический корабль «Восток-2» был воспроизведен на одной из восьми монгольских марок, рассказывающих о космических аппаратах. В 1971 году в Монголии вышла еще одна серия

из восьми марок с космическими сюжетами. На одной из них изображены два корабля «Восток» в совместном полете. Надпись на марке гласит: «Восток 2-3 12—15.VIII.1962». Это редкий случай двойной ошибки, несомненно интересный для филателистов. В действительности здесь, видимо, подразумевается первый в мире групповой полет дважды Героев Советского Союза, летчиков-космонавтов СССР А. Г. Николаева и П. Р. Поповича, и надпись на марке должна быть иной: «Восток 3-4 11—15.VIII.1962».

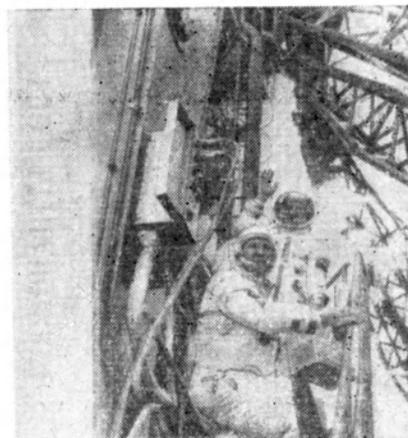
**В. А. РУДОВ**





КНИГИ  
О ЗЕМЛЕ  
И НЕБЕ

## «Космонавты СССР»



В год 20-летия космической эры вышла в свет книга «Космонавты СССР», рассказывающая о покорителях звездных трасс, о тех, кто испытывает новую космическую технику, штурмует неизведанное, прокладывает пути в будущее. Ее авторы — дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР В. А. Шаталов и журналист М. Ф. Ребров.

1 ноября 1968 года в выступлении на приеме в Кремле в честь полета Г. Т. Берегового Генеральный секретарь ЦК КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР Л. И. Брежнев заметил: «Космическая эра вызвала к жизни множество прежде не существовавших представлений и понятий, породила новые области знаний, новые профессии. И одна из них — героическая и увлекательная — профессия космонавта. Она требует от человека широких знаний, хорошей технической подготовки, постоянного совершенствования, готовности к новым подвигам». О людях новой профессии и ведет свой рассказ авторы, один из которых трижды летал в космос и является руководителем подготовки советских космонавтов, а второй — инженер и журналист, прошедший цикл тренировок в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина. Профессиональные навыки, знание предмета, знание жизненного пути тех, кого мы называем первопроходцами космических трасс, дают им право и возможность квалифицированно объяснить читателям всю сложность новой профессии, всю ее значимость, а главное — показать, что космонавтами не рождаются — ими становятся.



Темы труда, ответственности, высокого долга, готовности к подвигу убедительно раскрыты в книге на примерах биографии и становления каждого, кто носит гордое и почетное звание летчика-космонавта СССР.

Эпиграфом к книге выбраны слова академика С. П. Королева: «Космонавт — инженер-испытатель... Не мальчишеская горячность, не романтика ради романтики должны лечь в основу решения. Таких космос не примет. Патриотизм, отвага, скромность, трезвость мгновенного расчета, же-

лезная воля, знания, любовь к людям — вот определяющие черты. Без них не может быть космонавта...»

Страница за страницей повествуют о славных сынах Отчизны, воспитанных ленинской партией коммунистов. Это люди разных возрастов, с разными жизненными судьбами. Неодинаковыми путями пришли они в космонавтику. Но всех их роднит одно — высокое чувство долга, готовность к подвигу во имя Родины, во имя великой цели.

Достоинство книги в том, что ав-

## «Географические исследования декабристов»

торам удалось показать и эту общность своих героев и их индивидуальность, раскрыть внутренний мир человека, посвятившего себя новой профессии, отразить основные вехи его биографии, его становления. Это вылилось в повествование, подкупающее своей искренностью и содержащее множество любопытных деталей, остро подмеченных черточек характера.

Читая книгу, мы видим героев космоса не только в работе и на тренировках, но и дома, в семье, в кругу товарищей, в делах общественных. В результате космонавт предстает перед нами личностью многогранной, содержательной, чрезвычайно интересной. В этих деталях, как в зеркале, отражается и героизм новой профессии, и ее неперенные слабые, и ее значимость в решении целого ряда научных и технических проблем.

Не стану пересказывать содержание книги. Ее нужно прочитать. Оформление книги органически увязано с содержанием. Удачно подобранные иллюстрации — это как бы отдельный маленький рассказ о том, как готовятся космические старты. Издательство «Просвещение» любовно и со вкусом определило полиграфическое лицо книги, начиная от суперобложки и кончая картой звездного неба на самой обложке. Это сувенирное издание — хороший подарок к 20-летию космической эры.

**Доктор технических наук  
А. Н. МАРТЬЯНОВ**



Так называется книга, выпущенная в 1977 году издательством «Наука». Ее автор В. М. Пасецкий написал много книг по истории географических исследований России. В рецензируемой книге делается попытка открыть новую страницу биографии декабристов. Автор, используя новейшие архивные находки, освещает малоизвестную область их научной деятельности. Декабристы и география — непривычное на слух сочетание слов. Однако декабристы понимали, что Отечество может стать свободным и счастливым только в результате развития всех наук, в том числе и географии.

Интерес декабристов к географическим наукам проявился еще задолго до восстания на Сенатской площади. Они были убеждены, что географические исследования имеют огромное значение для укрепления политического влияния и экономического могущества России. Эта их убежденность находила поддержку у таких выдающихся ученых — мореплавателей и полярных исследователей, как И. Ф. Крузенштерн, Ф. Ф. Беллинсгаузен, В. М. Головнин, М. Ф. Рейнеке, О. Е. Коцебу, Ф. П. Врангель, Ф. П. Литке.

В начале XIX века разделение наук еще только начиналось, и география включала в себя не только страноведение, но и статистику, и все описательные науки о Земле, и даже исследования атмосферных явлений и климата. В этом широком смысле слова декабристы и понимали географию. Оторванные от научных занятий, они продолжали их на каторге, в «тюремной академии» читинских казематов. Служить науке, гово-

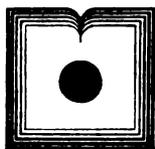


рил Н. А. Бестужев, это значит служить «благу всего человечества».

Какие же географические проблемы увлекали декабристов?

Прежде всего, они стремились познать мир, открыть неизведанные земли, увидеть новое. Будущий декабрист К. П. Торсон в 1819—1821 годах участвовал в экспедиции на корабле «Восток», которая открыла Антарктиду. М. К. Кюхельбекер, Д. И. Завалишин, Ф. Г. Вишневский совершили кругосветное путешествие. В. П. Романов, Н. А. Чижов, Н. А. Бестужев изучали внутренние моря и острова.

Интересовали декабристов и такие «проблемы века», как поиски Северо-Западного морского пути из Тихого океана в Атлантический, изучение



КНИГИ  
О ЗЕМЛЕ  
И НЕБЕ

Русской Америки, достижение Северного полюса. Больше других этими вопросами занимались братья Н. А. и М. А. Бестужевы, К. Ф. Рылеев, В. П. Романов, К. П. Торсон, А. О. Корнилович, Г. С. Батеньков, разработавший даже специальный проект всестороннего изучения Сибири. В проекте предусматривалось среди прочего устройство шести геофизических обсерваторий на территории Сибири. Автор книги обнаружил этот проект в архивах.

Вопросы экономической географии и районирования России серьезно изучали П. И. Пестель и Н. М. Муравьев.

Особое место в исследованиях декабристов занимает метеорология, в то время еще не вполне сформировавшаяся как наука. Даже Академия наук в официальном документе отмечала «ничтожность надежд возвысить метеорологию до степени настоящей науки». Однако многие декабристы знали метеорологические работы М. В. Ломоносова и других ученых и понимали практическую ценность регулярных метеорологических наблюдений, особенно для России с ее необъятными просторами и разнообразными климатическими условиями. Уже тогда Адмиралтейская инструкция предписывала мореплавателям «производить полезные для наук наблюдения», включая изучение полярных сияний, состояние атмосферы и «высших и низших ветров в сравнении с дующим близ поверхности моря».

В период заточения, а затем и административного поселения декабристы проводили метеорологические наблюдения в 11 пунктах, располо-

женных в Забайкалье, на берегах Лены и Енисея, в Западной Сибири. В книге читатель найдет карту этой сети станций. Из метеорологических исследований декабристов достойным науки оказались только 12-летние наблюдения П. И. Борисова в Чите и на Петровском заводе, 10-летние наблюдения М. Ф. Митькова в Красноярске и годичные наблюдения А. И. Якубовича. О других же наблюдениях, которые вели Н. А. Бестужев в Селенгинске, И. Д. Якушкин и М. Н. Муравьев-Апостол в Ялуторовске и Бухтарминске, М. К. Кюхельбекер в Баргузине, А. А. Бестужев-Марлинский в Якутске, П. П. Беляев в Минусинске, К. П. Торсон в Акше, известно очень мало, да и то главным образом из переписки. Подлинные материалы, если они и сохранились, пока не найдены.

В книге анализируются географические и геофизические труды многих декабристов, но особое место в ней отведено Н. А. Бестужеву, старшему из трех братьев, приговоренных к каторге. Человек выдающихся способностей, он занимал должность историографа Российского флота, а в год восстания был избран почетным членом Адмиралтейского департамента.

Важно, что В. М. Пасецкий не просто описывает факты, он показывает их связь с событиями, происходившими тогда в России и за рубежом. И вместе с автором читатель неизбежно испытывает горечь пережитого декабристами и их современниками.

Научные интересы декабристов нередко освещались односторонне. Описание их метеорологической деятель-

ности в ссылке, в условиях сурового климата, не лишено иногда ноты сострадания. В действительности же, как показано в книге, метеорологические наблюдения декабристы выполняли с энтузиазмом подвижников науки, и это вызывает отнюдь не сострадание к их судьбе, а чувство гордости за людей, преданных науке.

Книга существенно дополняет наши представления о декабристах. Мы видим, что они были не только представителями передовых общественных идей, но и носителями передовых научных идей. В этом состоит познавательная и воспитательная ценность книги.

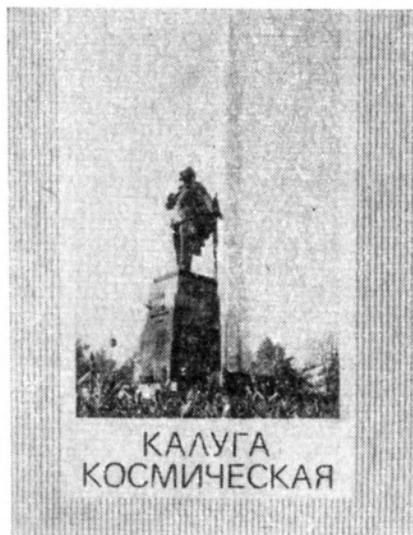
Кандидат географических наук  
Н. И. НОВОЖИЛОВ

## НОВЫЕ КНИГИ

### О РАКЕТНОЙ ТЕХНИКЕ

В 1977 году издательство «Машиностроение» выпустило книгу выдающегося ученого в области ракетно-космических проблем основоположника советского ракетного двигателестроения, одного из пионеров ракетной техники академика В. П. Глушко «Путь в ракетной технике». Книга рассчитана на специалистов в области ракетной техники и космонавтики, но безусловно привлечет внимание многих читателей, интересующихся проблемами ракетостроения.

В сборник вошла часть работ, выполненных В. П. Глушко в начальный период его деятельности с 1924 по 1946 год. Включены и ранее изданные труды, и неопубликованные — отчеты, заявочные свидетельства, патенты, авторские свиде-



тельства, доклады; документы, представляющие историческую ценность, — акты, протоколы испытаний, технические требования.

Чтобы дать хотя бы небольшое представление о напечатанных трудах, перечислим некоторые из них: «Гелиоракетоплан» (1928—1929), «Металл как взрывчатое вещество» (1929), «Топливо для реактивных летательных и иных аппаратов» (1930), «Описание реактивного мотора» (1933), «Ракеты, их устройства и применение» (1935), «Жидкое топливо для реактивных двигателей» (1936), «Ракетная установка» (1940).

Вероятно, каждый с интересом прочитает автобиографический очерк «Рождение мечты и первые шаги», ознакомится с основными датами жизни и деятельности В. П. Глушко, фотографиями людей, с которыми ему довелось работать. Закачивается книга библиографией трудов В. П. Глушко по вопросам реактивных летательных аппаратов и межпланетных сообщений (1924—1945). Библиография насчитывает 123 работы.

## КАЛУГА КОСМИЧЕСКАЯ

Сувенирный красочный фотоальбом «Калуга космическая» — иллюстрированный рассказ о Калуге, городе с космической биографией, о памятных местах, связанных с жизнью и деятельностью К. Э. Циолковского, — выпустило в 1977 году издательство «Машиностроение». Открывается альбом небольшой вступительной статьей о Калуге и о человеке, принесшем ей мировую известность, основоположнике ракетодинамики и космонавтики — Константине Эдуардовиче Циолковском. Затем следуют три раздела: «Калуга — город Циолковского», «Воплощение мечты», «Штурм космоса продолжается». Каждый из них интересно иллюстрирован. В первых двух разделах — памятники архитектуры, созданные в прошлом и ныне укра-

шающие город, фотографии современной Калуги — крупного промышленного и культурного центра, многие улицы которого названы именами космонавтов и пионеров ракетной техники. Дом, где жил Циолковский, училище, где он преподавал, исторические документы, страницы рукописей великого калужанина, его мастерская. Очень интересны фотографии, посвященные Государственному музею истории космонавтики имени К. Э. Циолковского, особенно макет пассажирской ракеты, сделанный по чертежам и описаниям К. Э. Циолковского. Здесь же портрет человека, заложившего первый камень в здание музея, — первого космонавта планеты Ю. А. Гагарина.

Последний раздел посвящен космическому «сегодня», космонавтам, Центру управления полетами, спутникам, космическим кораблям, межпланетным автоматическим станциям.

Невозможно перечислить все, что есть в этом прекрасном альбоме. Его нужно полистать самому.

Е. И. БАЛАНОВ

## НЕБЕСНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

В 1977 году издательство «Машиностроение» выпустило книгу «Орбитальная станция «Скайлэб», принадлежащую перу двух ведущих специалистов по космонавтике США профессору Э. Стулингеру и доктору Л. Бэлью — руководителям програм-

мы «Скайлэб». Редактор перевода — профессор Г. Л. Гродзовский.

Книга содержит подробное описание устройств, оборудования и научных программ американской орбитальной станции «Скайлэб», выведенной на околоземную орбиту 14 мая 1973 года. В книге семь глав. Первая — «Программа «Скайлэб» — научные исследования на околоземной орбите» — рассказывает об экспериментах за пределами земной атмосферы, условиях невесомости, исследованиях поверхности Земли. Вторая — «История развития программы «Скайлэб». Третья — «Принципиальные черты программы «Скайлэб». В ней описаны задачи станции, ее элементы, план полета, даны сведения об экипаже и программе его тренировок. Название четвертой главы — «Конструкция и системы орбитальной станции «Скайлэб». В пятой главе — «Программа научных исследований на орбитальной станции» — речь идет об исследованиях космического пространства, природных ресурсов Земли, проблем жизнедеятельности в космосе, технологических процессах в космосе. И, наконец, шестая глава — «Программа исследований с Земли». Из нее читатели узнают об астрономических исследованиях с Земли, об исследованиях атмосферы и океана, определении точности предсказаний земных ресурсов с орбиты, программах исследований с борта самолета. Последняя седьмая глава — «Заключение». Читателей несомненно заинтересуют иллюстрации — их около двухсот.

## ШКОЛЬНИКАМ О КОСМИЧЕСКОЙ ФОТОИНФОРМАЦИИ

Издательство «Просвещение» выпустило в 1977 году книгу Н. К. Семкина и М. Назирова «Использование космической фотоинформации в обучении физической географии».

В предисловии к этому пособию для учителей географии средних школ дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР В. А. Шаталов отметил: «Как космонавту мне отрядно, что среди разнообразных применений материалов, получаемых с искусственных спутников и межпланетных станций, рождается самое гуманное их использование в обучении школьников».

В первой главе авторы делятся накопленным ими опытом использования космической фотоинформации в процессе преподавания основ физической географии, подчеркивая, что речь идет о новых возможностях в обучении географии.

Во второй главе на конкретных примерах дается представление о глобальных фотоснимках Земли из космоса.

Третья глава посвящена методике комплексного использования спутниковых фотокарт и обычных географических карт.

В четвертой главе рассказывается о возможностях применения отдельных спутниковых фотографий и серий последовательных снимков в педагогическом процессе.

Пятая глава содержит методические рекомендации, относящиеся к изучению отдельных тем курса природоведения (4 класс) и к важнейшим вопросам курса физической географии (5, 6 и 7 классы).

Книга иллюстрирована полученными из космоса цветными изображениями всей Земли и отдельных участков ее поверхности.

## ПОПУЛЯРНО О ВСЕЛЕННОЙ

Старшеклассникам и студентам, преподавателям астрономии и многочисленным любителям астрономии адресована книга И. А. Климишина «Астрономия вчера и сегодня». Книга выпущена в 1977 году редакцией

научно-популярной литературы издательства «Наукова думка» (г. Киев).

Шаг за шагом автор прослеживает огромный путь, который прошла в своем развитии зародившаяся в глубокой древности наука о Вселенной, — от первых астрономических наблюдений до представлений современной релятивистской астрофизики и космологии. О древних астрономах рассказывается в первой главе («Рассвет науки»), знакомящей читателя с зарождением науки, древнейшей космологией, астрономией античного мира и наукой раннего средневековья.

«Эпоха титанов» — так названа вторая глава книги, посвященная трудам Коперника, борцам за гелиоцентрическое мировоззрение и фундаментальным достижениям астрономии XVIII и XIX веков.

Третья глава — «Горизонты XX века» повествует о мире звезд и туманностей, о проблемах космологии и космологии, знакомит читателя с важнейшими открытиями в области астрофизики и внегалактической астрономии. Заключительный параграф содержит краткий очерк проблемы жизни во Вселенной.

### Уважаемые читатели!

Не забудьте вовремя оформить подписку на второе полугодие 1978 года. Подписка принимается без ограничений во всех пунктах «Союзпечати». Обо всех случаях отказа в подписке просим сообщать в Центральную контору «Академкнига» по адресу: Москва, Центр, Большой Черкасский переулок, д. 2/10.

Обстоятельства лунных затмений в 1978 году	В ночь с 24 на 25 марта (время московское)	В ночь с 16 на 17 сентября (время московское)
Начало полутеневого затмения	16 ч 28,3 м	19 ч 20,7 м
Начало частного затмения	17 32,8	20 20,2
Начало полного затмения	18 36,7	21 24,4
Наибольшая фаза затмения	19 22,4	22 04,2
Конец полного затмения	20 08,0	22 43,9
Конец частного затмения	21 11,9	23 48,1
Конец полутеневого затмения	22 16,4	0 47,6
Наибольшая фаза затмения	1,457	1,332

# 2 МАРТ АПРЕЛЬ 1978 И ЗЕМЛЯ 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. Ответственный секретарь — кандидат педагогических наук Е. П. ЛЕВИТАН. Член-корреспондент АН СССР Г. А. АВСЮК, доктор географических наук А. А. АКСЕНОВ, кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, член-корреспондент АН СССР Ю. Д. БУЛАНЖЕ, доктор техн. наук А. А. ИЗОТОВ, доктор физ.-мат. наук И. К. КОВАЛЬ, доктор географических наук В. Г. КОРТ, доктор физ.-мат. наук Б. Ю. ЛЕВИН, кандидат физ.-мат. наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ, доктор физ.-мат. наук И. Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук К. Ф. ОГОРОДНИКОВ, доктор физ.-мат. наук Г. Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, доктор техн. наук К. П. ФЕОКТИСТОВ.

Адрес редакции: 117049, Москва В-49, Мароновский пер. 26, комн. 329—331, тел.: 237-02-67, 237-59-93

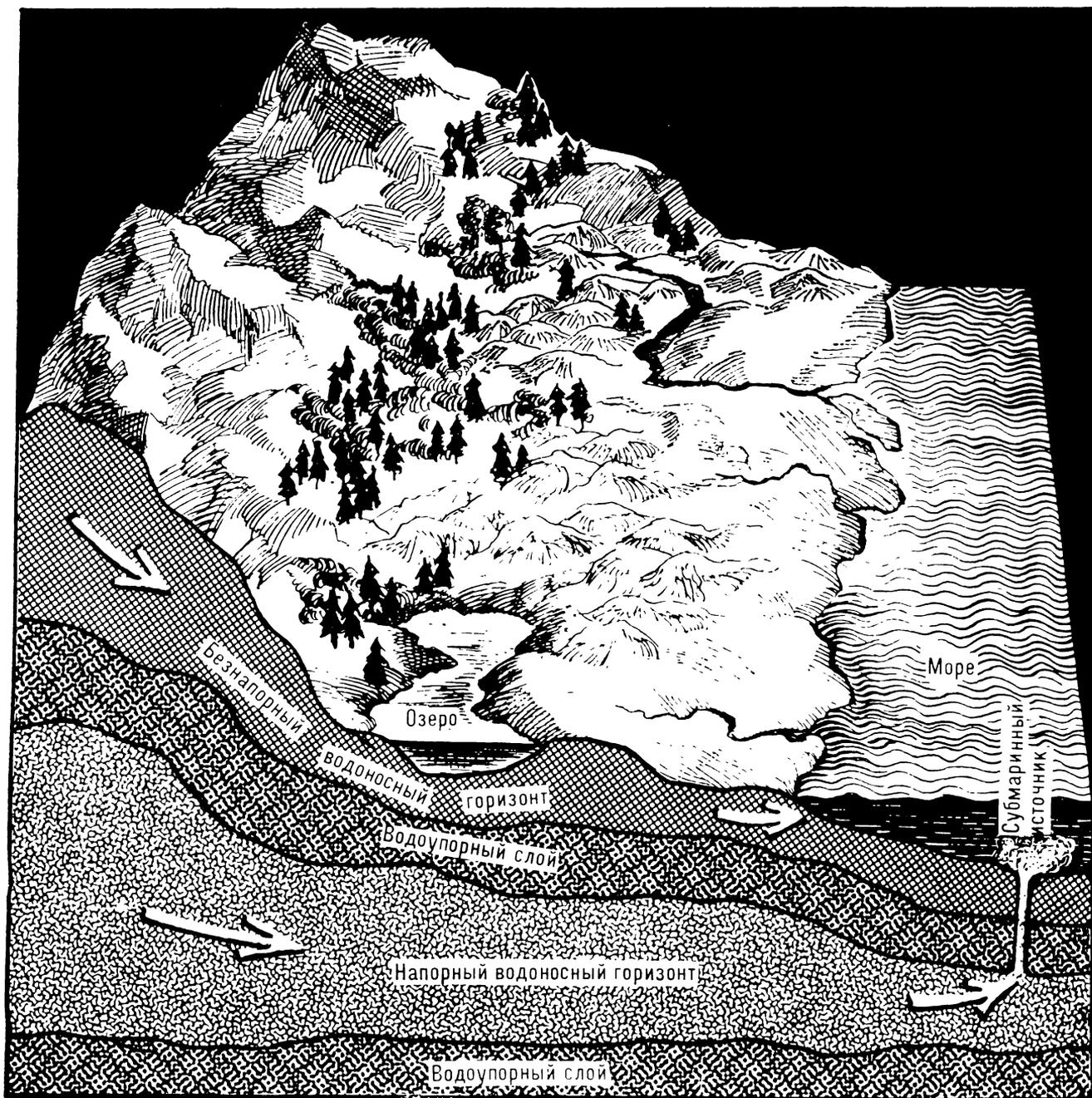
Художественный редактор:  
Л. Я. Шимкина

Корректоры: С. М. Веритэ,  
Т. Н. Морозова

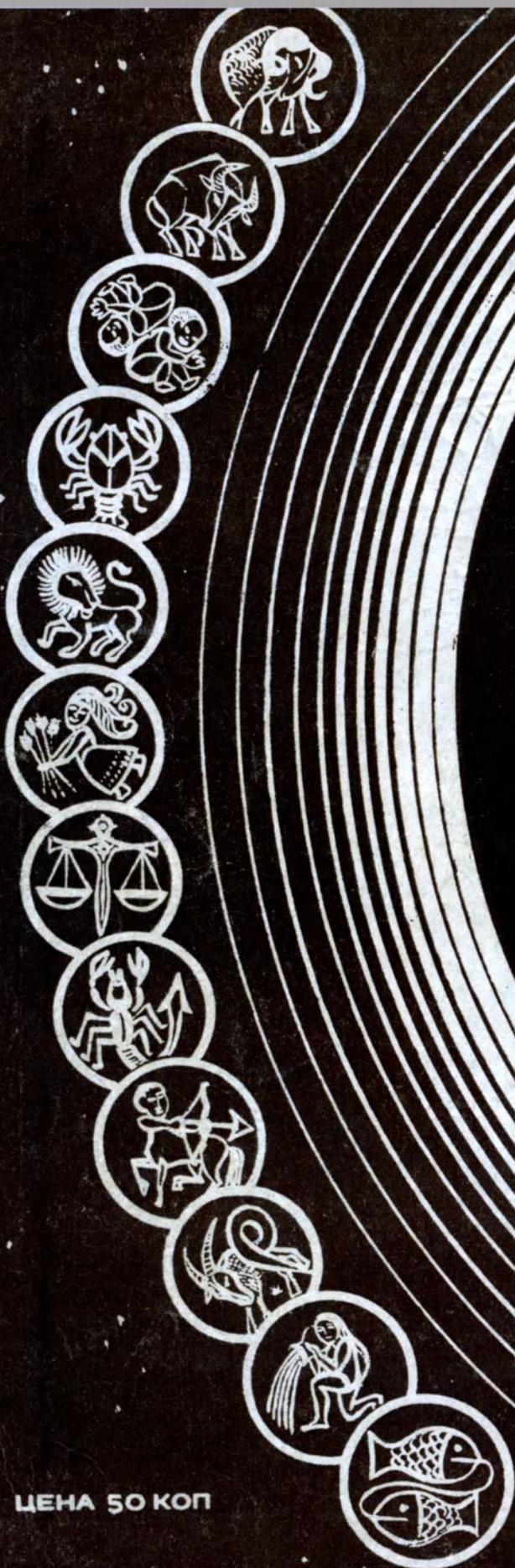
Номер оформили:  
Калашникова А. Г., Кноп В. И., Тенчурина Е. К., Златковский М. М.

T-00226. Подписано в печать 25/1 1978 г.  
Сдано в набор 28/XI 1977 г. Формат бумаги 84×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. л. 3. Печ. л. 10,08. Уч.-изд. л. 11,3. Цена 50 коп. Тираж 53 000 экз. Заказ 3112

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



■  
*Подземные воды — элемент природной среды* (к статье  
Р. Г. Джамалова, И. С. Зекцера, В. А. Ивапова)



ЦЕНА 50 КОП

ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“

ИНДЕКС 70338