

5 1978

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

· АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА ·  
ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ·

## Второй международный экипаж по программе «Интеркосмос»



Космонавты М. Гермашевский и П. И. Климук

Фотохроника ТАСС

### УКАЗ ПРЕЗИДИУМА ВЕРХОВНОГО СОВЕТА СССР

**О награждении дважды Героя Советского Союза летчика-космонавта СССР тов. Климука П. И. орденом Ленина**

За успешное осуществление космического полета на орбитальном научно-исследовательском комплексе «Салют-6» — «Союз» и проявленные при этом мужество и героизм на-

градить дважды Героя Советского Союза летчика-космонавта СССР тов. Климука Петра Ильича орденом Ленина.

Председатель Президиума Верховного Совета СССР  
Л. БРЕЖНЕВ  
Секретарь Президиума Верховного Совета СССР  
М. ГЕОРГАДЗЕ

Москва, Кремль. 5 июля 1978 года

### УКАЗ ПРЕЗИДИУМА ВЕРХОВНОГО СОВЕТА СССР

**О присвоении звания Героя Советского Союза гражданину ПНР космонавту-исследователю Гермашевскому Мирославу**

За успешное осуществление космического полета на орбитальном научно-исследовательском комплексе «Салют-6» — «Союз» и проявленные при этом мужество и героизм

присвоить звание Героя Советского Союза с вручением ордена Ленина и медали «Золотая Звезда» гражданину ПНР космонавту-исследователю Гермашевскому Мирославу.

Председатель Президиума Верховного Совета СССР  
Л. БРЕЖНЕВ  
Секретарь Президиума Верховного Совета СССР  
М. ГЕОРГАДЗЕ

Москва, Кремль. 5 июля 1978 года

## Государственные награды ПНР космонавтам

За выдающиеся заслуги, отвагу и мужество, а также образцовое выполнение задания в ходе первого польско-советского космического полета на научно-исследовательском орбитальном комплексе «Салют-6» — «Союз» Государственный совет Польской Народной Республики наградил орденом «Крест Грюнвальда» первой степени летчика-космонавта СССР, дважды Героя Советского Союза полковника Петра Климука.

\* \* \*

За выдающиеся заслуги, отвагу и мужество, а также образцовое выполнение задания в ходе первого польско-советского космического полета на научно-исследовательском орбитальном комплексе «Салют-6» — «Союз» Государственный совет Польской Народной Республики наградил орденом «Крест Грюнвальда» первой степени космонавта-исследователя майора Мирослава Гермашевского.

(ТАСС)

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

5 СЕНТЯБРЬ  
ОКТАБРЬ  
1978

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

## В номере:

### НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ КОМПЛЕКС «САЛЮТ-6» — «СОЮЗ»

- Космический транспортный корабль «Союз» . . . . . 6  
Л. Г. Алексеев, Ю. С. Павлов, К. П. Феоктистов — Орбитальная станция «Салют-6» . . . . . 8  
Л. И. Иванов, Ю. С. Павлов, К. П. Феоктистов — Космический грузовик . . . . . 12  
С. А. Никитин — Первый международный экипаж в космосе . . . . . 17

- Г. Г. Бебенин, А. Г. Николаев — Наука в Звездном городке . . . . . 24  
Д. Ю. Гольдовский — Орбитальный оптический телескоп . . . . . 33  
А. С. Алексеев, В. З. Рябой — Астеносфера Земли . . . . . 36  
Л. Э. Гуревич, Э. Б. Глинер — Геометрия Вселенной . . . . . 44  
В. П. Головков — Память о катастрофах . . . . . 52

### ЛЮДИ НАУКИ

- Б. А. Дубинский — Владимир Александрович Котельников . . . . . 58

### ЭКСПЕДИЦИИ

- Р. В. Озмидов — 19-й рейс «Дмитрия Менделеева» . . . . . 62

### АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- В. А. Гаген-Торн — Очередной пленум СПАК . . . . . 67

### ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- Б. Г. Пшеничнер — Им исследовать космос . . . . . 70  
Н. В. Алесенко — Азимутальная установка и фотоприставка для трубы «Турист» . . . . . 77

### ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ

- И. И. Неяченко — Геркулес . . . . . 82

### ФАНТАСТИКА

- П. Р. Амнуэль — Капли звездного света . . . . . 84

### ФИЛАТЕЛИЯ

- В. А. Орлов — Марки рассказывают о программе «Интеркосмос» . . . 90

### КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- Л. П. Грищук — Самые простые и самые сложные объекты Вселенной 93

- В. В. Федьинский — Осколки космического вещества . . . . . 94

- ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ . . . . . 95

### НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

На орбите «Салют-6» [2]; Когда Кавказ смыкался с Африкой ... [42]; Рейсы «Гломара Челленджера» [42]; Сверхмассивный объект в центре М 87 [43]; Планетарная туманность с двойным ядром [56]; Как образовались борозды на Фобосе? [57]; Впереди — Сатурн [60]; В память о ГИРД [61]; Невидимые спутники звезды 61 Лебедя [68]; Встреча в Звездном доме [69]; Любительские фотографии лунного затмения 24 марта 1978 года [80]; Новый памятник природы [92]; Новые книги [32, 95].

## НА ОРБИТЕ «САЛЮТ-6»

Двадцать первый год космической эры, открывшейся 4 октября 1957 года запуском первого в мире советского искусственного спутника Земли, был ознаменован новыми выдающимися достижениями советской космонавтики. В марте была успешно завершена беспрецедентная 96-суточная космическая эпопея («Земля и Вселенная», № 1, 2, 3, 1978.— Ред.).

В июне началась новая серия экспериментов на станции «Салют-6», выведенной на орбиту 29 сентября 1977 года.

В соответствии с программой исследования космического пространства 15 июня 1978 года в 23 часа 17 минут московского времени был запущен космический корабль «Союз-29», пилотируемый экипажем в составе командира корабля летчика-космонавта СССР полковника Коваленка В. В. и бортинженера Иванченкова А. С.

**Владимир Васильевич Коваленок** родился в 1942 году в деревне Белое Крупского района Минской области. В 1963 году он окончил Балашовское высшее военное авиационное училище летчиков. Затем служил в военнотранспортной авиации. В отряд космонавтов В. В. Коваленок был зачислен в 1967 году. В 1976 году окончил Военно-воздушную академию имени Ю. А. Гагарина. Свой первый космический полет Владимир Васильевич Коваленок совершил в октябре 1977 года в качестве командира корабля «Союз-25» («Земля и Вселенная», № 1, 1978, 2-я стр. обложки.— Ред.).

**Александр Сергеевич Иванченков** родился в 1940 году в городе Ивантеевка Московской области. В 1964 году окончил Московский авиационный институт. Затем работал в конструкторском бюро. К космическим полетам начал готовиться с 1970 года. А. С. Иванченков готовился к совместному космическому полету кораблей «Союз» и «Аполлон» в качестве бортинженера.

17 июня была осуществлена стыковка космического корабля «Союз-29» со станцией «Салют-6». Стыковка произведена к стыковочному узлу, расположенному на переходном отсеке станции. После перехода на борт станции космонавтов В. В. Коваленка и А. С. Иванченкова на околоземной орбите стал функционировать пилотируемый научно-исследовательский комплекс «Салют-6» — «Союз-29».

18—19 июня космонавты занимались расконсервацией бортовых систем и научной аппаратуры станции и консервацией бортовых систем корабля «Союз-29». По программе медицинских исследований В. В. Коваленок и А. С. Иванченков измерили массу своего тела с помощью массметра.

20—21 июня экипаж станции «Салют-6» продолжал расконсервацию, проверил иллюминаторы, пульта научной аппаратуры, а также систему управления орбитальным комплексом в режимах ручной и автоматической ориентации, подготовил к экспериментам установку «Сплав». Космонавты проверяли бортовые системы и агрегаты станции, работали с бортовой технической документацией, занимались физическими упражнениями. По программе медицинских исследований они провели комплексное обследование системы кровообращения.

22—23 июня В. В. Коваленок и А. С. Иванченков с помощью вакуумного костюма «Чибис» исследовали реакцию сердечно-сосудистой системы на имитацию действия гидростатического давления, изучали систему кровообращения в условиях покоя, измерили массу своего тела. Космонавты отрабатывали систему ориентации «Каскад» и приступили к первому технологическому эксперименту на установке «Сплав».

24—25 июня были отведены экипажу для санитарно-гигиенических мероприятий и активного отдыха. Космонавты убирали помещения станции, занимались физическими упражнениями, работали с технической документацией, отдыхали, разговаривали с семьями. На борту космического комплекса завершился эксперимент «Сплав», проводившийся в течение трех дней. В этот период для уменьшения влияния динамических возмущений на ход эксперимента орбитальный комплекс совершал полет в режиме гравитационной стабилизации.

26 июня В. В. Коваленок и А. С. Иванченков приступили к работе с бортовым субмиллиметровым телескопом. Они проверили работу телескопа и криогенной системы охлаждения приемников излучения.

27 июня 1978 года в 18 часов 27 минут московского времени был запущен космический корабль «Союз-30». Командир корабля — дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР полковник **П. И. Климук**, космонавт-исследователь — гражданин Польской Народной

Продолжение. Начало в № 1, 2, 3, 1978.

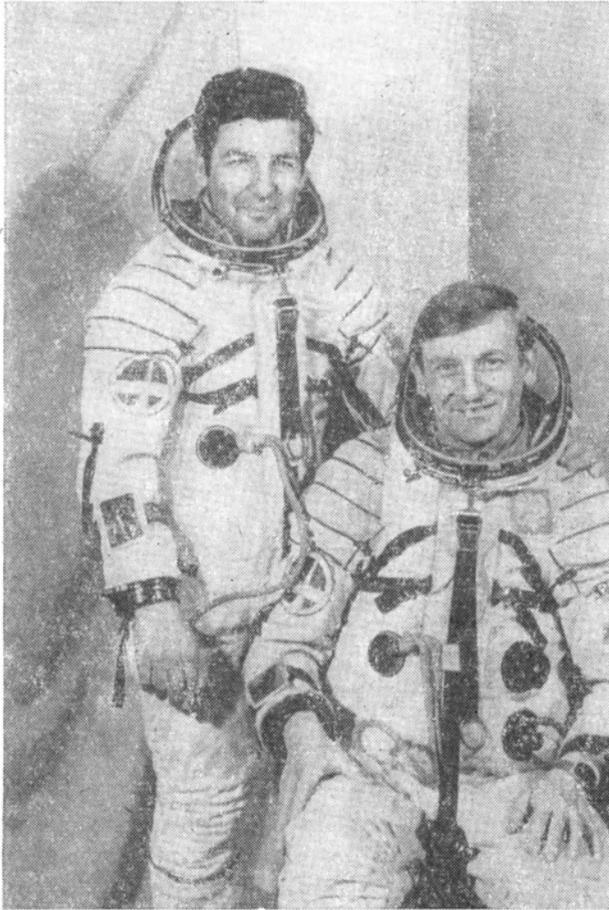


■  
*В. В. Коваленок и А. С. Иванченков во время рабочей встречи с журналистами*

Фотохроника ТАСС

■  
*В. В. Коваленок (слева) и А. С. Иванченков докладывают председателю государственной комиссии о готовности к полету*

Фотохроника ТАСС



Республики майор **Мирослав Гермашевский**. Это второй международный экипаж в космосе.

**Петр Ильич Климу**к родился в 1942 году в селе Комаровка Брестской области. После окончания в 1964 году Черниговского высшего военного авиационного училища летчиков служил в Военно-Воздушных Силах. В отряд космонавтов был зачислен в 1965 году. Свой первый космический полет совершил в декабре 1973 года в качестве командира корабля «Союз-13», второй — в 1975 году в качестве командира корабля «Союз-18» и орбитальной станции «Салют-4». В 1977 году окончил Военно-воздушную академию имени Ю. А. Гагарина. П. И. Климук — член ЦК ВЛКСМ.

**Мирослав Гермашевский** родился в 1941 году в поселке Липники. В 1961 году поступил в Демблинское военное авиационное училище летчиков. Затем служил в истребительной авиации. В 1971 году окончил академию Генерального штаба Польской Народной Республи-

*Международный экипаж космического корабля «Союз-30» — летчик-космонавт СССР П. И. Климу*к (слева) и *М. Гермашевский*

Фотохроника ТАСС

ки. Затем снова служил в истребительной авиации. В 1976 году Мирослав Гермашевский приступил к подготовке к пилотируемому космическому полету по программе «Интеркосмос» в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина.

28 июня была осуществлена стыковка космического корабля «Союз-30» с орбитальным комплексом «Салют-6» — «Союз-29». Стыковка произведена к стыковочному узлу, расположенному на агрегатном отсеке станции.

29 июня В. В. Коваленок, А. С. Иванченков, П. И. Климук и М. Гермашевский закончили переноску грузов на борт орбитальной станции «Салют-6» и консервацию бортовых систем корабля «Союз-30». Экипаж корабля «Союз-30» в этот же день проводил комплексное обследование системы кровообращения, а во второй половине дня приступил к проведению технологического эксперимента «Сирена» на установке «Сплав». В программу дня входили также физические упражнения, кинофотосъемка.

30 июня П. И. Климук и М. Гермашевский исследовали реакцию сердечно-сосудистой системы на имитацию действия гидростатического давления, контролировали работу установки «Сплав».

1 июля П. И. Климук и М. Гермашевский провели эксперимент «Теплообмен», в котором субъективные ощущения теплового комфорта космонавтов сравнивались с показаниями прибора, характеризующего охлаждающие свойства окружающей среды. Другой эксперимент был посвящен изучению обменных процессов в организме космонавтов во время полета. Они выполнили также эксперимент на велоэргометре с использованием разработанного польскими специалистами прибора «Кардиолитер». У космонавтов В. В. Коваленка и А. С. Иванченкова этот день был днем активного отдыха. Они занимались физическими упражнениями и помогали экипажу корабля «Союз-30» в проведении научных экспериментов.

2 июля космонавты провели ориентацию орбитального комплекса, а затем с помощью многозонального космического фотоаппарата МКФ-6М фотографировали районы европейской части территории Советского Союза, Казахстана, а также акватории Мирового океана.

3 июля — очередная серия фотографирования Земли, изучение обмена веществ в организме космонавтов по биохимическим показателям крови, физические упражнения. Во второй половине дня — еще один совместный советско-польский технологический эксперимент на установке «Сплав».

4 июля В. В. Коваленок, А. С. Иванченков, П. И. Климук и М. Гермашевский завершили программу совместных исследований и экспериментов и подготавливали космический корабль «Союз-30» к возвращению на Землю. Они включали и проверяли бортовые системы и двигательную установку корабля, переносили в спускаемый аппарат материалы проведенных исследований, а в бытовой отсек — использованное оборудование. В этот же день космонавты изучали динамику изменения состава газовой среды и исследовали количественный



и видовой состав микрофлоры в помещениях комплекса, занимались физическими упражнениями.

5 июля после успешного выполнения программы полета П. И. Климук и М. Гермашевский возвратились на Землю. Спускаемый аппарат корабля «Союз-30» совершил мягкую посадку в 300 км западнее города Целинограда.

6 июля в Кремле Генеральный секретарь ЦК КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР Л. И. Брежнев вручил высокие награды Советского Союза летчику-космонавту СССР П. И. Климuku и гражданину ПНР космонавту-исследователю М. Гермашевскому.

■  
*А. С. Иванченков, П. И. Климук,  
В. В. Коваленок и М. Гермашевский  
в первый день их совместной работы  
на борту орбитального комплекса*  
Фотохроника ТАСС  
(Снимок принят по телекосмической связи)

7 июля 1978 года в 14 часов 26 минут московского времени был запущен автоматический грузовой транспортный корабль «Прогресс-2».

9 июля произошла стыковка корабля «Прогресс-2» с пилотируемым научным комплексом «Салют-6» — «Союз-29». Грузовой корабль доставил на орбитальный пилотируемый комплекс топливо для заправки двигательных установок, оборудование, аппаратуру и материалы для обеспечения жизнедеятельности экипажа и проведения научных исследований и экспериментов, а также почту.

10 июля В. В. Коваленок и А. С. Иванченков вели визуальные наблюдения земной поверхности, занимались физическими упражнениями, а во второй половине дня приступили к демонтажу и переносу грузов в помещение станции.

11—13 июля космонавты продолжали разгрузку корабля «Прогресс-2».

14 июля было проведено комплексное обследование обоих членов экипажа.

**[Продолжение следует]**



# НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ Космический транспортный корабль «Союз»

Когда читатели возьмут в руки этот номер журнала, событие, которое в январе 1978 года вся мировая пресса называла «выдающейся победой», «грандиозным успехом», «исторической встречей над планетой», станет достоянием истории. Но, учитывая многочисленные просьбы читателей, мы расскажем сегодня некоторые подробности об орбитальной станции второго поколения «Салют-6» и о первом в истории космонавтики грузовом транспортном корабле «Прогресс-1».

Наша почта свидетельствует о том, что интерес к выдающейся победе советской науки и техники — созданию на околоземной орбите пилотируемого научно-исследовательского комплекса, состоящего из станции «Салют-6» и пилотируемых транспортных кораблей «Союз», а затем из станции «Салют-6», корабля «Союз» и грузового корабля «Прогресс-1», не ослабевает. Мы с удовольствием выполняем эти просьбы, но предварительно хотели бы освежить в памяти некоторые сведения о транспортном космическом корабле «Союз», который, естественно, много раз упоминается в публикуемых ниже статьях.

Основная задача космического корабля «Союз» — доставить экипаж и научную аппаратуру на орбитальную станцию «Салют» и вернуть экипаж с материалами научных исследований на Землю.

Корабль имеет три основных отсека: **орбитальный отсек со стыковочным агрегатом, спускаемый аппарат и приборно-агрегатный отсек.** Стартовая масса «Союза» — 6800 кг, максимальная длина — 7,94 м, максимальный диаметр — 2,72 м.

**Орбитальный отсек** служит местом работы и отдыха космонавтов. Это — «жилая комната» объемом 6,5 м<sup>3</sup>. В ней размещена аппаратура радиотехнической системы сближения, телевизионной системы и агрегатов системы обеспечения жизнедеятельности. На внешней поверхности отсека установлены антенны системы сближения, радиоконтроля орбиты и телекамеры внешнего обзора — без них не проконтролируешь процесс стыковки. Снаружи отсек закрыт экранно-вакуумной теплоизоляцией. Внутри отсека системы терморегулирования поддерживают температуру от 10 до 30° С.

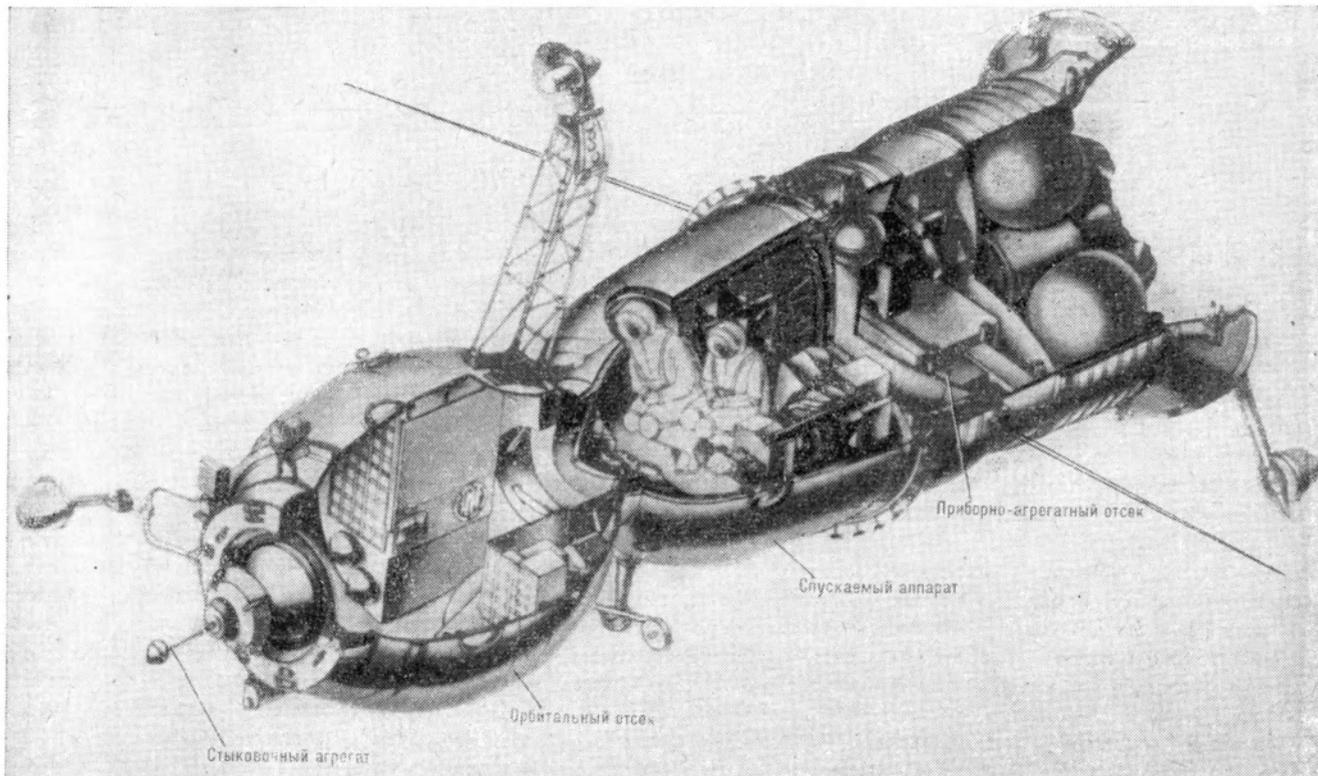
Стыковочный агрегат нужен не только для механической, но и для гидравлической и электрической стыковки корабля со станцией — через него космонавты переходят в помещение станции.

**Спускаемый аппарат** — это место экипажа не только при спуске на Землю, но и при выведении корабля на орбиту, и в момент его стыковки со станцией. Спускаемый аппарат — главное рабочее место космонавтов при управлении кораблем в полете. Во время выведения на орбиту и спуска на Землю космонавты, одетые в скафандры, сидят в специальных амортизированных креслах. Хотя внутренний объем спускаемого аппарата и невелик — 3,8 м<sup>3</sup>, в нем размещены приборы и оборудование системы управления спускаемым аппаратом во время спуска, системы ручного управления, системы обеспечения жизнедеятельности экипажа, системы управления бортовым комплексом, аппаратура радиотехнической системы связи. Здесь также установлены контейнеры с научным оборудованием.

На одном из трех иллюминаторов стоит оптический визир-ориентатор, который помогает управлять кораблем на участках причаливания, стыковки и при ручной ориентации «Союза» на Землю. Специальное теплозащитное покрытие предохраняет оборудование и экипаж от перегрева при спуске. Спускаемый аппарат не падает камнем — он может совершать планирующий спуск в атмосфере в заданный район посадки. Для управления аппаратом при спуске на его корпусе установлено шесть микрореактивных двигателей. Спускаемый аппарат оборудован основной и запасной парашютной системами. На высоте 9,5 км раскрывается тормозной парашют. Когда скорость погаснет, вводится в действие основной купол парашютной системы, а непосредственно у Земли, на высоте 1 м, включаются двигатели мягкой посадки и аппарат садится со скоростью 3—4 м/с.

В **приборно-агрегатном отсеке** размещены основные служебные системы корабля, обеспечивающие автономный полет, сближение и стыковку, полет вместе с орбитальной станцией и расстыковку. В переходной секции этого

## КОМПЛЕКС «САЛЮТ-6» – «СОЮЗ»



### ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ «СОЮЗА»:

Экипаж	2 чел.
Масса корабля	6 800 кг
Масса спускаемого аппарата	2 800 кг
Масса полезного груза, возвращаемого с орбитальной станции	~ 50 кг
Время полета:	
автономное	3 сут.
в составе орбитальной станции	90 сут.
Параметры орбиты:	
высота	200—350 км
наклонение	51,6°

Космический транспортный корабль  
«Союз»

отсека установлены баки с топливом и десять двигателей причаливания и ориентации, тягой 10 кг каждый, используемых для ориентации корабля относительно центра масс в полете и при сближении со станцией «Салют».

**Приборная секция** герметична. Внутри нее — аппаратура служебных систем корабля и основные агрегаты системы терморегулирования. Здесь же находится аппаратура системы ориентации и управления движением корабля, радиотехнические средства. Блоки системы электропитания (часть блоков размещена и в агрегатной секции) питают бортовую аппаратуру постоянным током — напряжение 27 В — с момента перехода на бортовое питание на стартовой площадке и до перехода на питание от станции, а затем, конечно, и после расстыковки. (После разделения отсеков «Союза» спускаемый аппарат переходит на автономное питание.)

В **агрегатной секции** находится сближающе-корректирующая двигательная установка корабля. Снаружи секции установлены четыре двигателя причаливания и ориентации, тягой 10 кг каждый, и восемь двигателей ориентации, тягой 1 кг каждый, навесной радиатор-излучатель, датчики системы ориентации и управления движением, антенны радиотелеметрической системы и радиотехнической системы сближения.

«Союз» выводится на орбиту трехступенчатой ракетой-носителем. Для спасения экипажа в случае аварии ракеты-носителя на старте или на участке выведения корабля на орбиту предусмотрена система аварийного спасания. В случае аварии она отделяет и уводит в сторону от носителя часть корабля с экипажем и спускаемый аппарат на парашюте садится на Землю.



Кандидат технических наук  
Л. Г. АЛЕКСЕЕВ  
Кандидат технических наук  
Ю. С. ПАВЛОВ  
Профессор  
К. П. ФЕОКТИСТОВ

## Орбитальная станция «Салют-6»

Станция «Салют-6» создавалась не только как инструмент для исследования космического пространства. Конструктивные особенности позволяют использовать ее и для решения многих задач, стоящих перед космической техникой.

Станция состоит из пяти отсеков: **переходного, рабочего, промежуточной камеры, агрегатного и отсека научной аппаратуры.**

На активном участке выведения станции на орбиту переходный отсек и часть рабочего отсека (диаметром 2,9 м) закрыты головным обтекателем, а отсек научной аппаратуры — сбрасываемой крышкой. Головной обтекатель защищает расположенные под ним на внешней поверхности станции солнечные батареи (в сложенном состоянии), радиатор системы терморегулирования, оптические датчики системы ориентации, спектрометры, элементы системы энергопитания и терморегулирования. После выхода ракеты-носителя из плотных слоев атмосферы головной обтекатель и защитная крышка отсека научной аппаратуры сбрасываются. Нижняя часть рабочего и агрегатного отсеков закрыта несбрасываемым пластиковым кожухом.

### РАБОЧИЙ ОТСЕК

Он образован двумя цилиндрическими оболочками (диаметром 2,9 и 4,15 м и длиной, соответственно, 3,5 и 2,7 м), соединенными конической оболочкой (длина вдоль оси 1,2 м). Торцы отсека закрыты сферическими днищами.

Снаружи рабочего отсека установлены три панели ориентируемых солнечных батарей с автоматической

**Станция «Салют-6» ознаменовала новый этап освоения человеком космоса. Увеличена длительность пилотируемого и беспилотного полетов, усовершенствованы характеристики станции и средства обеспечения длительного пребывания человека в космосе.**

ориентацией на Солнце, площадью 20 м<sup>2</sup> каждая, радиаторы системы терморегулирования, антенны радиосистем (сближения, связи, измерений траектории, командного управления), оптические датчики и приборы.

В рабочем отсеке размещается основное оборудование станции, система управления ею, здесь экипаж работает, ест и спит. Приборы и оборудование расположены вдоль стен станции, по правому и левому борту в приборных зонах. Экипаж отделен от приборов и оборудования съемными стенками — «панелями интерьера». В зоне большого диаметра, по левому и правому борту, за панелями интерьера размещены химические батареи и приборы системы энергопитания, системы управления бортовым комплексом, радиоаппаратура связи, командная радиолиния, радиоаппаратура измерений траектории, аппаратура ориентации и управления движением.

Гироскопические приборы укреплены на специальной жесткой раме в передней части рабочего отсека, у самого люка, соединяющего рабочий отсек с переходным. Здесь же располагаются центральный пост управления станцией — **пост № 1** — с двумя рабочими местами, пост уп-

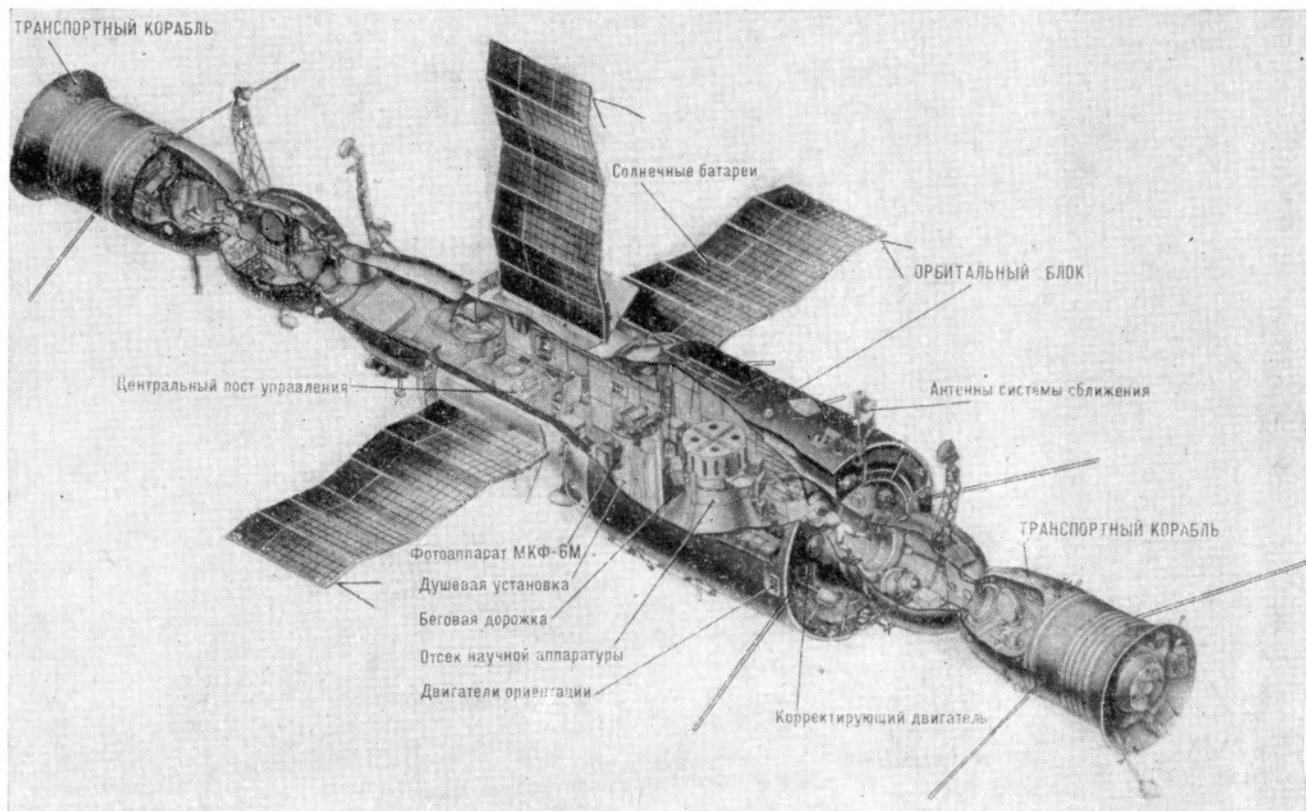
равления всеми основными системами, ориентацией, работой двигательной установки. Справа от центрального пульта — пульт бортовой вычислительной машины, экран справочно-информационного устройства.

Остальные посты управления предназначены для работы с исследовательской аппаратурой.

Все посты управления и рабочие места космонавтов имеют средства внутренней громкоговорящей связи и снабжены светильниками дневного света. Другие светильники используются для создания общей освещенности. Во время кино- и фотосъемок, телерепортажей космонавты включают дополнительные источники освещения.

**Пост № 2** расположен также в зоне малого диаметра рабочего отсека, но ближе к конической его части. Это — астропост. Отсюда экипаж ориентирует станцию по звездам для проведения астрофизических исследований. С **поста № 3**, который находится возле отсека научной аппаратуры, космонавты управляют бортовым субмиллиметровым телескопом БСТ-1М. **Пост № 4** в районе конической части рабочего отсека предназначен для управления медико-биологической аппаратурой. Здесь же установлен пульт управления фотоаппаратурой станции.

На иллюминаторе около поста № 4 укреплен многоканальный космический фотоаппарат МКФ-6М для проведения съемок по программе исследования природных ресурсов Земли. Аппарат изготовлен в Германской Демократической Республике («Земля и Вселенная», № 2, 1977, с. 10—15.— Ред.).



Масса аппарата 170 кг, он имеет шесть каналов съемки (два — в инфракрасной, остальные — в видимой части спектра)

Позади центрального поста управления — «столовая»: небольшой столик, увеличивающийся за счет откидных панелей. На поверхности стола есть приспособления для фиксации предметов. Установлена емкость с питьевой водой. Этот же стол может использоваться для проведения мелкого ремонта оборудования станции. Рядом со «столовой» — «кухня» с подогревателем пищи и набором столовых принадлежностей. Шкафы с продуктами питания размещены в зоне большого диаметра, по правому и левому борту.

Запасы воды хранятся в емкостях у заднего днища отсека. Питьевую воду можно получать и непосредственно на станции, используя систему регенерации воды из конденсата в атмосфере. Принцип действия ее основан на осаждении воды из воздуха на охлаждаемую поверхность.

После того, как вода осела на поверхность, ее собирают, многократно очищают и подогревают. И вода — готова для питья.

Спят космонавты в задней части рабочего отсека, «вверху», на боковых панелях.

У люка, ведущего в промежуточную камеру, находится туалетная комната, отделенная от общего объема пологом с застежкой-молнией.

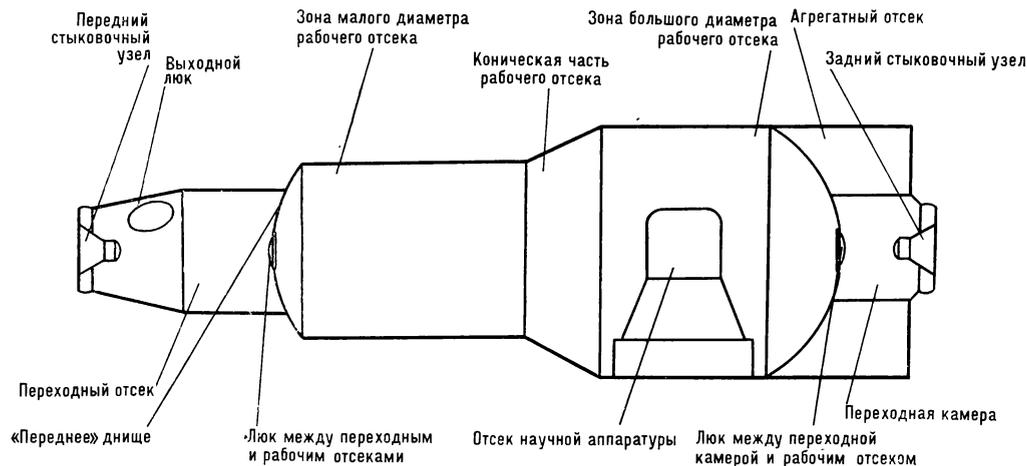
На станции предусмотрены две шлюзовые камеры для сброса отходов. Шлюзовая камера состоит из двух основных частей: неподвижного внешнего корпуса и подвижного внутреннего.

Внутренний корпус (его форма близка к сферической) может поворачиваться открытой стороной внутрь рабочего отсека и наружу. Непод-

вижный корпус по форме тоже близок к сфере. Со стороны рабочего отсека он закрыт крышкой, а снаружи — открыт во внешнее пространство. По контуру этого отверстия проложено герметизирующее кольцо. Когда внутренний подвижный корпус повернут отверстием внутрь, то он прижат к герметизирующему кольцу. В этом положении камера «заряжается» (на специальное «отстреливающее» устройство внутри подвижного корпуса устанавливается контейнер с отходами). Затем крышка закрывается, подвижный корпус поворачивается отверстием наружу и контейнер сбрасывается. Выброшенные контейнеры сгорают в плотных слоях атмосферы.

Одна из камер используется также и для проведения технологических экспериментов с установкой «Сплав-1». Это — универсальная импульсная электрическая нагревательная печь. Электронная аппаратура управления печью обеспечивает необходимые режимы нагрева, выдержи-

■  
*Научно-исследовательский орбитальный комплекс «Салют-6» — «Союз»*



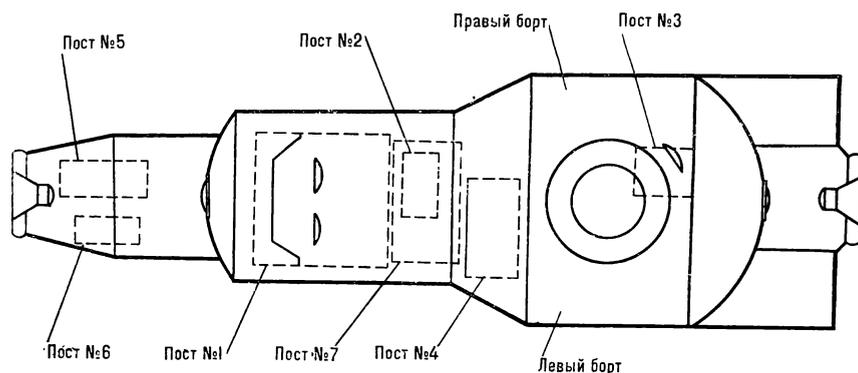
ки и охлаждения исследуемых веществ. На этой установке ведутся эксперименты по новым технологическим процессам для получения уникальных материалов в невесомости, получение которых на Земле проблематично.

На станции «Салют-6» изучалось влияние микрогравитации на рост кристаллов полупроводниковых соединений (антимонида индия, теллуридов кадмия и ртути и интерметаллического соединения алюминия с магнием).

Впервые на орбитальной станции «Салют» установлена душевая раскладывающаяся кабина с прозрачными мягкими стенками и водонепроницаемой застежкой-молнией. Ее место — в зоне большого диаметра, вблизи конической части.

В верхней части кабины укреплен распылитель, подающий горячую воду. С помощью вентилятора создается постоянный поток воздуха, увлекающий за собой капли воды. Вентилятор должен для капелек воды заменять земное притяжение.

Поскольку станция «Салют-6» рассчитана на длительные полеты, она оснащена спортивными снарядами для физической тренировки экипажа. В конической части на полу установлена бегущая дорожка. На ней космонавт в специальном нагрузоч-



ном костюме, притянутый резиновыми лентами к конструкции, может «ходить» и «бегать»; испытывая нагрузку, близкую к той, которую человек получает при выполнении этих упражнений на Земле.

В зоне малого диаметра на «потолке» (пост № 7) закреплен велоэргометр. Космонавт, работая педалями, как на велосипеде, получает дозированную нагрузку («Земля и Вселенная», № 2, 1978, с. 11—15.—Ред.).

Пневмовакuumный костюм «Чибис» для компенсации воздействия невесомости на систему кровообращения расположен также в конической части. В этом костюме на нижнюю часть тела космонавта действует пониженное давление, что способствует приливу крови к ногам и создает дополнительную нагрузку на сердечную мышцу.

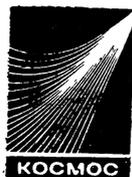
## ПЕРЕХОДНЫЙ ОТСЕК

На переходном отсеке, соединенном люком с рабочим отсеком, установлен стыковочный агрегат, аналогичный стыковочным агрегатам предыдущих «Салютов». К нему стыкуются пилотируемые транспортные корабли. Переходный отсек выполняет также функции шлюзового отсека при выходе космонавтов в открытый космос. Для этого на боковой поверхности сделан специальный люк. В переходном отсеке размещены пульта обеспечения выхода, скафандры.

Летчик-космонавт СССР Г. М. Гречко выходил в открытый космос не через боковой люк, а через люк сты-

Расположение отсеков станции «Салют-6»

Основные зоны работы экипажа на станции «Салют-6» (вид сверху)



ковочного агрегата, так как нужно было исследовать именно этот агрегат.

Внутри переходного отсека размещены также два астропоста (пост № 5 и № 6). Здесь — пульты управления, ручки управления ориентацией, средства ведения связи.

Иллюминаторы переходного отсека направлены в разные стороны, что делает его удобным для визуальных наблюдений. Если нужно провести наблюдения в тени Земли, можно закрыть люки как со стороны корабля, так и со стороны станции и включить освещение внутри отсека (чтобы внутреннее освещение не мешало наблюдениям). Большинство визуальных наблюдений Г. М. Гречко произвел именно из этого отсека.

#### ПРОМЕЖУТОЧНАЯ КАМЕРА

Она соединена люком с рабочим отсеком с противоположной переходному отсеку стороны. Промежуточная камера, так же как и переходный отсек, имеет цилиндрическую и коническую части, только она короче (длина 1,3 м). Как и на переходном отсеке, на промежуточной камере установлен стыковочный агрегат. К этому агрегату может стыковаться и пилотируемый транспортный корабль «Союз», и автоматический грузовой корабль «Прогресс». Через этот агрегат ведется дозаправка станции компонентами топлива. В стыковочном агрегате проложены гидромагистраль для подачи горючего и окислителя. Они заканчиваются гидроразъемами, с которыми соединялись ответные гидроразъемы стыковочного узла корабля «Прогресс». В горловинах корабля есть специаль-

ные уплотнительные прокладки, обеспечивающие герметичность этого соединения.

#### АГРЕГАТНЫЙ ОТСЕК

Он также крепится к рабочему отсеку со стороны заднего днища. В агрегатном отсеке находится объединенная двигательная установка. Отсек не герметичный, цилиндрической формы, диаметром 4,15 м и длиной 2,2 м. Здесь размещены шесть топливных баков, два корректирующих двигателя, 32 двигателя ориентации, блок компрессоров системы дозаправки топливом.

#### ОТСЕК НАУЧНОЙ АППАРАТУРЫ

Представляет собой коническую нишу в рабочем отсеке. Здесь установлены крупногабаритные инструменты для научных исследований и, в частности, бортовой субмиллиметровый телескоп БСТ-1М. Система охлаждения приемника телескопа обеспечивает температуру примерно 4,2 К.

Бортовой телескоп БСТ-1М — самый крупный исследовательский инструмент станции. Масса его 650 кг, диаметр главного зеркала 1,5 м. Телескоп регистрирует излучение в трех диапазонах электромагнитных волн: субмиллиметровом, инфракрасном, ультрафиолетовом.

Специальная защитная крышка открывает нишу отсека научной аппаратуры только на время работы телескопа, она же предохраняет телескоп от солнечных лучей.

После полета летчик-космонавт СССР Г. М. Гречко сказал: «Мы убедились в работоспособности телескопа. Следующая экспедиция сможет на нем продолжать эксперименты».

Основное принципиальное усовершенствование станции «Салют-6» — установка второго стыковочного узла.

Наличие второго стыковочного узла существенно расширило возможности станции. Она может принять на борт одновременно два экипажа. Это позволяет выполнять сложные операции с участием четырех человек. Существенно повысилась безопасность полета: в любой момент в случае необходимости можно направить к станции корабль-спасатель с экипажем или автоматический. Увеличилась гибкость программы исследований: в ходе полета на станцию могут прибыть специалисты с новой исследовательской аппаратурой, что особенно важно при проведении программ международного сотрудничества. Теперь можно пополнить расходные запасы станции: топливо, продукты жизнедеятельности, фото- и киноплёнки и др.

Окончен первый этап программы полета станции «Салют-6». Очень высоко оценил его Генеральный секретарь ЦК КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР Л. И. Брежнев. 11 апреля 1978 года в Кремле, вручая участникам 96-суточной героической эпопеи в космосе высокие награды, он сказал: «...То, что было сделано на протяжении почти ста дней в конце 1977 и в январе — марте 1978 года, — это настоящий подвиг. Подвиг научный, технический, организационный, но прежде всего — чисто человеческий... Трудно переоценить то, что сделано в ходе пилотируемого полета научно-исследовательского орбитального комплекса. За 96 дней полета товарищи Романенко и Гречко побили мировой рекорд продолжительности пребывания в космосе. Станция на орбите с двумя пристыкованными космическими кораблями — такого тоже еще не бывало в истории космонавтики. И также впервые на орбитальную станцию прибыл автоматический посланец Земли — грузовой корабль с новым запасом топлива, материалов, приборов и даже со свежей почтой. Все впервые, а значит все было особенно сложным, особенно ответственным. Все было сделано отлично. И полет, и стыковки,

**Л. И. ИВАНОВ**  
Кандидат технических наук  
**Ю. С. ПАВЛОВ**  
Профессор  
**К. П. ФЕОКТИСТОВ**

## Космический грузовик

и выполнение широкой программы важных научно-технических исследований.

Выучка и мужество космонавтов, самоотверженный труд тех, кто готовил полет и обеспечивал четкую, безотказную работу всего сложнейшего космического исследовательского комплекса, принесли свои плоды. Сделан новый крупный вклад в осуществление решений XXV съезда КПСС о развитии исследований и использовании космического пространства в мирных целях.

### ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ «САЛЮТА-6»:

Масса станции, включая массу двух транспортных кораблей	32 500 кг
Масса станции после выведения на орбиту	18 900 кг
Общая длина станции, состыкованной с двумя транспортными кораблями	~29 м
Длина станции без транспортных кораблей	~15 м
Максимальный диаметр станции	4,15 м
Число членов экипажа	2—4 чел.
Масса научного оборудования, выводимого на орбиту	1 500 кг
Параметры рабочей орбиты:	
высота	350 км
наклонение	51,6°
Тяга корректирующего двигателя	300 кг
Площадь солнечных батарей	60 м <sup>2</sup>

**На вопрос, как восполнить запасы на современной орбитальной станции, ответил запуск первого в истории космонавтики транспортного грузового корабля «Прогресс-1».**

### ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОРАБЛЮ

Этот космический грузовик должен уметь многое: доставить научную аппаратуру и оборудование, кино- и фотоматериалы, почту космонавтам и топливо для двигательной установки. Ведь ничто не вечно: выходят из строя приборы, расходуется топливо, уходит воздух из жилых помещений (например, при шлюзовании отходов).

Не существовало дилеммы «быть или не быть» кораблю, но «каким быть?» — вот вопрос. Нужно было определить его размеры, рассчитать, сколько и каких материалов и оборудования, необходимых для обслуживания орбитальных станций типа «Салют», он сможет взять на борт. Одни разработчики считали, что его должен пилотировать экипаж, другие предпочитали беспилотный вариант. Первое предложение давало возможность вернуть материалы и оборудование на Землю, зато второе было экономичнее: при одинаковой общей массе корабля масса груза оказывалась существенно больше. А миссия возвращения материалов с результатами научных исследований, проведенных на станции, возлагалась на транспортные корабли «Союз» одновременно с основной задачей — доставкой на станцию и возвращением

на Землю экипажа. Победила экономика: «Прогресс-1» только доставляет материалы и оборудование на станцию.

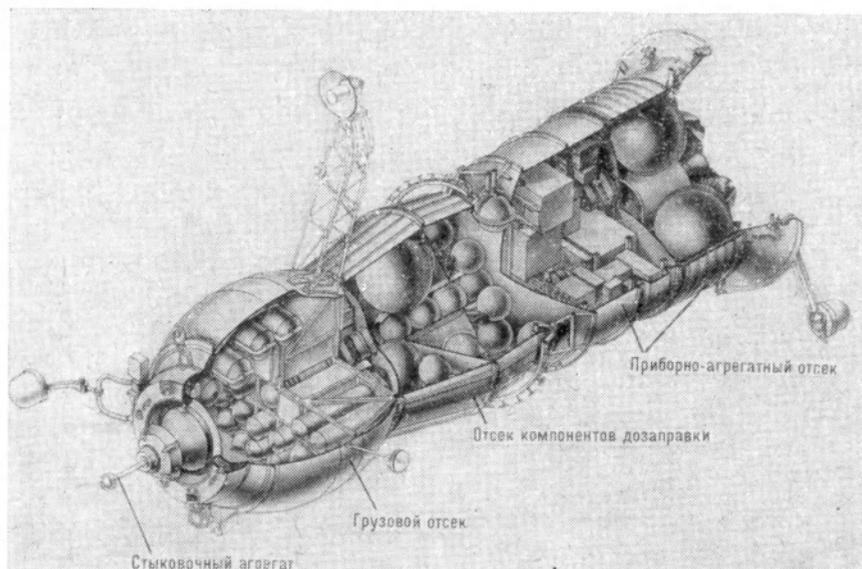
Определить размеры грузового корабля тоже непростое дело. Кроме мелких требований были и основные: **вышедшее из строя или исчерпавшее свои возможности оборудование заменять через относительно короткий срок; затраты на доставку грузов (с учетом непредвиденных ситуаций, которые могут привести к потере выводимых на орбиту материалов и оборудования) должны быть минимальны; элементы конструкции корабля должны создавать как можно меньше помех работе антенн, оптических датчиков и солнечных батарей станции, система ориентации и управления движением корабля вместе со сближающе-корректирующей установкой должны обеспечивать проведение орбитальных маневров станции.** Последнее требование вызвано тем, что после стыковки со стороны агрегатного отсека двигателя станции включать нельзя, так как их факелы жгли бы при работе элементы конструкции корабля. Оптимальные размеры и масса грузового корабля для станции «Салют-6» оказались близки к размерам и массе транспортного пилотируемого корабля «Союз». Появилась возможность использовать приборы, агрегаты и элементы конструкции «Союза». Материалы и оборудование, доставляемые на станцию, решили разместить в герметичном отсеке, непосредственно соединенном со стыковочным агрегатом, поскольку стыковочный агрегат имеет люк для входа в этот отсек.

Агрегатам и пневмогидроарматуре, обеспечивающим транспортировку ядовитых компонентов топлива в баки двигателей установки и сжатых газов в жилые отсеки станции, отвели негерметичный отсек, так что пары топлива не могут попасть в жилые помещения, а возможные утечки сжатого газа не повышают давление внутри герметичных отсеков. Не герметичен и отсек с агрегатами и пневмогидроарматурой двигателей ориентации и сближающе-корректирующей установки. Бортовым системам отводился герметичный отсек, заполненный нейтральным газом (азотом). При разработке корабля конструкторы все время помнили, что максимальные размеры «Прогресса» со сложными антеннами не должны превышать аналогичных размеров корабля «Союз». В противном случае нельзя будет использовать для запуска ту же ракету-носитель, что выводит «Союз» на орбиту, и его головной обтекатель, который закрывает корабль при движении ракеты в плотных слоях атмосферы.

#### СТРУКТУРА КОРАБЛЯ

Три основных отсека: **грузовой со стыковочным агрегатом, отсек компонентов дозаправки и приборно-агрегатный** — таков грузовой космический корабль «Прогресс-1». Название каждого из них говорит само за себя: все доставляемые на станцию грузы размещены в грузовом отсеке и отсеке компонентов дозаправки, а приборы и агрегаты бортовых систем — в приборно-агрегатном.

**Грузовой отсек** герметичен. Он состоит из полусферических тонкостенных оболочек, соединенных цилиндрической вставкой. В передней



части отсека находится стыковочный агрегат с внутренним люком-лазом. На противоположной стороне — кольцевой шпангоут, который соединяет грузовой отсек с отсеком компонентов дозаправки. Для сокращения времени на разгрузку и для удобства переноса все грузы малых размеров уложены в контейнеры, а крупногабаритное оборудование и приборы установлены на специальном каркасе. Контейнеры, в свою очередь, тоже прикреплены к этому каркасу. Надо сказать, что «космические крепления» существенно отличаются от земных. Вспомните, сколько раз нужно повернуть болт, чтобы вывинтить его из какой-нибудь части автомашины. Здесь же достаточно повернуть головку болта всего лишь на четверть оборота.

Человек вполне мог бы находиться в грузовом отсеке «Прогресса»: объем отсека 6,6 м<sup>3</sup>, атмосферное давление — «земное» — 760 мм рт. ст., температура тоже вполне приемлемая — от 3 до 30° С.

Стыковочный агрегат «Прогресса-1» лишь немногим отличается от своего прародителя — агрегата корабля «Со-

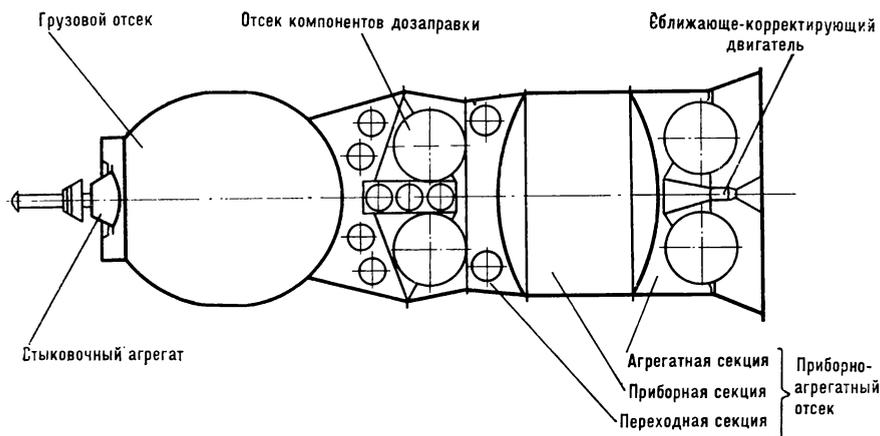
Грузовой космический корабль «Прогресс-1»

юз». В него, в связи со специфическими задачами, введены дополнительные автоматические гидроразъемы, которые герметично соединяют гидромагистрали системы дозаправки грузового корабля с гидромагистралями двигательной установки станции. Люк-лаз стыковочного агрегата может открываться автоматически и вручную.

**Отсек компонентов дозаправки** не герметичен. Он состоит из двух тонкостенных оболочек, имеющих форму усеченного конуса, соединенных основаниями. Одна оболочка прикреплена к грузовому, а другая — к приборно-агрегатному отсеку. Внутри отсека компонентов дозаправки установлены четыре бака с топливом, баллоны со сжатым воздухом и азотом, датчики, сигнализаторы и другие элементы системы дозаправки топливом и газом. Внутри отсека поддерживается температура от 0 до 30° С.

**Приборно-агрегатный отсек** имеет три секции: переходную, агрегатную и приборную. Первые две по конструкции и составу оборудования аналогичны таким же секциям корабля «Союз». Объем же приборной секции увеличен почти вдвое.

На внешней поверхности грузового корабля установлены многочислен-

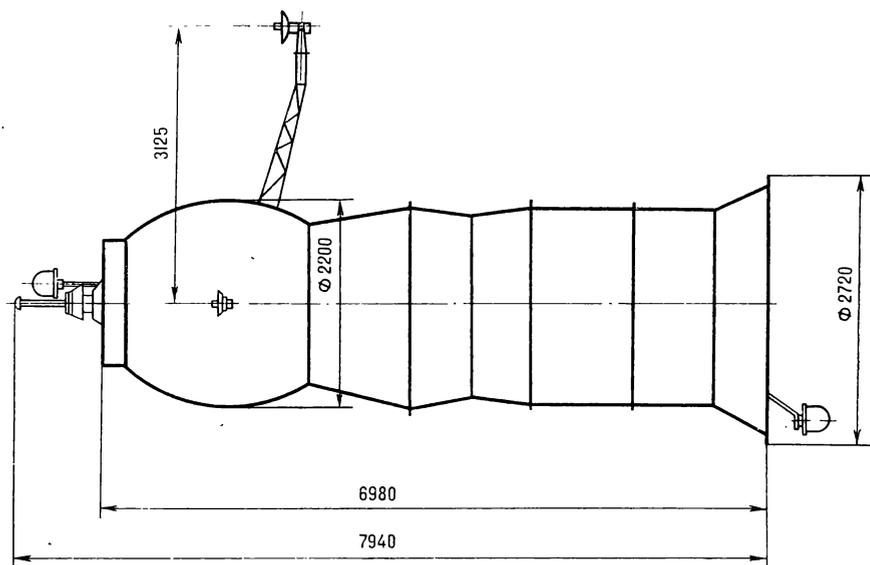


ные антенны радиотехнических систем, оптические приборы, датчики, двигатели системы ориентации и управления движением. Чтобы экипаж и специалисты Центра управления полетом могли контролировать сближение, причаливание и стыковку, там же укреплены три световых индекса (огни) и две телевизионные камеры. Ось поля зрения одной камеры направлена вдоль продольной оси корабля, а ось второй — перпендикулярно.

#### СИСТЕМЫ ГРУЗОВОГО КОРАБЛЯ

Бортные системы грузового корабля по своему назначению аналогичны таким же системам пилотируемого корабля «Союз». Исключение составляют лишь системы дозаправки топливом и воздухом.

Программно-временные устройства, радиотехнические системы, системы электропитания, стыковки, внутреннего перехода заимствованы у корабля «Союз» с очень небольшими доработками. Системы ориентации и управления движением, управления бортовым комплексом существенно изменились в результате появления новых, полностью автоматических режимов управления и в связи с необходимостью повышения надежности их работы. Система ориентации и

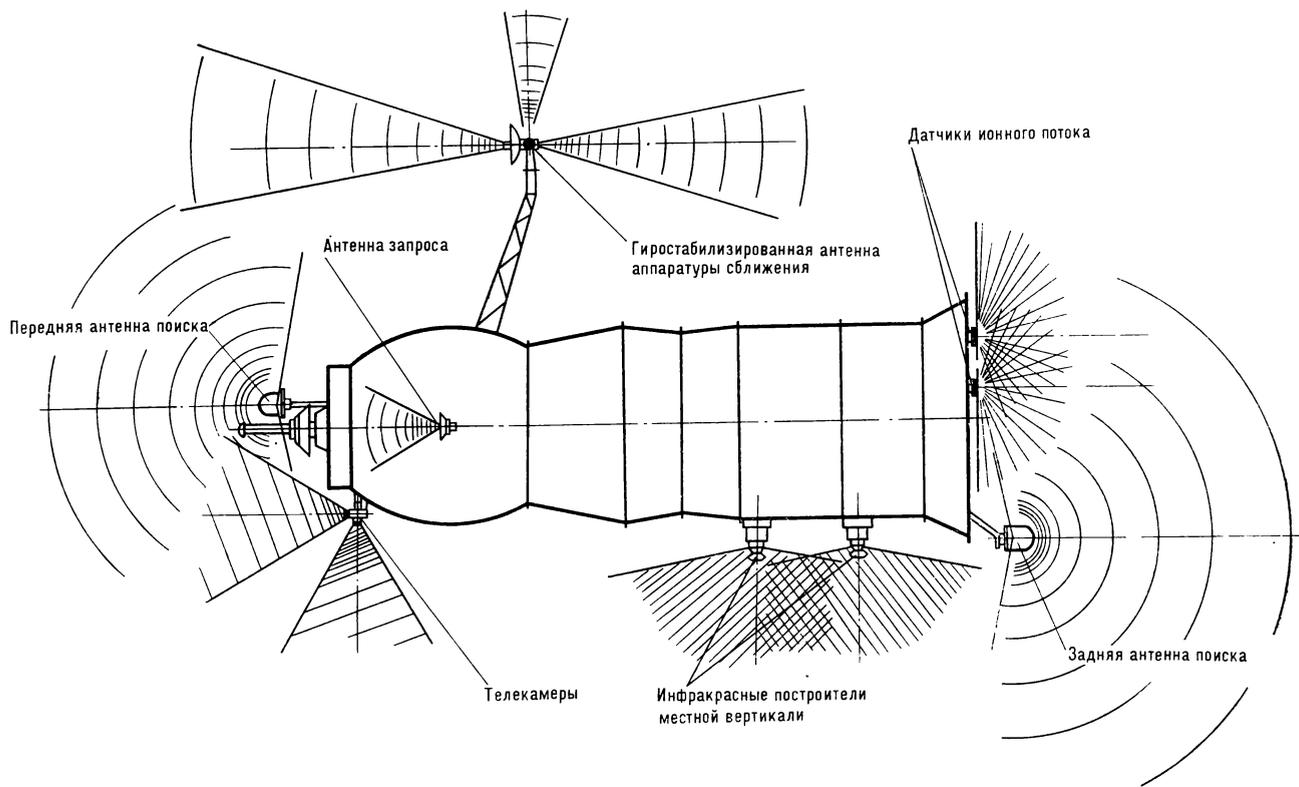


управления движением вместе с управляющими реактивными двигателями и сближающе-корректирующей установкой ориентирует грузовой корабль в пространстве, поддерживает заданную ориентацию в течение длительного времени, обеспечивает возможность изменения режимов ориентации. Она же с высокой точностью измеряет приращение скорости во время работы двигательной установки, подает команду на ее выключение и, наконец, вместе с радиотехнической аппаратурой сближения осуществляет сближение и причаливание корабля к станции. Радиотехническая аппаратура сближения из-за своей

сложности составляет предмет особой заботы конструкторов. На участке сближения корабля и станции она определяет параметры относительного движения и передает их в вычислительное устройство системы управления. Ее отличие от такой же аппаратуры на «Союзах» в том, что информация о сближении с ее помощью попадает и на «Салют». Поэтому экипаж орбитальной станции

Структурная схема корабля «Прогресс-1»

Основные размеры корабля «Прогресс-1» (мм)



может контролировать подход грузового корабля.

Приблизиться кораблю к станции помогают управляющие реактивные двигатели — 14 двигателей причаливания и ориентации тягой по 10 кг каждый и 8 двигателей точной ориентации тягой по 1 кг. Работают они на однокомпонентном топливе.

Корректирующие двигатели включаются при формировании **монтажной орбиты**, сближении корабля со станцией. Когда программа полета выполнена и корабль отделился от станции, они возвращают его в плотные слои атмосферы.

Для работы бортовых систем корабля необходима **система электропитания**. Поскольку речь идет о постоянном токе, на грузовом корабле установлены батарея аккумуляторов (она состоит из шести блоков) и датчики контроля запаса электроэнергии в батареях. Емкости батареи хватает на полет «Прогресса» в течение четырех суток. После стыковки с орбитальной станцией обязанности по снабжению грузовика электричест-

вом возлагаются на ее систему электропитания. В это же время проводится и подзарядка аккумуляторов грузового корабля.

Тепловой режим внутри корабля поддерживает **система терморегулирования**. Ее пассивные средства — экранно-вакуумная теплоизоляция, различные покрытия внешних поверхностей — сводят к минимуму нерегулируемый теплообмен корабля с окружающим космическим пространством. Активные средства позволяют отобрать тепло от внутренних источников, перераспределить его внутри корабля, а избыток рассеять в окружающее пространство. Вот как это происходит. Тепло от аппаратуры передается циркулирующему в приборном отсеке воздуху. Циркуляция — принудительная, от вентиляторов. Нагретый воздух в газожидкост-

ном теплообменнике охлаждается жидкостью гидросистемы. Тепловой режим некоторых приборов обеспечивается непосредственно жидкостью гидросистемы, пропускаемой по каналам, расположенным в элементах их конструкции. Циркуляцию жидкости обеспечивают насосы. Избыточное тепло из гидросистемы передается на поверхность наружного радиатора, откуда рассеивается в окружающее пространство.

**Система дозаправки топливом** обеспечивает проверку герметичности магистралей после стыковки гидроузлов корабля и станции, транспортировку горючего и окислителя, продувку и вакуумирование топливных магистралей после окончания заправки. В нее входит и система, пополняющая атмосферу станции через грузовой отсек и люк-лаз. Если по какой-либо причине экипаж не может сам заниматься дозаправкой, тогда это сделают специалисты Центра управления полетом (система может работать и автоматически по командам с Земли).

■ *Схема полей зрения антенн, аппаратуры сближения и датчиков системы управления корабля «Прогресс-1»*



На Земле всегда важно знать точное местонахождение корабля, передать на борт команды управления и принять сигналы об их исполнении, получить сведения о состоянии и работе бортовых систем, телевизионных камер. Для этого корабль оснащен **комплексом радиотехнических систем**. Программно-временные устройства подают команды в заданной последовательности в системы корабля во время полета. На грузовом автоматическом корабле — это основной способ управления при проведении динамических операций.

И, наконец, **система управления бортовым комплексом**. Она обеспечивает взаимодействие бортовых систем и агрегатов при управлении с Земли и с пультов станции и распределяет электрическую энергию между потребителями.

Как уже говорилось, при создании корабля «Прогресс-1» предполагалось максимально использовать приборы, агрегаты и элементы конструкции корабля «Союз». Это было сделано, однако в целом «Прогресс» получился другим. В связи с иными целями и программой полета, новой системой дозаправки топливом конструкции отсеков, электрические и пневмогидравлические схемы основных систем оказались практически новыми. Длительная наземная отработка бортовых систем и конструкции, применение приборов и агрегатов, прошедших летные испытания на корабле «Союз», позволили совместить две задачи — доставку грузов на станцию «Салют-6» и первые летные испытания систем и конструкции нового грузового корабля.

#### «ПРОГРЕСС-1» В ПОЛЕТЕ

Первый грузовой корабль был запущен 20 января 1978 года. Как только отделилась последняя ступень ракеты-носителя, по команде с Земли раскрылись антенны радиотехнических систем, выдвинулись в исходное положение штанги активного стыковочного агрегата. В течение первых суток проверялась работоспособность бортовых систем и, прежде всего, системы ориентации и управления движением, радиотехнической аппаратуры сближения и стыковки, а также корректирующей двигательной установки. Заключительной операцией первых суток полета была коррекция орбиты корабля. На вторые сутки полета был проведен последний этап коррекции орбиты. Итак, к концу вторых суток завершилось формирование монтажной орбиты грузового корабля. Она имела параметры, необходимые для сближения и стыковки со станцией. На третьи сутки полета началось автоматическое сближение, причаливание и стыковка корабля со станцией. Центр управления полетом и космонавты Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко благодаря прямому телевизионному репортажу с борта станции и постоянной радиосвязи непрерывно контролировали ход операции. 22 января в 13 часов 12 минут московского времени произошла механическая сцепка стыковочных агрегатов грузового корабля и станции «Салют-6», а затем стягивание стыковочных агрегатов. Были состыкованы электро- и гидроразъемные системы дозаправки топливом. После этого система электропитания корабля была подключена к систе-

ме электропитания станции и экипаж смог управлять системами корабля с борта «Салюта-6».

На следующие, четвертые сутки полета у экипажа был день отдыха, однако Центр управления полетом по настоятельной просьбе Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко разрешил открыть люки, ведущие в грузовой отсек. Очень уж им хотелось как можно быстрее посмотреть на доставленный груз. Экипажу предстояло снять и перенести на станцию 1,3 т — несколько сотен предметов (это только кажется, что в невесомости легко). После этого нужно было закрепить каждый предмет на его месте, а в довершение перенести в грузовой отсек использованные агрегаты и приборы — тоже несколько сот килограммов — и закрепить их. Но не только «грузчиками» были космонавты в это время. Параллельно они готовились к дозаправке станции топливом и газами. Как мы уже говорили, станцию можно дозаправить и по командам с Земли. Но «Земля» приняла решение, что подавать команды и контролировать работу системы дозаправки будет экипаж, а специалисты Центра управления полетом будут следить за ходом дозаправки и при необходимости давать консультации. А консультации могли понадобиться. Ведь для того, чтобы дозаправить двигательную установку станции каждым компонентом топлива, космонавты должны проверить герметичность магистрали, количество топлива, оставшегося в баках станции к моменту дозаправки, снизить давление в баках до заданной величины, затем проследить за транспортировкой топлива из баков

## Первый международный экипаж в космосе

грузового корабля в баки станции, продувкой и вакуумированием магистралей для удаления остатков топлива.

25 января экипаж приступил к переноске грузов и дозаправке станции топливом. Несмотря на то, что операции выполнялись в орбитальном полете впервые, все произошло в полном соответствии с программой — 3 февраля работа была закончена. 4 февраля экипажу был предоставлен очередной день отдыха. А на завтра первый грузовой корабль выступил в роли и первого космического буксира: провели коррекцию орбиты станции, использовав для этого систему управления и двигательную установку грузового корабля. 6 февраля «Прогресс-1» отстыковался, а 8 февраля был спущен в воды Тихого океана.

### ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ «ПРОГРЕССА-1»:

Масса корабля	7020 кг
Доставляемый груз	2300 кг
в грузовом отсеке	до 1300 кг
в отсеке компонентов дозаправки	до 1000 кг
Время полета: автономное	до 3—4 сут
в составе орбитальной станции	до 30 сут
Параметры орбиты:	
высота	200—350 км
наклонение	51,6°

**«...Полет комплекса «Салют-6» — «Союз» положил также начало принципиально новому этапу работы человека в космосе: впервые совершен полет международного космического экипажа...».**

Л. И. Брежнев

Более чем двадцатилетняя практика космических исследований позволяет отметить некоторые **характерные особенности развития космонавтики**. Во-первых, исследования во многих областях, например, метеорологии, физике околоземного пространства требуют глобального подхода при решении тех или иных проблем и комплексных научных программ, рассчитанных на длительное (годы и десятилетия) время. Отсюда — необходимость объединения усилий различных стран и привлечения к решению задач крупных коллективов ученых и специалистов. Во-вторых, определились следующие **основные направления космонавтики**. Задачи первого: получить научные результаты, которые помогут углубить и расширить наши представления о Вселенной. Второе — прикладное направление — должно служить удовлетворению практических потребностей людей. Третье направление — испытания новой космической техники: систем, оборудования, научной аппаратуры.

Как правило, эти три направления тесно переплетаются: ученые и специалисты стремятся максимально ис-

пользовать возможности космической техники и, наряду с испытанием нового прибора, получить информацию научного или народнохозяйственного значения. Блестящий пример комплексного использования космического объекта — работа орбитальных научных станций «Салют». На таких станциях проводятся научные исследования, испытывается и отрабатывается перспективное оборудование, ведутся эксперименты в интересах народного хозяйства.

### ПРОГРАММА «ИНТЕРКОСМОС» В ДЕЙСТВИИ

Программа «Интеркосмос», принятая в апреле 1967 года, — пример хорошо сбалансированного подхода к космическим исследованиям. Эксперименты по этой программе в области космической физики, метеорологии, связи, биологии и медицины и дистанционного зондирования Земли с помощью аэрокосмических средств постоянно нацелены, с одной стороны, на получение новых результатов, приводящих к научным открытиям, к решению актуальных проблем естествознания, а с другой стороны, на практическое использование достижений космонавтики для удовлетворения нужд человека.

С октября 1969 года по 1977 год было запущено 17 спутников серии «Интеркосмос» и шесть высотных исследовательских ракет «Вертикаль». На космических объектах (например, спутниках «Космос», «Метеор», автоматических станциях «Прогноз»), запущенных Советским Союзом по национальной программе, были установлены приборы, созданные совместно учеными и специалистами



социалистических стран — участниц программы «Интеркосмос». Эксперименты, проведенные на спутниках «Интеркосмос», ракетах «Вертикаль» и других космических аппаратах, дали важные результаты для более глубокого понимания явлений, происходящих на Солнце, в околоземном пространстве, верхней атмосфере Земли. Продолжалось изучение солнечно-земных связей, имеющих большое научное и практическое значение.

Систематические запуски метеорологических ракет по программе «Интеркосмос», циклы теоретических и экспериментальных исследований структуры облаков, разработка методов интерпретации снимков облачности, полученных из космоса, и другие совместные работы в области космической метеорологии имеют огромное практическое значение, так как в конечном счете ведут к повышению точности прогнозирования погоды.

Решению важнейших задач посвящены совместные работы в области космической биологии и медицины, космической связи, дистанционного зондирования Земли. Достаточно вспомнить специализированные биоспутники «Космос-690, -782 и -936», на которых с участием ученых социалистических стран были выполнены комплексные биологические эксперименты («Земля и Вселенная», № 6, 1977, с. 30—35.— Ред.), многозональную фотокамеру МКФ-6, разработанную специалистами СССР и ГДР

и изготовленную в ГДР. Фотокамера прекрасно показала себя при испытаниях на космическом корабле «Союз-22», а ее модифицированный вариант — на станции «Салют-6» («Земля и Вселенная», № 2, 1977, с. 10—15.— Ред.).

Каждая страна-участница программы «Интеркосмос» внесла весомый вклад в совместные исследования и эксперименты. Ученые и специалисты ГДР создали приборы и служебную аппаратуру для «солнечной» серии «Интеркосмосов», спутников, предназначенных для комплексных геофизических исследований (изучение взаимодействия магнитосферы и ионосферы Земли).

Много сделали польские ученые и специалисты в подготовке экспериментов и создании аппаратуры для исследования магнитосферы и ионосферы Земли и солнечно-земных связей. В частности, научная аппаратура, установленная на спутнике «Интеркосмос Коперник-500», разработана польскими и советскими специалистами. Польские ученые создали оригинальную методику исследования космических лучей.

Болгарские ученые сконструировали ряд приборов для ионосферных исследований. Интересные эксперименты в этой области были проведены на спутниках «Интеркосмос-8, -12, и -14».

Научные приборы и служебная аппаратура, разработанные специалистами ЧССР, устанавливались на всех спутниках серии «Интеркосмос» и шести геофизических ракетах «Вертикаль». Значительный вклад внесли чехословацкие ученые и специалисты в проведение экспериментов на био-

логических спутниках «Космос-690, -782, -936». Они принимали участие в исследованиях на некоторых космических аппаратах, запущенных в СССР по национальной программе. Например, на спутнике «Космос-900» была установлена чехословацкая аппаратура для измерения температуры электронов в ионосфере, а на автоматических станциях «Прогноз-5 и -6» — рентгеновские солнечные фотометры. Чехословацкие геофизики работают над созданием небольшого спутника, который планируется запустить вместе с одним из спутников серии «Интеркосмос».

Работа над созданием единой телеметрической системы, позволяющей принимать информацию со спутников серии «Интеркосмос» непосредственно на территории каждой страны, объединяла усилия специалистов всех стран-участниц программы «Интеркосмос». Эта система была успешно испытана во время полета спутника «Интеркосмос-15» («Земля и Вселенная», № 2, 1978, с. 75—77.— Ред.).

История программы «Интеркосмос» — непрерывное расширение масштабов сотрудничества, постановка и решение все более крупных научных задач. За годы реализации программы в социалистических странах созданы и окрепли научные центры космических исследований, выросли коллективы квалифицированных специалистов, способные разрабатывать и осуществлять сложные эксперименты в космосе.

*Значок, посвященный полету международного экипажа корабля «Союз-28»*

*Эмблема пилотируемых полетов по программе «Интеркосмос»*

Опыт проведения космических исследований в нашей стране и за рубежом выявил основную тенденцию развития космонавтики — от автоматических спутников Земли, оборудованных несложной аппаратурой и способных решать простые научные задачи, к сложным космическим аппаратам и далее к полетам человека; от пилотируемых космических кораблей с ограниченным кругом задач к долговременным научным орбитальным станциям со сменяемыми экипажами. Это уже лаборатории в космосе, на которых можно проводить комплексные исследования и эксперименты в интересах науки и народного хозяйства.

Логична поэтому инициатива Советского Союза, обратившегося с предложением об участии граждан социалистических стран в пилотируемых полетах на советских космических кораблях и орбитальных станциях. Эта инициатива была встречена с большим удовлетворением. В июле и сентябре 1976 года в Москве представители НРБ, ВНР, ГДР, Республики Куба, МНР, ПНР, СРР и ЧССР обсудили и одобрили новое предложение Советского Союза. Была достигнута полная договоренность по всем вопросам, связанным с подготовкой к международным пилотируемым космическим полетам. После этого в восьми социалистических странах начался отбор кандидатов в космонавты и подготовка научно-технических экспериментов, которые предстояло выполнить членам международных экипажей.

В декабре 1976 года первая группа кандидатов в космонавты — граждан Чехословакии, Польши и ГДР (по два



кандидата от каждой страны) — приступила к занятиям в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина. В короткий срок все шесть кандидатов были готовы к выполнению космических полетов. Этому способствовали высокий научно-методический уровень подготовки космонавтов в СССР, отличная техническая оснащенность, тренажерная база, товарищеская помощь советских космонавтов, имеющих большой личный опыт полетов в космос.

2 марта 1978 года с космодрома Байконур стартовала ракета-носитель с космическим кораблем «Союз-28», на борту которого находились командир корабля летчик-космонавт СССР А. А. Губарев и гражданин ЧССР космонавт-исследователь Владимир Ремек. Начался первый международный полет по программе «Интеркосмос». На следующий день «Союз-28» состыковался с орбитальной станцией «Салют-6» и космонавты перешли в помещение станции. С этого момента

■ *Летчик-космонавт СССР П. Р. Попович помогает В. Ремеку готовиться к полету в космос*

на околоземной орбите на борту научно-исследовательского комплекса «Салют-6» — «Союз-27» — «Союз-28» приступил к совместной работе международный экипаж в составе советских космонавтов Ю. В. Романенко, Г. М. Гречко, А. А. Губарева и чехословацкого космонавта В. Ремека. Программа работ международного экипажа была рассчитана на семь дней. Эксперименты готовили советские и чехословацкие ученые и специалисты.

#### СОВМЕСТНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ В КОСМОСЕ

Уже на исходе 3 марта космонавты приступили к выполнению первого советско-чехословацкого эксперимента «Хлорелла». Они должны были изучить влияние невесомости на рост водорослей.

Одноклеточная водоросль хлорелла — наиболее удобный объект для исследования биологии растений под воздействием невесомости. В этом эксперименте на «Салюте-6» помимо хлореллы использовались и другие протокочковые водоросли, кроме того, хлорелла была представлена не только нормальными зелеными фор-



мами, но и формами, лишенными хлорофилла. (Протококковые водоросли распространены в пресных водоемах, где они часто вызывают «цветение» воды.)

Космонавты А. А. Губарев и В. Ремек доставили на борт «Салюта-6» четыре контейнера с запаянными в ампулах водорослями и органической питательной средой. В первые три контейнера помещали по две ампулы с одним и тем же видом водорослей. Водоросли были в нерастущем, покоящемся состоянии, и только на станции космонавты засеяли подготовленную питательную среду.

Эксперимент «Хлорелла» начался с того, что в каждом из трех контейнеров водоросли из одной ампулы ввели в питательную среду, где они стали размножаться в темноте. Другая ампула осталась для контроля: находившиеся в ней в неактивном состоянии водоросли были возвращены на Землю. Одновременно сделали контрольные посевы водорослей в наземной лаборатории, в иден-

тичных условиях, конечно, за исключением невесомости. После завершения полета в каждом из контейнеров часть суспензии водорослей законсервировали для подробного изучения ее состояния в конце эксперимента, а часть перевезли в лабораторию для исследования воздействий факторов космического полета. Таким образом, удалось сравнить воздействие невесомости на активно растущие и покоящиеся клетки водорослей.

В четвертом контейнере находились три ампулы с разными видами водорослей — такими же, как и те, которые использовались в первых трех контейнерах. Здесь в ходе эксперимента в питательной среде оказалась культура, состоящая из трех видов водорослей. Предполагалось изучить конкуренцию различных форм в процессе их роста и возможное в конечном итоге преобладание одних форм над другими.

В эксперименте «Хлорелла» водоросли применялись как модель быстрорастущего организма. В оптимальных условиях роста количество клеток удваивается уже через четыре часа. Таким образом, в течение одной недели космического полета вы-

растает несколько поколений водорослей. В эксперименте были получены данные об организмах, несколько поколений которых последовательно развивалось в условиях невесомости. Следует подчеркнуть, что самые длительные космические полеты человека составляют лишь незначительную часть его жизни.

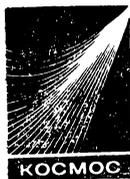
На следующий день космонавты приступили к выполнению других экспериментов. Для проведения технологического эксперимента «Морава» космонавты поместили капсулу с исследуемым веществом в электронагревательную камеру установки «Сплав». Эта установка позволяет изменять режимы нагрева, выдержки и охлаждения исследуемых веществ. С ее помощью на «Салюте-6» разрабатывались новые технологические процессы в космосе для получения материалов, изготовить которые на Земле невозможно (или почти невозможно).

Цель технологического эксперимента «Морава» — исследовать закономерности затвердевания расплавов кристаллических и стеклообразных материалов в условиях невесомости. В качестве исследуемых веществ были хлориды серебра, свинца и одновалентной меди. Хлорид одновалентной меди — перспективный электрооптический материал, а хлорид серебра широко используется в оптических приборах, главным образом, в аппаратуре для регистрации инфракрасных лучей.

Специалисты ожидают, что полученные в космосе образцы будут резко отличаться от образцов, изготовленных в наземных условиях.

13 апреля 1978 года чехословацким

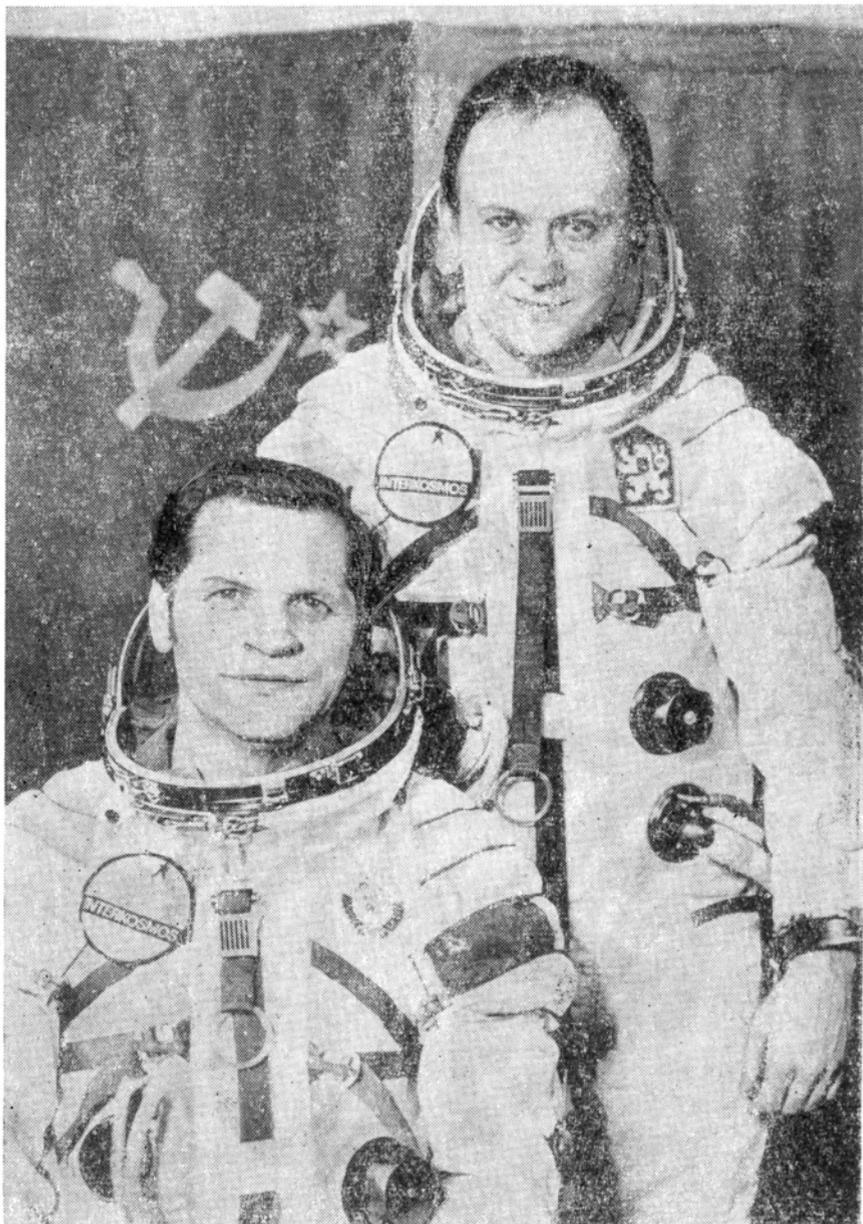
А. А. Губарев и В. Ремек в кабинете В. И. Ленина в Кремле



ученым были переданы ампулы с материалами, выплавленными в космосе, для дальнейших исследований.

С целью изучения кислородного режима в тканях человека в условиях невесомости был проведен советско-чехословацкий эксперимент «Кислород». Он выполнялся с помощью прибора «Оксиметр», разработанного специалистами ЧССР.

Для сохранения и поддержания достаточного количества энергии в организме человека и животных непрерывно должны протекать процессы окисления, требующие постоянного притока кислорода. Длинный и сложный путь поступления кислорода в ткани организма определяется согласованной функцией легочного дыхания и кровообращения. Динамика поступления кислорода в легкие и его переноса кровью изучена достаточно хорошо, однако, до настоящего времени мало известно о том, где и как происходит «стыковка» кислорода с тканями живого организма и процесс использования кислорода тканевыми ферментами. Важнейший показатель взаимодействия этих двух процессов — уровень напряжения кислорода в тканях организма. Чтобы его определить, в ткань живого организма вводится тонкая инъекционная игла, а рядом крепится пластинка серебряного электрода. На кончике тончайшей платиновой нити, смонтированной в эту иглу, усилителем постоянного тока измеряется уровень напряжения кислорода в



*А. А. Губарев и В. Ремек перед полетом*



тканях человека. Возникший в цепи очень слабый ток ( $10^{-9}$ — $10^{-11}$  А) пропорционален напряжению кислорода в тканях.

В невесомости наступает перераспределение крови из нижней части тела в верхнюю, возникает переполнение кровью сосудов головы и верхней части тела. Это может сказаться на кислородном снабжении тех или иных органов и изменении кислородного насыщения крови, а следовательно, и тканей организма.

В эксперименте «Кислород» выяснялось, как изменяется уровень на-

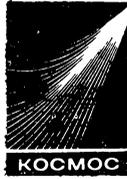
пряжения кислорода в тканях во время космического полета, изменяется ли поступление кислорода в ткани человека в процессе полета и каков характер потребления кислорода тканями в полете.

Полученные данные позволят оценить интенсивность окислитель-

■  
*Международный экипаж: В. Ремек, А. А. Губарев, Г. М. Гречко и Ю. В. Ромащенко на станции «Салют-6» (снимок сделан на борту станции)*

ных процессов в тканях человека в условиях невесомости, что важно для оценки эффективности профилактических мероприятий, проводимых на борту пилотируемых аппаратов.

Цель эксперимента «Теплообмен» — изучить охлаждающие свойства среды обитания экипажей космических кораблей и орбитальных станций. Проблема эта возникает в связи с тем, что в условиях невесомости процесс охлаждения тел происходит иначе, чем на Земле. Изменения связаны с «выпадением» из теплообмена важнейшего компонен-



та — теплоотдачи за счет естественной конвекции. Поэтому в условиях невесомости естественная конвекция заменяется потоками воздуха, созданными вентиляторами. Однако такой метод не может считаться идеальным, поскольку теплоотдача при естественной конвекции — процесс саморегулируемый.

В обитаемых отсеках космических аппаратов состав и давление воздуха могут отличаться от земных. Поэтому необходимо учитывать значительное число параметров, характеризующих среду, иными словами, оценивать в комплексе охлаждающие свойства воздушной среды при наличии интенсивной искусственной конвекции. Чехословацкими специалистами для комплексной оценки охлаждающих свойств среды был предложен электрический динамический кататермометр.

Основной элемент кататермометра — датчик, температура которого протекающим через него электрическим током доводится строго до 37° С. Чем выше охлаждающие свойства среды, тем большая мощность электрического тока требуется для сохранения заданной температуры датчика. Измеряя потребляемую датчиком мощность, можно получить комплексный показатель охлаждающих свойств среды, учитывающий все ее основные характеристики. Прибор позволяет также объективно оценить «тепловое состояние» космонавта после измерения температуры его кожи в шести точках тела. Первые исследования были начаты на биоспутнике «Космос-936» с помощью автоматического кататермометра, изготовленного в СССР. Они подтвердили целе-

сообразность постановки расширенного эксперимента с участием космонавтов.

В процессе эксперимента изучалась корреляция между показаниями обычного термометра и кататермометра, объективным и субъективным «тепловым состоянием» космонавта. Если корреляция тепловых ощущений и состояния космонавтов с показаниями кататермометра будет установлена, этот прибор можно рекомендовать для использования его в системе терморегулирования пилотируемых космических аппаратов вместо традиционных термометров.

Большую часть четвертого дня полета А. А. Губарев и В. Ремек отвели эксперименту «Экстинкция». Они наблюдали изменения яркости звезд при заходе их за ночной горизонт Земли. Такие наблюдения ранее проводились советскими космонавтами и американскими астронавтами, которые заметили, что яркость звезд уже на расстоянии приблизительно 100 км от горизонта Земли постепенно ослабевает, звезды меняют цвет или мерцают, потом на мгновение вновь вспыхивают, чтобы наконец «исчезнуть» в плотных слоях атмосферы.

Это явление до сих пор подробно не изучено, а различные гипотезы для его объяснения требуют экспериментального подтверждения. Одна из гипотез объясняет это явление попаданием в верхнюю атмосферу Земли пылевидных микрометеоритных частиц из окружающего Землю пространства. Чтобы подтвердить или опровергнуть наличие на высоте 80—100 км пылевого слоя, образованного микрометеоритами, и ставился эксперимент «Экстинкция».

Программа работ международного экипажа на борту станции «Салют-6» была очень насыщенной. Помимо упомянутых исследований и экспериментов, космонавты проводили фотосъемки и наблюдения Земли, в том числе ледников и снежного покрова, изучали окружающую среду и природные ресурсы, отвечали на вопросы медико-психологического опросника о состоянии здоровья и воздействии внешней среды на психическую деятельность и выполнение программы полета. Материалы последнего эксперимента, которые позволят оценить состояние человека, адаптирующегося к необычным факторам окружающей среды, будут использованы для дальнейшего совершенствования условий жизнедеятельности человека в замкнутом объеме.

10 марта 1978 года после успешного завершения программы совместных работ на борту орбитального научно-исследовательского комплекса «Салют-6» — «Союз-27» — «Союз-28» международный экипаж благополучно возвратился на Землю.

Полет космического корабля «Союз-28», работа на борту орбитального комплекса международного экипажа открывают новый этап программы «Интеркосмос», новые горизонты сотрудничества братских стран в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях. Уже приступили к занятиям в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина кандидаты в космонавты — граждане других пяти стран-участниц программы «Интеркосмос», которые до 1983 года также совершат полеты на советских космических кораблях и станциях.



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

## Наука в Звездном городке

**Ученые и специалисты Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина принимают непосредственное участие в совершенствовании космических кораблей, их оборудования и программ предстоящих полетов.**

Тихий уголок Подмосквья, расположенный в красивом лесу, как будто специально создан для размышлений, без которых невозможно научное творчество. А жителям Звездного городка есть о чем размышлять.

Прежде всего,— о подготовке и осуществлении конкретного космического полета. Ведь каждый полет существенно отличается от всех предшествующих, поэтому и готовиться к нему нужно по-особому. И без науки здесь не обойтись. Без науки невозможна подготовка космонавтов, без науки невозможно успешное выполнение космических полетов.

Наука в Звездном городке развивается в нескольких направлениях. Прежде всего, это научные исследования, выполняемые экипажами космических кораблей и орбитальных станций непосредственно в космическом полете.

Космонавты во время полета — активные участники проводимых исследований и экспериментов. Конечно, большую помощь экипажу оказывает Земля в лице специалистов, ставящих эксперимент. Однако иногда космос преподносит сюрпризы, и тогда на помощь специалистам приходит экипаж корабля или станции.



Космонавты должны много и упорно готовиться, чтобы суметь принять то единственно правильное решение, без которого будут сведены на нет усилия многих научных коллективов. Им надлежит не только в совершенстве знать космическую технику, про-

граммы и методики проведения исследований, но и четко представлять природу изучаемых явлений.

Поэтому в Центре подготовки космонавтов можно встретить ученых, работающих в самых различных областях науки и техники. Это — и специалисты, создающие ракетно-космическую технику, и медики, и биологи. Частые гости Звездного городка — ученые, работающие над проблемами физики земной атмосферы,

■  
*Академик В. П. Глушко с летчиками-космонавтами СССР*



солнечного и космического излучений, астрономии, геологии...

Контакты ученых и космонавтов не ограничиваются встречами в Звездном городке. Космонавты часто сами бывают в гостях у ученых, знакомятся с уникальной аппаратурой, с которой им придется работать в космическом полете.

#### ИССЛЕДОВАНИЯ В ПОЛЕТЕ

Ракетно-космическая техника непрерывно развивается. Каждый новый космический объект, выведенный на орбиту — будь то орбитальная научная станция или космический корабль, — существенно отличается от своих предшественников. Поэтому в программе полета обязательно предусматриваются научно-технические эксперименты и исследования, связанные с отработкой новых систем и приборов. В полетах кораблей «Союз-4» и «Союз-5», «Союз-6», «Союз-7» и «Союз-8», а затем «Союз-10» проводилось много научно-технических экспериментов и исследований, направленных на отработку систем управления сближением и стыковки космических объектов на орбите. Свидетельство значительного научного вклада космонавтов в эти исследования — диссертации участников трех упомянутых полетов. Командир корабля летчик-космонавт СССР



*Цветы Чайке (радиопозывной Валентины Терешковой) от Сергея Павловича Королёва*



*Академик В. А. Амбарцумян беседует с космонавтом Валентином Лебедевым*





В. А. Шаталов стал кандидатом технических наук, а бортинженер летчик-космонавт СССР А. С. Елисеев — доктором технических наук.

По результатам исследований, проведенных в полете, защитили диссертации и другие космонавты. Канди-

датами технических наук стали также летчики-космонавты СССР Е. В. Хрунов, А. Г. Николаев, В. В. Николаева-Терешкова, П. Р. Попович, В. В. Лебедев, а начальник Центра подготовки космонавтов Г. Т. Береговой — кандидатом психологических наук. Летчик-космонавт СССР В. Ф. Быковский защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук. В основу диссертации он положил опыт своего первого полета на корабле «Восток-5», а затем теоретические предположения

проверил в полете на корабле «Союз-22» при испытании новой оптической аппаратуры, изготовленной на народном предприятии «Карл Цейс Йена» в ГДР («Земля и Вселенная», № 2, 1977, с. 10—15.—Ред.).

Надо сказать, что автономной навигации уделялось большое внимание во всех космических полетах, начиная с корабля «Восход», на котором был установлен малогабаритный космический секстант. С помощью секстанта экипаж корабля «Восход-2» определял период обращения своего корабля по двукратным измерениям угла между Луной и горизонтом Земли. В полете кораблей «Союз-6», «Союз-7», «Союз-8» также обрабатывались методы и средства автономной навигации. Экипажи использовали секстанты, оптические визирные и другое астронавигационное оборудование.

Большое место в космических полетах отводится геофизическим исследованиям. Космонавты визуально наблюдают и фотографируют различные явления, происходящие в атмосфере, а также геолого-географические объекты на суше и на воде.

Наблюдения атмосферы, которые проводились с корабля «Восход», а также с кораблей «Союз-3», «Союз-4», «Союз-5» и «Союз-9», выявили вертикально-лучевую структуру излучения верхней атмосферы и устойчивые слои яркости в свечении атмосферы вблизи горизонта («Земля и Вселенная», № 2, 1975, с. 9—13.—Ред.). Слой с однородной яркостью излучения можно использовать в качестве искусственного горизонта при автономной навигации и ориентации космических аппаратов.

*Герман Титов и Валентина Терешкова изучают законы небесной механики*

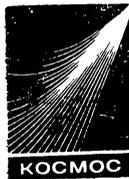
Изучение оптических характеристик верхней атмосферы дало возможность существенно уточнить процессы взаимодействия солнечного излучения с земной атмосферой. Это позволяет корректировать информацию, полученную аппаратурой геофизических и метеорологических искусственных спутников Земли.

Результаты наблюдений и фотографирования атмосферных образований, снежного и ледового покровов Земли широко используются в метеорологии. Они значительно повышают достоверность оперативного и долгосрочного прогнозирования погоды. Большие возможности открывают орбитальные пилотируемые научные станции. Дело в том, что долгосрочный прогноз погоды требует сведений о состоянии атмосферы всей нашей планеты. Информация от орбитальных станций, наряду с информацией от искусственных спутников Земли «Метеор», позволяет предупреждать население о надвигающихся ураганах и тайфунах. Это дает возможность своевременно принять необходимые меры и избежать больших убытков от стихийных бедствий.

На борту орбитальных пилотируемых станций изучается солнечная активность, которая также влияет на ряд геофизических явлений. В то же время весь диапазон коротковолнового излучения Солнца — ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма-из-

■  
*Анатолий Филипченко и Николай Рукавишников у андрогинного периферийного стыковочного агрегата, который они впервые испытали в космосе*





лучение — можно эффективно исследовать только за пределами атмосферы, которая сильно поглощает эти лучи, несущие основную информацию о процессах на Солнце.

На орбитальных станциях специальные счетчики регистрируют потоки рентгеновских и других лучей, определяют их направление и энергетическую интенсивность. По рентгеновским снимкам Солнца, полученным в космических полетах, определяют активные зоны солнечной поверхности.

Во время исследований ультрафиолетового излучения Солнца ученые обнаружили много интересных явлений. Информация, доставляемая этими лучами, дает возможность лучше понять строение хромосферы и короны Солнца, процессы взаимодействия магнитных полей, причины возникновения протонных вспышек и других явлений, происходящих на Солнце. Знание этих процессов в значительной мере поможет точнее прогнозировать погодные условия на Земле.

Фотографирование характерных геолого-географических образований из космоса имеет большое народнохозяйственное значение. Фотоснимки, сделанные в космических полетах, помогают разобраться в вопросах глобальной геологии, уточнить и составить геологические и географические карты.

Как известно, различные виды полезных ископаемых залегают в определенных геологических структурах. На снимках, полученных из космоса, они выделяются характерными особенностями макрорельефа, выходами коренных пород на поверхность Зем-

ли. Увидеть их можно только с высоты космического полета. Такая информация помогает специалистам выявлять районы, в которых целесообразно производить детальную геологическую разведку рудных месторождений, залежей нефти и газа и способствует значительному повышению эффективности геологических изысканий, позволяет сократить материальные затраты на их проведение.

Наблюдения земной поверхности и фотоснимки ее отдельных районов интересуют также океанологов, работников сельского и лесного хозяйства.

Так, например, океанологами установлено, что промысловые косяки рыб при перемещении выделяют специфические жиры, которые по своим спектральным характеристикам четко видны на воде, и по ним можно выявлять места скопления рыбы и направление ее движения. Определение скоплений зоопланктона (мелких морских организмов) также помогает прогнозировать сосредоточение рыбных косяков и различных морских животных.

По характерному излучению в инфракрасной области спектра можно наблюдать за созреванием хлебов, состоянием посевов, пастбищ и лесных массивов, своевременно выявлять площади, пораженные вредителями, лесные пожары.

Важное место в программах космических полетов занимают медико-биологические эксперименты и исследования.

Читатель может задать вопрос: «Ну, биологические исследования еще куда ни шло, а зачем в настоящее вре-

мя нужны медицинские исследования в космическом полете? Ведь еще в первых полетах на кораблях «Восток» было доказано, что человек может жить и работать в условиях космического полета. Многие космонавты побывали в космосе дважды, а летчики-космонавты СССР В. А. Шаталов и А. С. Елисеев — трижды. Кроме того, уже есть опыт длительного пребывания в космосе: летчики-космонавты СССР П. И. Климук и В. И. Севастьянов — 63 суток, а Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко — 96 суток».

Верно, первые полеты должны были доказать, что человек может жить и работать в особых условиях полета в космическом пространстве. Уже на кораблях «Восток» изучалось поведение организма при воздействии различных факторов космического полета. Например, летчик-космонавт СССР Г. С. Титов осуществлял ручную ориентацию космического корабля.

Постепенно задачи, возлагаемые на космонавта, а затем и на экипаж космического корабля, существенно усложнялись.

Однако медицинские эксперименты оставались актуальными. Это станет понятно, если рассмотреть несколько примеров повторных полетов космонавтов.

Начнем с тех, кто летал в космос трижды. В. А. Шаталов и А. С. Елисеев первый полет совершили в январе 1969 года, второй — в октябре того же года, а третий — в апреле 1971 года. Первый полет одного из авторов статьи отстоит от второго почти на 8 лет, а у П. Р. Поповича и того более — на 12 лет.

Большие интервалы между полетами и существенное различие программ говорят сами за себя. На одного и того же человека факторы полета действуют по-разному через различные промежутки времени, причем, как именно действуют, предсказать очень трудно.

В чем же суть медицинских экспериментов? Естественно, что основное внимание мы уделим длительным полетам, так как они находятся на главном направлении развития космонавтики.



Прежде всего,— это изучение влияния длительного воздействия невесомости на организм человека. Ведь человеческий организм с самого младенчества привык к земному притяжению. Первые шаги по земле и вся последующая жизнь, в том числе и трудовая деятельность проходят в этих условиях.

И вдруг... он оказывается в совершенно иной обстановке... Привычные ощущения и сложившиеся понятия — пол, к которому «привязаны» ноги, и потолок, до которого он может дотянуться, лишь встав на стул или табурет,— в космическом полете смешиваются. Более того, они теряют свой первоначальный смысл.

После полета человек снова возвращается к тем условиям, в которых он родился, вырос и прожил всю свою жизнь (ведь космический полет еще долго будет занимать

лишь небольшой временной отрезок в жизни человека). Следовательно, ему нужно снова привыкать к земным условиям!

Основным объектом исследований в космическом полете была и остается сердечно-сосудистая система человека, которая определяет его жизнедеятельность, а затем сенсомоторная система — органы чувств и костномышечные элементы, способные выполнять элементарные операции



*Профессия космонавта требует универсальности: врач Борис Егоров научился управлять самолетом, Павел Беллев и Алексей Леонов освоили съемку и монтаж фильмов, изучали медицину и биологию, астрофизику и физиологию, психологию и небесную механику*

трудовой деятельности. И, наконец, мозг.

Вполне уместен вопрос: «А причем здесь космонавты? Ведь все эти эксперименты и исследования проводят специалисты-медики, находящиеся на Земле».

Если говорить о подобных экспериментах с животными, то это правильно: все делают специалисты по космической медицине и биологии. На животных заранее крепятся необходимые датчики, которые по радиоканалам передают необходимую информацию на Землю.

Другое дело — человек. Он, понимая необходимость и сущность подобных исследований, участвует в медицинских экспериментах как их активный исполнитель.

Важное значение для развития будущего космонавтики — межпланетных полетов человека — имеют и чис-



то биологические исследования («чисто» в том смысле, что отмеченные выше эксперименты тоже относятся к категории медико-биологических). Они проводятся на различных живых организмах, которые помогают ученым, с одной стороны, изучать проблему происхождения жизни на Земле, с другой, — выявлять те виды растений, которые, хорошо произрастая в условиях невесомости, послужат источником пищи для космонавтов в последующих, гораздо более длительных межпланетных космических полетах.

#### НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ

Тем, о чем мы рассказали, не исчерпывается научная деятельность жителей Звездного городка.

Космонавтов еще на Земле нужно суметь хорошо подготовить к космическому полету («Земля и Вселенная», № 2, 1978, с. 5—10.— Ред.). Над решением этой задачи работает большой коллектив высококвалифициро-

ванных ученых и врачей, инженеров и летчиков-инструкторов.

Профессия космонавта очень молодая и охватывает широкий диапазон различных областей науки и техники. Комплексный характер профессии космонавта обуславливает необходимость разносторонних знаний специалистов, занимающихся непосредственно подготовкой, а также научных работников, обобщающих опыт подготовки и разрабатывающих рекомендации по ее совершенствованию. Они должны хорошо знать современные достижения педагогики и психологии. Специалисты и ученые, имеющие инженерное образование, должны обладать определенными знаниями в области космической медицины и биологии, а от тех,

■  
*Одна из тренировок экипажей кораблей «Союз-4» и «Союз-5». Связь с экипажем «Союза-5» ведет Владимир Шаталов*

кто имеет медицинское образование, требуются знания в области ракетно-космической техники и основных закономерностей космического полета.

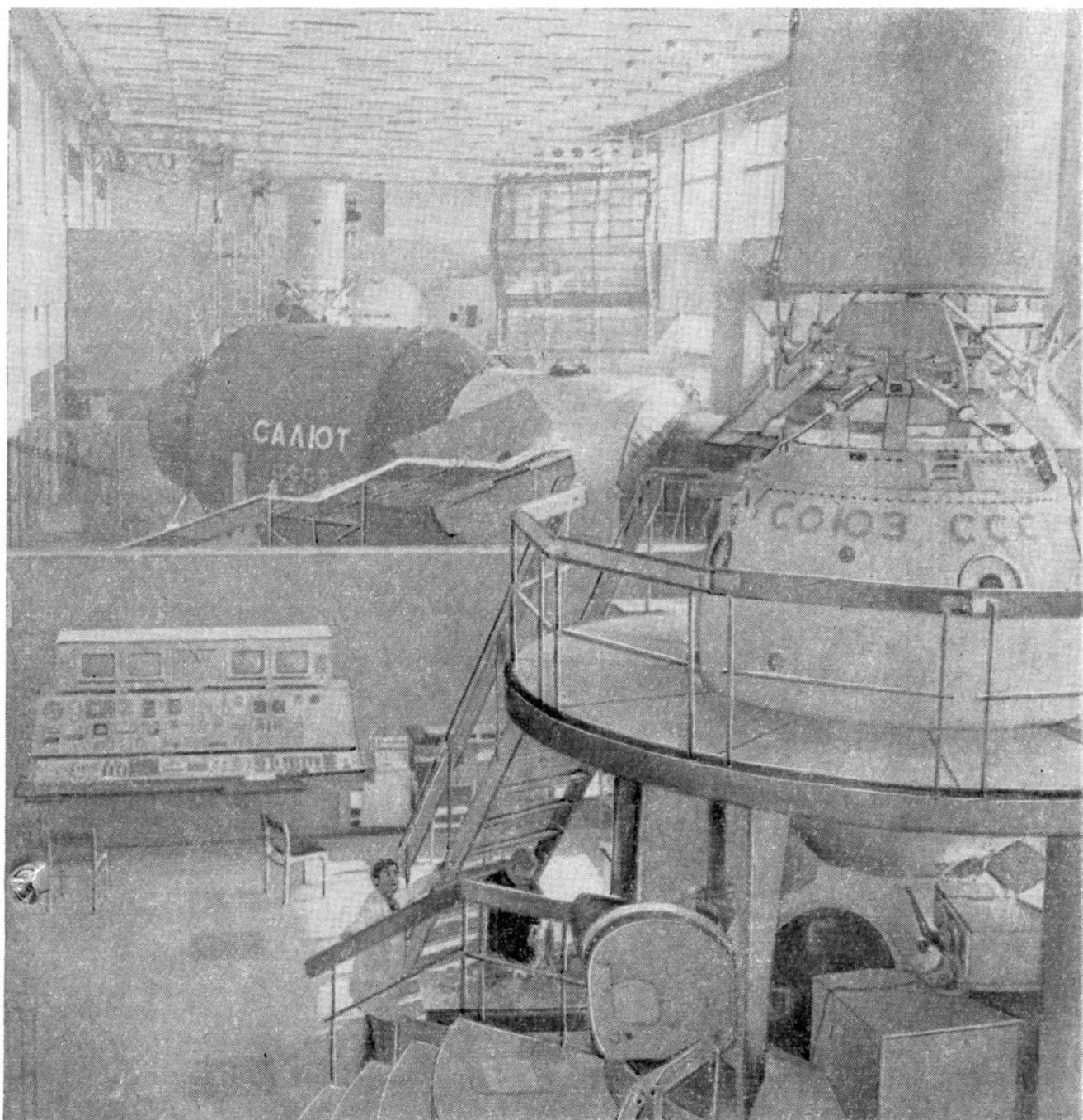
Подготовка космонавтов в значительной мере отличается от любой известной профессиональной подготовки.

Космонавт учится летать главным образом на тренажерах. На них воспроизводится и реальный интерьер кабины космического корабля (или станции), на котором ему предстоит лететь, и внешняя обстановка — все, кроме невесомости и перегрузок. А они накладывают существенные ограничения на деятельность космонавтов. Это обуславливает необходимость решения серьезной научной проблемы: как по результатам тренировки на учебном корабле предсказать деятельность космонавта в реальном космическом полете, с достоверностью определить готовность экипажа к выполнению операций, отработанных на тренажере, в реальном полете.

Тренажерная техника в наше время внедряется, и очень интенсивно, в подготовку операторов самых различных специальностей. Но там всегда есть возможность проверки готовности в реальных условиях. При подготовке космонавтов такая возможность полностью исключена.

Задача ученых состоит в том, чтобы найти объективную оценку готовности отдельного космонавта или экипажа (группы космонавтов) к выполнению космического полета.

Задача исключительно сложная. Поэтому на ее решение направлены основные усилия ученых Центра подготовки космонавтов. Естественно, что



■  
*Зал тренажеров в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина в Звездном городке*

в решении этой научной задачи участвуют и сами космонавты, получившие определенную научную квалификацию.

Большое место в научных исследованиях, проводимых коллективом уче-

ных Звездного городка и космонавтами, отводится совершенствованию космической техники и, особенно, процессу взаимодействия космонавта (экипажа) с космической техникой. Эта проблема получила название

проблемы «человек — машина». Суть ее решения сводится к «согласованию» элементов такой сложной системы и ее работе с высоким качеством при минимальных затратах.

Поскольку первоочередная функция экипажа — управление космическим аппаратом, исследования ведутся по пути «согласования» пилота-космонавта с системой управления космическим аппаратом. Необходимо, прежде всего, оптимально согласовать систему отображения информации о параметрах движения космического аппарата с системой органов чувств человека. Затем нужно добиться, чтобы каждый акт управления кораблем осуществлялся с минимальными нервно-мышечными затратами.

Суть первой задачи состоит в том, что система отображения информации проектируется с учетом особенностей и характерных свойств органов чувств человека. Очень важно представить информацию в легко-воспринимаемом виде. На летательных аппаратах, начиная с простейших самолетов, основную информацию человек получает с приборной доски чисто зрительно. По мере развития авиационной, а затем и космической техники, объем информации настолько возрос, что стала возникать перегрузка зрительного анализатора. Поэтому конструкторы стремятся более широко использовать другие органы чувств, в частности, слух и осязание. Большое значение имеет также размещение индикаторов на приборной доске — наиболее важные из них стремятся расположить в центре поля зрения пилота.

Вторая задача сводится к созданию таких органов управления, которые позволили бы пилоту корректировать полет на различных этапах, в различных режимах управления как в скафандре, так и без него. Органы управления должны быть расположены относительно кресла космонавта так, чтобы пилот мог перейти на ручное управление без каких-либо дополнительных перемещений и значительных движений руками. Необходимо создать условия, при которых руки пилота меньше устают в процессе управления.

На современных космических аппаратах устанавливаются бортовые цифровые вычислительные машины (БЦВМ), которые подают сигналы в систему управления. Вместе с тем появляются проблемы «согласования» человека и машины в условиях дефицита времени, всегда возникающего в космическом полете.

Нужно до предела упростить «диалог» человека и БЦВМ. В этой работе необходимо участие самих космонавтов. Не обойтись и без тренажеров и исследовательских стендов, которые составляют основу технических средств подготовки космонавтов.

Очень важная и очень сложная задача, стоящая перед учеными, — рациональное распределение функций между экипажем и автоматическими системами космического аппарата. Дело в том, что одни задачи управления более качественно решаются автоматами, а другие — людьми. Более того, отдельные задачи на современном уровне развития техники вообще не могут решаться без активного участия человека. Это соотношение непостоянно. Оно меняется по мере совершенствования технических средств управления и углубления наших знаний о возможностях человека.

Объект исследования космической техники — вся Вселенная. Поэтому можно сказать, «диалектическая бесконечность» процесса познания законов эргономики в данном случае усиливается еще и бесконечностью объекта исследования.

Иллюстрации заимствованы из альбома «Звездный городок» («Машиностроение», 1978).

## НОВЫЕ КНИГИ

### «ЗВЕЗДНЫЙ ГОРОДОК»

«Считаю счастливыми часы и минуты, проведенные среди Вас, дорогие друзья, вместе с Фиделем» — этими словами Генерального секретаря ЦК КПСС, Председателя Президиума Верховного Совета СССР Л. И. Брежнева открывается альбом «Звездный городок», изданный в 1978 году. Редакторы альбома — дважды Герои Советского Союза, генерал-лейтенанты авиации, летчики-космонавты СССР В. А. Шаталов и Г. Т. Береговой. Автор текста — известный журналист Е. И. Рябчиков.

Наверное, нет человека, который не мечтал бы побывать в Звездном. Не проходит дня, чтобы его не посетили делегации рабочих и ученых, колхозников и конструкторов. Но, конечно, всех желающих пригласить он не может, и поэтому мы с благодарностью принимаем приглашение издательства «Машиностроение» совершить «путешествие» в Звездный городок.

Он вырос примерно в 40 километрах к северо-востоку от столицы. При подъезде к Звездному появляются знаки, запрещающие звуковые сигналы. Может быть, здесь космонавты начинают привыкать к океану безмолвия?

Впервые мир заглянул в этот городок после полета Ю. А. Гагарина. С той поры о Звездном узнала вся планета. Из этого городка провожают и здесь же встречают после полета всех советских космонавтов.

Немало повидал Звездный на своем коротком веку. Он узнал и бесконечную радость, и тяжелое горе. Дорога в космос не усыпана цветами, но нет силы, которая могла бы остановить человека в его извечном стремлении к неизведанному.

В Звездном расположен Центр подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина. Может быть, поэтому его называют «космической академией». Именно так озаглавлен первый раздел альбома. Фотографии Ю. А. Гагарина и академика С. П. Королева. Фотография, запечатлевшая момент вручения Л. И. Брежневым Золотой Звезды Героя Советского Союза Юрию Гагарину, фотографии космонавтов

Д. Ю. ГОЛЬДОВСКИЙ

## Орбитальный оптический телескоп

во время подготовки к космическим полетам: за письменным столом и с кинокамерой, у классной доски и на тренажерах, в монтажно-испытательном корпусе на космодроме Байконур.

Но в Звездном городке космонавты не только готовятся к полетам. Они там живут. Там их посвящают в космонавты. Второй раздел альбома называется «Звездный — наш дом». Отдых и развлечения тоже можно считать частью подготовки космонавтов. Здесь можно увидеть фотографии заядлых охотников. Ими были Ю. А. Гагарин и В. М. Комаров. Охотой увлекаются А. Г. Николаев и А. А. Леонов, рыбной ловлей — Г. С. Титов. Особенно трогательны снимки космонавтов — людей мужественной суровой профессии — со своими детьми. Очень интересны репродукции космических и комических рисунков, выполненных А. А. Леоновым.

Сегодня космос служит людям, поэтому третий раздел альбома назван «Земные орбиты». Фотографии этого раздела рассказывают о встречах космонавтов с самыми разными людьми во всех концах нашей планеты, об их общественной деятельности. Заканчивается альбом хроникой пилотируемых космических полетов. Последний космический корабль в этом ряду — «Союз-24», последняя станция — «Салют-5».

Когда писались эти строки, весь мир стал свидетелем триумфа советской космонавтики: орбитальный научно-исследовательский комплекс «Салют-6» — «Союз», первый грузовой космический корабль «Прогресс-1», международный экипаж корабля «Союз-28»... Хроника, безусловно, будет продлена, появятся новые фотографии в очередных (совершенно необходимых!) изданиях альбома «Звездный городок».

**В начале 80-х годов на околоземную орбиту будет выведен спутник, оснащенный большим телескопом.**

Вынос астрономических приборов за пределы земной атмосферы открыл качественно новые возможности наблюдений не только в ультрафиолетовых, рентгеновских и гамма-лучах, которые недоступны для наземных телескопов, но и для наблюдений в видимой области спектра («Земля и Вселенная», № 5, 1977, с. 29—32.— Ред.). Наблюдения астрономических объектов в видимых лучах человек ведет уже тысячелетия невооруженным глазом и более трехсот лет с помощью наземных телескопов и других приборов. Что же нового даст орбитальный оптический телескоп? Даже учитывая блестящие достижения космической техники, ясно, что нельзя вывести на орбиту гигантское сооружение, подобное телескопу американской обсерватории Маунт Паломар или Специальной астрофизической обсерватории АН СССР.

Главное преимущество наблюдений с орбитальным оптическим телескопом — отсутствие искажений, обусловленных атмосферными неоднородностями, которые не позволяют использовать до конца высокие оптические характеристики лучших наземных телескопов.

Среди других преимуществ орбитальных телескопов — возможность более длительных экспозиций, обзор почти всей небесной сферы и почти круглосуточных наблюдений.

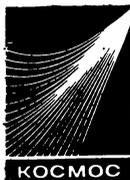
Согласно некоторым расчетам, с помощью орбитального телескопа можно вести наблюдения в автоматическом режиме до 6000 часов в год, в то время как для наземных обсерваторий — не более 2000 часов в год.

Орбитальный телескоп можно использовать в сочетании с самыми различными приборами: телевизионной камерой, спектрографами с низкой и высокой дисперсией, фотометрами, поляриметрами, астрометрическими приборами и т. д.

Но на пути создания и эксплуатации больших орбитальных телескопов стоят значительные трудности. Подчеркнем, что речь идет о **больших** телескопах. Уже при диаметре зеркала 1,8 м американские ученые надеются получить изображения звезд до 26-й звездной величины. К числу основных трудностей можно причислить необходимость высоких характеристик оптической системы телескопа в неблагоприятных космических условиях, а также точность наведения телескопа на выбранный для наблюдения объект и сопровождение этого объекта в течение длительного времени. Разумеется, нужно, чтобы телескоп мог долго работать на околоземной орбите.

В США с 1970 года разрабатываются проекты спутника с телескопом. Вначале планировали создать телескоп с диаметром зеркала 3 м («Большой космический телескоп»), но затраты превысили бы финансовые возможности НАСА. Тогда решили создать спутник с телескопом диаметром 2,4 м. И телескоп перестали называть «большим».

Вывод спутника на орбиту намеча-

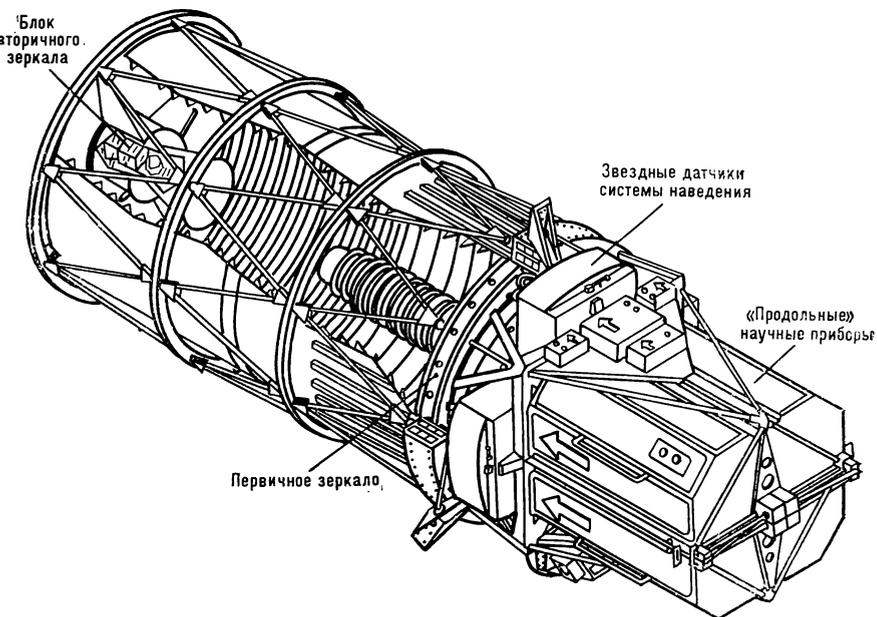


ется в конце 1983 года. Для этого хотят использовать создаваемый в США пилотируемый многоразовый космический транспортный корабль «Спейс Шаттл» («Космический челнок»). Расчетная орбита спутника — круговая, высота ее примерно 500 км, наклонение  $28,5^\circ$ .

Согласно расчетам, на высоте 500 км с помощью 2,4-метрового телескопа можно будет наблюдать астрономические объекты в 50 раз слабее, чем самые слабые объекты, наблюдаемые в современные телескопы. Угловое разрешение орбитального телескопа будет примерно в 10 раз лучше, чем у наземных телескопов. Приборы спутника должны работать в широком диапазоне длин волн — от  $1000 \text{ \AA}$  (дальняя ультрафиолетовая область) до  $1 \text{ мкм}$  (ближняя инфракрасная область).

Проект спутника «Космический телескоп» весьма интересен. Такая орбитальная обсерватория сможет внести существенный вклад в развитие оптической астрономии. Предполагают, что участие в исследованиях с помощью этого спутника примут до 100 ученых различных стран. Специалисты НАСА оценивают затраты на реализацию проекта в 450—480 млн. долларов.

Согласно проекту, масса спутника «Космический телескоп» составит 10 т, длина 13 м, диаметр 4,3 м. Оптическая система спутника заключена в корпус, который обеспечивает метеорную защиту и исключает рассеянный свет, что особенно важно при наблюдении слабосветящихся объектов. Предусмотрена солнечная бленда, выдвигаемая в рабочее положение после вывода спутника на орби-

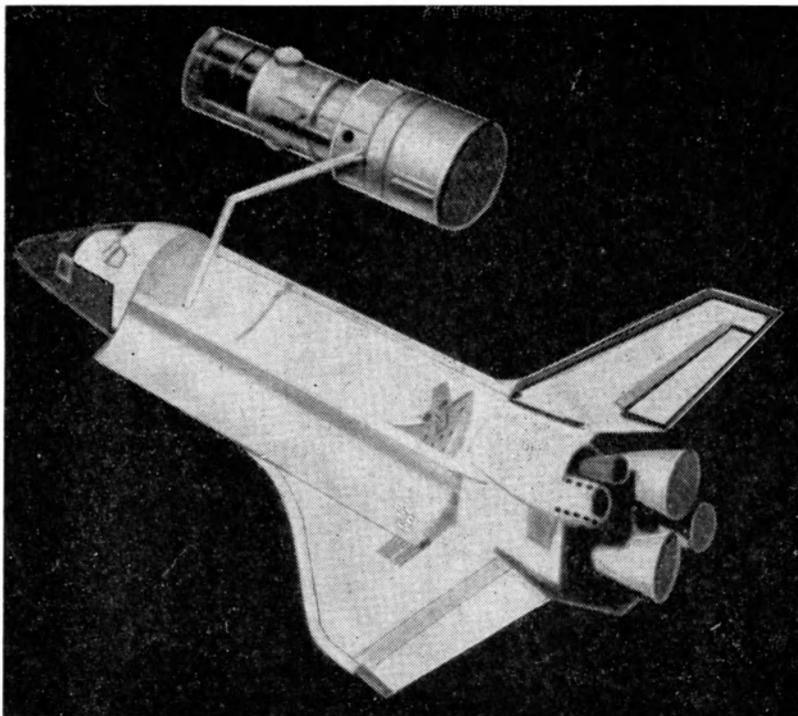


ту. Система электропитания (солнечные батареи общей площадью  $33 \text{ м}^2$  и аккумуляторные батареи) должна обеспечивать мощность не менее 4 кВт даже после двухлетнего пребывания спутника на орбите. В системе наведения телескопа на выбранные объекты и сопровождения этих объектов используются силовые гироскопы, магнитные системы, звездные датчики, захватывающие наиболее яркие звезды, а также блок наведения интерферометрического типа, связанный с основной оптической системой спутника. Наведение телескопа на выбранный объект долж-

но обеспечиваться с точностью  $0,01''$ , а сопровождение этого объекта в течение длительного времени до 30—40 часов — с точностью  $0,007''$ . Угловое разрешение телескопа  $0,1''$ . При 10-часовой экспозиции можно наблюдать звезды до 28-й величины.

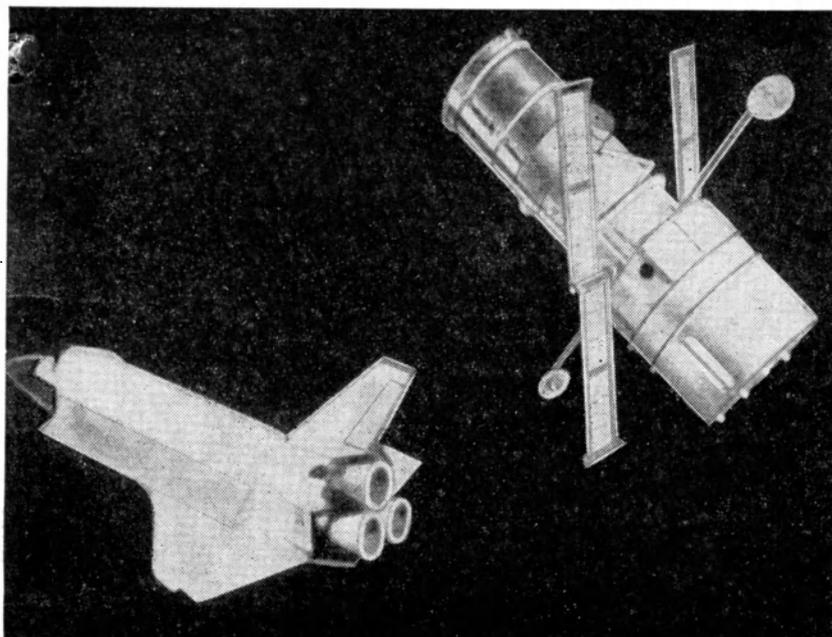
Телескоп снабжается пятью приборами: широкоугольной камерой; спектрографом слабосветящихся объектов; спектрографом с высоким разрешением; фотометром и камерой для съемки слабосветящихся объектов. Четыре из них устанавливаются «продольно» (вдоль оптической оси), пятый — радиально (используют наклонное зеркало в фокальной плоскости телескопа). Яркость слабосветящихся объектов столь незначительна, что их изображение должно создаваться методом счета

Схема космического телескопа



отдельных фотонов. Камера фокусирует фотоны на детектор, связанный с трубкой телевизионной камеры, рассчитанной на низкий уровень освещенности. Телевизионная камера регистрирует положение отдельных фотонов, а электронная логическая система распознавания образов создает изображение.

Спутник «Космический телескоп» рассчитан на эксплуатацию в течение 15 лет. За этот период он будет дважды (через 5 и через 10 лет) возвращен с орбиты на Землю для ремонта, замены научных приборов и т. д., а затем снова доставлен на орбиту. Кроме того, спутник будет трижды (через 2,5 года после каждого запуска) обслуживаться космонавтами на орбите.



Фотографии заимствованы из журнала «Aviation Week and Space Technology».

■  
Спутник «Космический телескоп» со сложенными панелями и антеннами, извлекаемый манипулятором из космического корабля «Спейс Шаттл»

■  
Спутник «Космический телескоп» с развернутыми панелями и антеннами после отделения от космического корабля «Спейс Шаттл»



Член-корреспондент АН СССР  
А. С. АЛЕКСЕЕВ  
Доктор технических наук  
В. З. РЯБОЙ

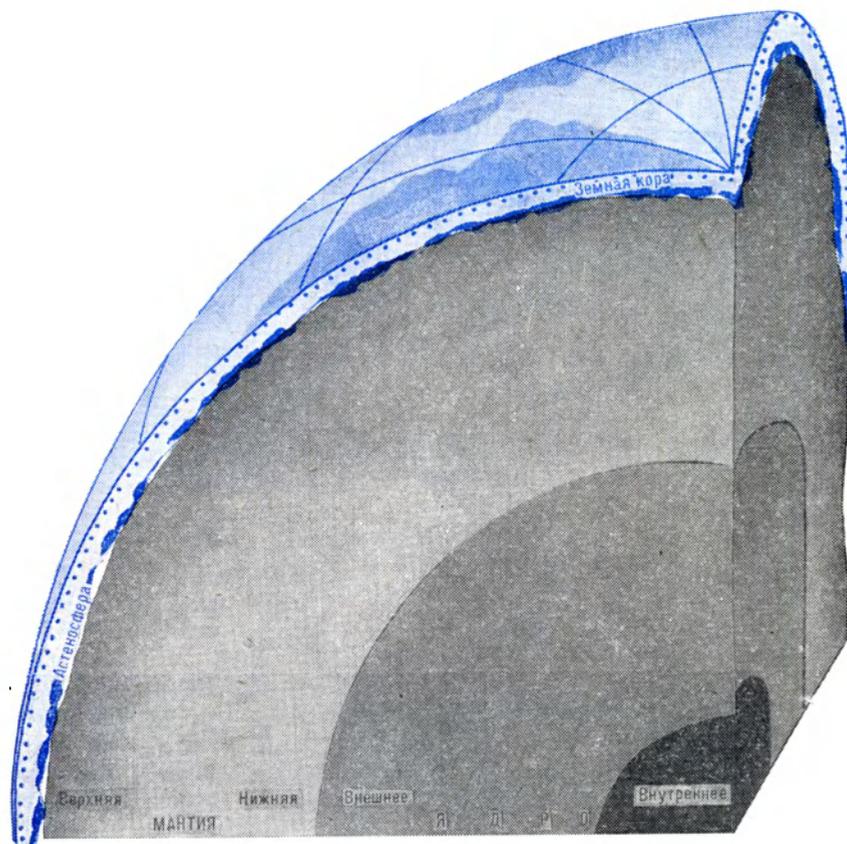
## Астеносфера Земли

В верхней мантии Земли, на глубине 100—200 км, есть слой — астеносфера, где скорость распространения сейсмических волн понижается. До недавнего времени считалось, что астеносфера существует повсеместно. О чем говорят новые данные!

### ОСОБЫЙ СЛОЙ

Изучение верхней мантии нашей планеты, простирающейся от подошвы земной коры до глубин в сотни километров, — одна из актуальных проблем. Определяя закономерности изменения различных характеристик верхней мантии, мы познаем причины и механизм глубинных физико-химических процессов. Это представляет не только научный интерес, но необходимо и для практической деятельности (поиска месторождений полезных ископаемых, прогноза сейсмичности и предсказания извержений вулканов).

Еще недавно считалось, что верхняя мантия имеет четко выраженное концентрическое расслоение: жесткая надастеносфера (нижняя литосфера), пластичная астеносфера и жесткий подастеносферный слой. Предположение о том, что пластичный астеносферный слой на относительно небольших глубинах распространен повсеместно, возникло в геологии очень давно. Впервые оно подтвердилось геофизическими исследованиями — изучением изостазии, под которой понимают гидростатическое рав-



новесие литосферы, включающей земную кору и надастеносферную часть верхней мантии («Земля и Вселенная», № 3, 1970, с. 26—37.— Ред.).

В 20—60-х годах нашего века сейсмологи доказали существование мощного слоя, где скорости продольных и поперечных сейсмических волн понижаются. Лежащий на глубине 50—250 км, он был назван **волноводом**. Измерения тогда проводили в недрах сейсмоактивных областей Земли. Понижение скоростей сейсмических волн объясняется особыми

термодинамическими условиями, при которых вещество частично расплавляется или становится аморфизован-

На схематическом разрезе земного шара (радиус Земли 6378 км) в верхней мантии, синим цветом показан астеносферный слой, где вязкость вещества и скорость распространения сейсмических волн понижаются. В некоторых областях астеносферный слой тоньше или вообще отсутствует



ным. Этот слой отождествили с астеносферой.

В 40—50-е годы была также создана и сферически-симметричная модель распределения скоростей сейсмических волн в недрах Земли, в которой не учитывалось существование волновода. Дискуссии по поводу реальности волновода продолжались долго. Постепенно большинство геологов склонилось к мнению о том, что астеносфера действительно есть всюду и ее можно обнаружить как слой на определенной глубине. Это позволяло объяснить некоторые геологические процессы и явления в верхних слоях земной коры и было положено в основу различных геотектонических гипотез, разрабатываемых как сторонниками новой глобальной тектоники плит («мобилистами»), так и их оппонентами («фиксистами»). «Мобилисты» считают астеносферу тем слоем, по которому «скользят» жесткие и хрупкие плиты литосферы. По мнению «фиксистов», в астеносферном слое останавливается и преобразуется вещество, поднимающееся из нижней мантии.

#### МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Возможности непосредственного изучения пород, слагающих верхнюю мантию, крайне ограничены. Эти породы удалось обнаружить только в пределах глубоко эродированных участков древнейших щитов, в кимберлитовых трубках взрыва и в продуктах извержения вулканов. Чтобы поднять и подробно изучить вещество мантии, осуществляются проекты сверхглубинного бурения в океане и на континентах. Однако основные сведения о строении верхней мантии,

получены пока только геофизическими методами, позволяющими изучать ее свойства по физическим полям Земли (сейсмическому, гравитационному, электромагнитному и тепловому).

Наиболее надежные результаты получены сейсмическими методами («Земля и Вселенная», № 6, 1968, с. 34—39; № 1, 1973, с. 12—19.—Ред.). С их помощью можно определять значения скоростей сейсмических волн в верхней мантии и поглощение в ней их энергии. Эти методы впервые стали применять на рубеже XIX и XX веков, и долгое время в качестве источников колебаний использовались землетрясения. В конце 40-х—начале 50-х годов в нашей стране под руководством академика Г. А. Гамбурцева началась разработка метода **глубинного сейсмического зондирования** — детальное изучение земной коры и верхней мантии по записям волн от взрывов.

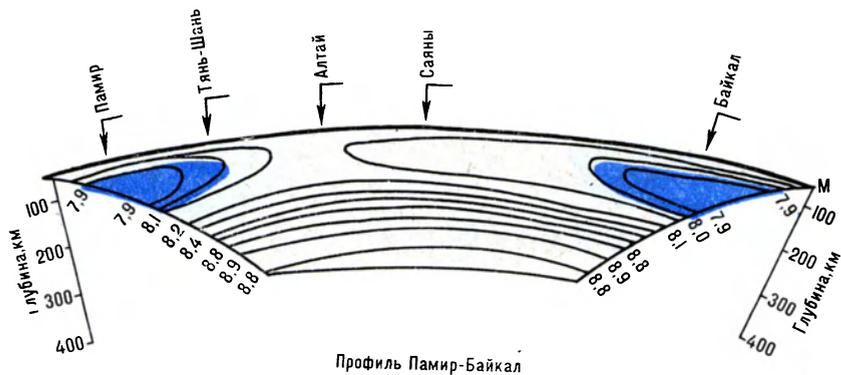
По мере развития взрывной сейсмологии глубинные исследования стали проводить не только в сейсмоактивных, но и в асейсмичных платформенных областях. Существенно повысилась детальность и точность результатов, так как сейсмологи стали использовать более высокие частоты регистрируемых колебаний, причем пространственные и временные координаты их источника хорошо известны («Земля и Вселенная», № 3, 1969, с. 70—73.—Ред.). По записям сейсмических волн, полученным с помощью специальной регистрирующей аппаратуры, можно измерить различные характеристики волновых полей: время пробега волн, фазовые и групповые скорости, амплитуду,

частоту. Изучая по этим записям изменение скорости волн с глубиной и в горизонтальном направлении, сейсмологи решают **обратную сейсмическую задачу**, то есть определяющую скоростные разрезы и поглощающие свойства среды. Используемый при этом **метод перебора решений прямых сейсмических задач** заключается в том, что с помощью ЭВМ находят скоростные модели верхней мантии, для которых рассчитанные характеристики волнового поля совпадают с экспериментальными данными.

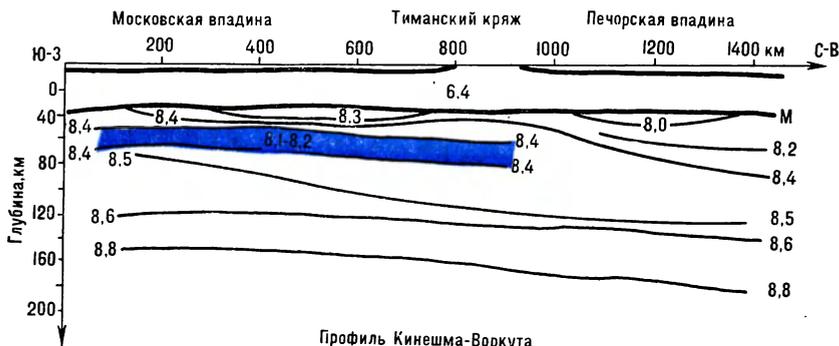
В последние годы построены не только горизонтально-однородные, но и двумерные скоростные разрезы среды, где различные параметры изменяются с глубиной и по горизонтали. Такие сейсмические разрезы позволяют лучше «увидеть» особенности реальной среды.

#### НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Как показали сейсмические исследования, проводимые на территории СССР и за рубежом, верхняя мантия характеризуется значительной **скоростной неоднородностью** в вертикальном и горизонтальном направлениях. Наиболее существенные неоднородности отмечены до глубины 200—250 км, где скорости продольных волн изменяются примерно в пределах 7,5—9 км/с. На глубине от 300 до 400 км обнаружена граница резкого увеличения скорости волн, которую обычно принимают за подошву верхней мантии. Отличие скоростей сейсмических волн от нормальных значения в некоторых районах иногда превышает  $\pm 6\%$ . Неоднородности тесно связаны со структурами



Профиль Памир-Байкал



Профиль Кинешма-Воркута

земной коры: в сейсмоактивных горно-складчатых областях и на платформах они распределены по-разному.

Сейсмологи установили, что при переходе от одного региона к другому изменяются скорости волн и их

распределение с глубиной. Слои, где скорости сейсмических волн понижаются, различаются глубиной залегания, мощностью, величиной скоростных параметров, что, вероятно, зависит от различных причин. В разрезе верхней мантии обнаружены и такие районы, где эти слои практически отсутствуют. Другие районы характеризуются двумя-тремя волноводными слоями. Все эти слои можно разделить на два типа. **Волноводами первого типа** будем называть слои мощностью в несколько десятков километров, залегающие на глубине менее 80—100 км. Скорость волн здесь обычно выше 8 км/с. Встречаются эти волноводы, как правило, в платформенных областях. **Ко второму типу** можно отнести более мощные (50—100 км) слои с пониженной скоростью сейсмических волн. Их кровля обычно находится глубже 100 км, а скорости волн здесь

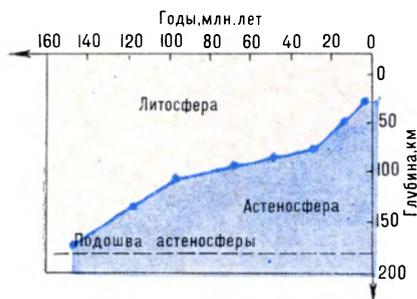
*Сейсмические разрезы верхней мантии под различными геологическими структурами. На верхнем отчетливо выделяются горизонтальные неоднородности и мощные слои с пониженными скоростями сейсмических волн (показаны синим цветом), которые можно отождествить с астеносферой. На нижнем разрезе астеносферный слой отсутствует. Выделен волновод первого типа (синяя полоса), он, вероятно, обусловлен изменением состава пород верхней мантии. М — поверхность верхней мантии. Цифры на схеме — величины скоростей сейсмических волн*

меньше 8 км/с. Волноводы второго типа наиболее отчетливо выражены в тектонически активных регионах (молодые горно-складчатые области, рифтовые зоны, области перехода от континента к океану активного типа). Оба типа волноводов распространены повсеместно.

Верхняя мантия платформенных областей характеризуется более медленным и плавным изменением скоростей сейсмических волн в горизонтальном направлении, более высокими скоростями и отсутствием или слабым развитием мощных волноводов на глубинах свыше 100 км. Иногда в платформенных районах уверенно выделяются волноводы первого типа. Нередко существенные изменения величины и характера распределения скоростных параметров верхней мантии приурочены к границам крупных платформенных структур, например, Русской и Западно-Сибирской плит, Московской и Печерской впадин. Такие различия четко прослеживаются до глубины 100—200 км.

На более древних платформенных структурах (Балтийский щит, Московская впадина и восточные районы Русской плиты) выявлены в среднем повышенные скорости. По мере приближения к молодым горно-складчатым системам и областям неотектонической активизации (например, при переходе от центральных районов Казахской складчатой области к районам Северного Тянь-Шаня) в верхней мантии отмечается понижение скоростей распространения сейсмических волн.

Под молодыми складчатыми и горно-складчатыми областями и под зо-



ной перехода от Евразийского континента к Тихому океану скорости сейсмических волн резко изменяются, во многих районах четко проявляются мощные слои с пониженными скоростями на глубине более 100 км (волноводы второго типа). Здесь линейные размеры блоков верхней мантии, выделяемые сейсмическими методами, обычно гораздо меньше, чем на платформах. Однако эти особенности строения верхней мантии складчатых и горно-складчатых областей проявляются не всюду. Иногда даже в тектонически активных областях слои с пониженными скоростями не обнаруживаются (например, в Алтае-Саянской зоне), а в других (например, некоторые районы Памира и Кавказа) регистрируются в среднем повышенные скорости, типичные для древних платформ.

**Разрез верхней мантии под Тихим океаном (по регистрации поверхностных волн от землетрясений). При переходе от срединно-океанического хребта к древним океаническим плитам — по мере увеличения возраста литосферы — поверхность астеносферы быстро погружается и мощность ее значительно сокращается**

В океанах строение верхней мантии изучено гораздо хуже, чем на континентах. Однако глубинные исследования с использованием поверхностных и объемных волн от землетрясений и взрывов, выполненные в последние годы американскими и японскими геофизиками в Тихом океане, уточнили и дополнили представления о скоростном строении верхней мантии под океаном. Сейчас мы знаем, что верхняя мантия здесь так же, как и под континентами, характеризуется изменением скоростных параметров не только с глубиной, но и в горизонтальном направлении. Под срединно-океаническими хребтами и древними океаническими плитами по своему скоростному строению она напоминает континентальную верхнюю мантию рифтовых областей и древних платформ.

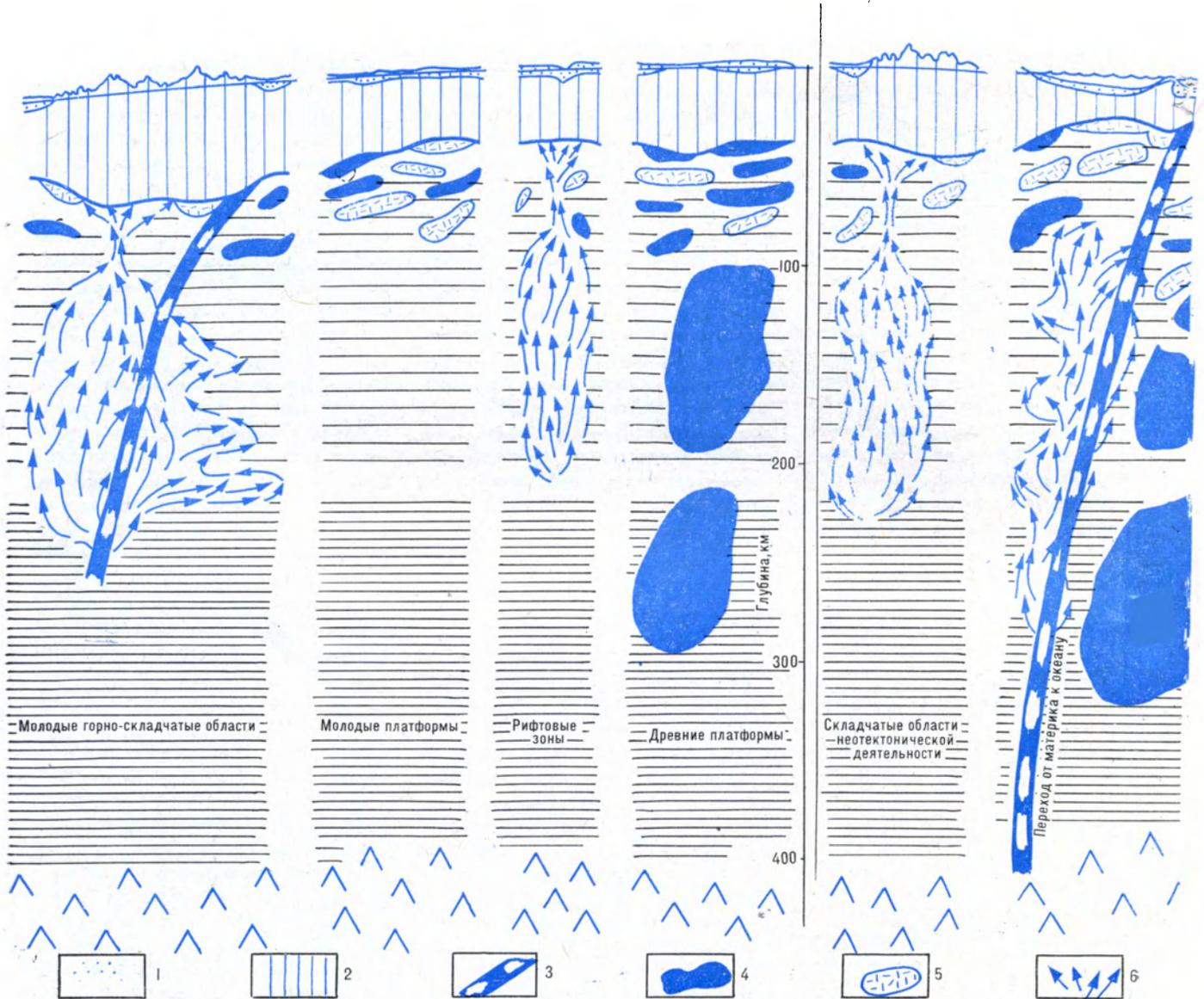
#### НОВОЕ ОБ АСТЕНОСФЕРЕ

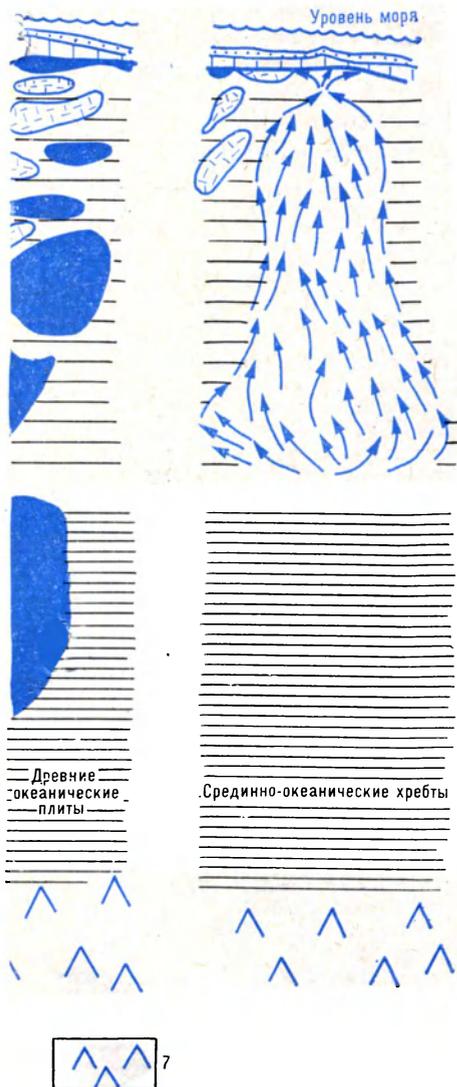
При геофизических исследованиях изучаются физические свойства горных пород. Но для геологической интерпретации данных необходимы дополнительные сведения, в частности, лабораторные данные об этих свойствах при высоких давлениях и температурах. Опыты, проведенные в лаборатории с образцами основных и ультраосновных пород, слагающих верхнюю мантию, показали, что при температуре 1100—1200°С они могут частично расплавляться и аморфизироваться. Такая температура, судя по данным геотермии и петрологии, достигается под платформами глубже 100—200 км.

Если в горных породах имеется хо-

тя бы немного расплавленного вещества, это приводит, как показывают лабораторные исследования, к существенному понижению (на 5—10%) скоростей сейсмических волн. Поэтому волноводы второго типа можно отождествить с астеносферой. С частичным плавлением вещества также связаны слои с пониженными скоростями. Они обнаружены не глубже 100 км в рифтовых зонах и некоторых молодых горно-складчатых областях, где отмечаются высокие значения теплового потока из недр Земли. В платформенных областях температура на такой глубине, как показывают геотермические и петрологические исследования, должна быть менее 1100—1200°С. При этих условиях вещество в целом, вероятно, находится в твердом кристаллическом состоянии и непластично. Выявленные здесь скоростные неоднородности в основном обусловлены изменением вещественного состава пород, например, сложным чередованием и переслаиванием ультраосновных пород и эфлогитов.

Таким образом, можно предполагать, что астеносферный слой не глобальное образование («Земля и Вселенная», № 5, 1977, с. 75.—Ред.). Этот вывод подтверждается при регистрации продольных и поперечных сейсмических волн. Под древними кристаллическими щитами и плитами докембрийских платформ, а также под древними океаническими плитами мощные астеносферные слои на глубине более 100 км чаще всего слабо выражены, либо совсем отсутствуют. В платформенных районах, где волноводы второго типа не выделяются, астеносферный слой верхней мантии отсутствует или его вязкость





понижается так незначительно, что это не сопровождается уменьшением скорости и астеносферный слой не может быть обнаружен сейсмическими методами. Это относится к верхней мантии, лежащей под Балтийским, Австралийским и Канадским щитами, а также под Русской и Северо-Американской плитами.

Четко выраженный астеносферный слой обнаружен в тектонически активных регионах, например, в горноскладчатой системе Кордильер в Америке, зонах альпийской складчатости южных районов Европы и Средней Азии, областях палеозойской складчатости Восточной Австралии, Байкальской и Восточно-Африканской рифтовых зонах, областях перехода от Евразийского и Американского континентов к Тихому океану.

Строение верхней мантии под различными геологическими структурами схематически показано в виде отклонений (аномалий) от среднего для всей Земли стандартного скоростного разреза Джеффриса-Буллена, изображенного редкой и густой горизонтальной штриховкой (более густой штриховкой выделена подастеносферная часть верхней мантии). Условные обозначения: 1 — осадочные породы; 2 — земная кора; 3 — кругонаклоненные слои мощностью не более 100—150 км, где сейсмические волны распространяются с высокой скоростью; 4 — области мантии, где скорости сейсмических волн повышены; 5 — участки на глубине в несколько десятков километров с относительно пониженными скоростями сейсмических волн; 6 — астеносфера; 7 — подошва верхней мантии

Сейчас появились свидетельства прерывистости астеносферы, полученные и другими методами, например, **глубинным магнито-теллурическим зондированием**, позволяющим в общих чертах изучить распределение проводящих слоев верхней мантии. Слои с высокой электрической проводимостью отождествляются с астеносферой. Сравнение результатов этого метода с данными глубинных сейсмических исследований показывает их хорошее согласие: районы распространения мощных слоев с пониженными скоростями волн и высокой электрической проводимостью почти повсеместно совпадают.

Важное подтверждение тому, что астеносферный слой не непрерывен в глобальном масштабе, дает и **петрология**. Изучение образцов глубинных пород показало, что под древними платформами, например, под Сибирской, на глубине 100—200 км (там, где должна быть астеносфера) вещество верхней мантии находится в твердом кристаллическом состоянии.

Создаваемая теперь в геофизике **горизонтально-неоднородная** (трехмерная) модель строения верхней мантии описывает свойства реальной среды значительно подробнее и точнее, чем сферически-симметричная. Установлено, что различия в строении крупных геологических структур прослеживаются не только в земной коре, но и в верхней мантии до глубины не менее сотен километров. Это говорит о глубинном характере залегания геологических структур и свидетельствует о влиянии процессов, происходящих в мантии, на развитие этих структур.



Существование горизонтальных неоднородностей скорости сейсмических волн и прерывистый характер астеносферы имеет важное значение для решения актуальных вопросов геодинамики. Предстоит, например, объяснить механизм движения и раз-

вития крупных геологических структур в условиях, когда огромные участки литосферы длительное время оказываются как бы сросшимися с подстилающим непластичным слоем верхней мантии. Сейчас пока трудно удовлетворительно объяснить это яв-

ление. Будущим комплексным геолого-геофизическим исследованиям еще предстоит ответить на вопрос, что такое астеносфера и какую она играет роль в развитии геологических структур земной коры.



## КОГДА КАВКАЗ СМЫКАЛСЯ С АФРИКОЙ...

Территория Малого Кавказа находится в зоне сочленения двух мегаплит — Евразии и Гондваны (в состав последней когда-то входили часть современной Южной Америки, Африка, Аравия, полуостров Индостан, Австралия и большая часть Антарктиды). Согласно мобилистским реконструкциям, эти мегаплиты совершали в прошлом заметные движения относительно друг друга.

Сотрудники Института физики Земли имени О. Ю. Шмидта АН СССР Нгуен Тхи Ким Тзоа, Д. М. Печерский и Б. З. Асанидзе проводили палеомагнитные исследования на территории южной части Малого Кавказа для того, чтобы определить ее тектоническое положение с позднего мелового периода до

палеозоя (70—185 млн. лет назад). Изучая структурное состояние ферромагнитных зерен юрских магнетитосодержащих вулканических пород северной Армении, они надежно определили древнее геомагнитное поле этой территории.

Согласно полученным данным, в юрский и ранний меловой период (150—110 млн. лет назад) территория Армении смыкалась с Аравией и Африкой. Затем она «оторвалась» от Аравийской плиты и, повернувшись в период позднего мела примерно на 30°, примкнула к Европейской плите.

«Известия АН СССР. Физика Земли», 6, 1978.

## РЕЙСЫ «ГЛОМАРА ЧЕЛЛЕНДЖЕРА»

В декабре 1977 года научно-исследовательское судно «Гломар Челленджер» завершило свой 57-й рейс, проходивший в северо-западной части Тихого океана. Экспедиция изучала строение дна океана в районе Японского глубоководного желоба, протянувшегося вдоль восточного побережья острова Хонсю.

Структура осадочных пород, поднятых на борт «Гломара Челленджера», говорит о том, что около 25 млн. лет назад крупный массив суши в том месте, где располагается-

ся Японский глубоководный желоб, начал быстро погружаться. За короткий срок он погрузился более чем на 2 км ниже уровня моря. Участники экспедиции назвали эту «ископаемую» сушу, от которой остался лишь остров Хонсю, «древним массивом Оясио» по имени известного течения, ныне проходящего над ним.

Грунтовые колонки содержат песчаные отложения с хорошо сохранившимися ракушечником возрастом 25 млн. лет. Под ним находится почти 50-метровый слой валунов, отложившихся, вероятно, также еще в сухопутных условиях. Еще ниже найдены образования, возраст которых, очевидно, превышает 80 млн. лет. Валуну — это древние и более молодые вулканические породы. Последние свидетельствуют о том, что массив Оясио был тесно связан с активной грядой вулканов, подобных вулкану Фудзи.

Бурение на глубину более 680 м дало лишь образцы пород континентального происхождения; никаких признаков океанической коры обнаружить не удалось. Подтвердилось предположение, что осадочные породы подвергались сильному сжатию. Это привело к такому уплотнению, что слой донных пород оказался втрое тоньше слоя аналогичных отложений, находящихся поблизости, которые сжатия не подвергались.



## СВЕРХМАССИВНЫЙ ОБЪЕКТ В ЦЕНТРЕ М 87

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ М 87

Характеристики	Область	
	Расстояние от ядра 9,6" или 620 пс	Расстояние от ядра 1,7" или 110 пс
Средняя дисперсия скоростей звезд, км/с	278	350
Масса, $M_{\odot}$	$3,5 \cdot 10^{10}$	$6,5 \cdot 10^9$
Плотность, $M_{\odot}/\text{пс}^3$	26	$1,4 \cdot 10^3$
Светимость п фильтре V, $L_{\odot}$	$5,4 \cdot 10^9$	$1,1 \cdot 10^8$
Масса/светимость	$6,5 \pm 0,6$	$58 \pm 16$

сти галактики. Что это за тело, сказать пока трудно. Факт его существования, по-видимому, связан с активностью в ядре М 87. Во всяком случае, в центре другой эллиптической галактики NGC 3379 ничего похожего не обнаружено.

Американские астрономы допускают, что сверхмассивное тело в центре М 87 может быть черной дырой. Тогда для объяснения наблюдаемой активности ядра галактики (мощность его излучения около  $10^{42}$  эрг/с) достаточно, чтобы аккреция газа на черную дыру составляла 0,01 солнечной массы в год при КПД переработки кинетической энергии около 0,2%. Гравитационный радиус черной дыры массой  $6,5 \cdot 10^9$  солнечных равен  $2 \cdot 10^{15}$  см. Поскольку в оптическом диапазоне разрешение наземных телескопов около 1" (на расстоянии М 87 это составит 70 пс, или  $2 \cdot 10^{20}$  см), никаких релятивистских эффектов, характерных для черных дыр, в М 87 наблюдать не удастся. «Astrophysical Journal», 221, 3, 1978.

11 декабря 1977 года «Гломар Челленджер» начал свой 58-й рейс. Основной задачей экспедиции было изучение геологического строения и истории дна Филиппинского моря. Исследования проводились на востоке Филиппинского моря, в бассейне Сикоку, отделенного от остальной части Тихого океана островной дугой, включающей архипелаги Бонин (Огасавара), Иводзима и Марианские острова.

Чтобы точнее определить возраст магнитных аномалий, обнаруженных ранее в бассейне Сикоку, экспедиция проводила бурение морского дна. Однако колонки грунта, поднятые на борт «Гломара Челленджера», показали, что источник этих аномалий лежит слишком глубоко и при существующей технике бурения его невозможно достигнуть. Образцы пород, полученные в 58-м рейсе, свидетельствуют об интенсивных вулканических извержениях, которые происходили в этом районе 15 млн. лет назад. Обширные лавовые потоки внедрялись в слои осадочных пород древнего океанического дна.

При бурении в пределах подводного хребта Дайто и бассейна Дайто в колонках грунта обнаружили остатки организмов (моллюсков, микроскопических ракушек) возрастом около 45 млн. лет. Жившие ранее в прибрежной зоне, они, по-видимому, были перенесены в глубоководный район подводными оползнями и турбулентными придонными течениями. Хребет Дайто когда-то возвышался над уровнем моря. Теперь он располагается на глубине 1200 м. Анализ магнитных характеристик древних пород и ископаемых остатков показал, что за истекшие 45 млн. лет подводный хребет Дайто сместился из экваториальной области на  $25^\circ$  к северу, «пройдя» около 1500 миль. Это как будто бы подтверждают найденные остатки организмов, которые могли существовать лишь в тропических и экваториальных водах.

«Deep Sea Drilling Project» (Scripps Institution of Oceanography), 267, 269, 1977.

Гигантская эллиптическая галактика М 87 — ярчайший объект скопления галактик в созвездии Девы — расположена от нас на расстоянии 20 Мпс. Внимание астрономов давно привлекают обширная слабосветящаяся корона этой галактики, яркий голубой выброс из ее ядра и радиоисточник Дева А, связанный с М 87 («Земля и Вселенная», № 1, 1978, с. 16–20).

Недавно американские астрономы выполнили исследование центральной области галактики. На 1,5- и 5-метровом телескопах Паломарской обсерватории проводились многоцветные фотометрические наблюдения околоядерной области радиусом от 0,5 до 80". В обсерватории Китт Пик на 4-метровом рефлекторе, оснащенный 1000-канальным двумерным сканером, были получены одновременно 20 спектров околоядерной области радиусом от 1,6 до 72". Каждый спектр охватывал участок в 1060 Å с разрешением 4,6 Å.

Данные многоцветной фотометрии позволили построить распределение светимости в центральной области М 87. По ширине линий поглощения в спектрах удалось оценить дисперсию скоростей звезд, а затем и распределение массы в центре галактики. Используя эти данные, американские астрономы нашли, как меняется отношение массы к светимости вдоль радиуса М 87 (см. таблицу).

Неожиданным является резкое возрастание отношения массы к светимости на расстояниях от ядра, меньших 110 пс. Светимость в этой области несколько выше той, какую дает стандартная звездодинамическая модель галактики.

По мнению американских астрономов, полученные результаты можно объяснить, если предположить, что в центре М 87 существует сверхмассивное тело. Его радиус меньше 110 пс, а масса около  $6,5 \cdot 10^9$  солнечных. Гравитационное влияние такого тела приводит к наблюдаемому увеличению дисперсии скоростей и плотности звезд в центральной обла-



Профессор  
Л. Э. ГУРЕВИЧ  
Кандидат физико-математических  
наук  
Э. Б. ГЛИНЕР

## Геометрия Вселенной

### ГЕОМЕТРИЯ НЕОТДЕЛИМА ОТ ДВИЖУЩЕЙСЯ МАТЕРИИ

Геометрия пространства — времени — это наука о законах свободного движения тел.

Ньютон считал, что свободное относительное движение тел прямолинейно и равномерно. Это и имеют в виду, говоря, что, по Ньютону, геометрия пространства — эвклидова, а время течет равномерно и одинаково во всех точках пространства. Тяготение Ньютон рассматривал как одну из сил природы. Ее величина устанавливалась законом всемирного тяготения, а действием этой силы объяснялась непрямолинейность движения космических тел, например, планет и их спутников.

Современная физика считает такое представление неверным. Дело в том, что на теле\*, движущемся под действием тяготения неравномерно и криволинейно по отношению к другим телам, все физические явления протекают так же, как при движении, которое Ньютон называл свободным. Это — известное состояние невесомости! Если же «скомпенсировать» тяготение, приложив к телу негравитационную силу, то состояние невесомости сразу исчезнет. Неважно, по отношению к каким телам — близким или очень далеким — мы заставили бы тело двигаться равномерно и прямолинейно. Сам факт приложения силы достаточен, чтобы невесомость исчезла.

\* Размеры тела предполагаются достаточно малыми, чтобы не сказывались различия поля тяготения в разных точках тела.

**Современная наука о Вселенной — космология восстанавливает историю Вселенной с эпохи, близкой к «Большому взрыву», до нашего времени. В течение всего этого периода геометрия пространства — времени Вселенной такова, что можно ввести единое космологическое время. Мгновенная геометрия пространства соответствует одной из давно известных геометрий: Эвклида, Лобачевского или Римана.**

Таким образом, с одной стороны, по своему влиянию на физические явления движение под действием только тяготения обладает всеми свойствами свободного движения, а с другой стороны, при наличии тяготения равномерное и прямолинейное движение не имеет свойств свободного движения. Вот почему современная физика считает, что движение «под действием только тяготения» — это и есть свободное движение, а его неравномерность и непрямолинейность указывают на то, что геометрия реального пространства — времени неэвклидова. При этом и закон всемирного тяготения приобретает иной смысл. Массивное тело не создает сил тяготения, потому что и само тяготение не сила: оно не нарушает состояния невесомости. Согласно современной точке зрения, массивные тела изменяют геометрию пространства — времени: траектории свободного движения изгибаются (и движение по ним ускоря-

ется) в сторону массивных тел. Это мы и называем тяготением. Общая теория относительности ввела ряд уточнений в закон тяготения. Например, на геометрию пространства — времени влияют не только масса тел, но и состояние их движения, а также механические напряжения в веществе тел. При движении тел с относительной скоростью, намного меньшей скорости света, и при состояниях вещества, преобладающих в нашей Вселенной в современную эпоху, эти уточнения малы, и мы не будем обсуждать их подробно.

Говоря, что массивные тела «изменяют геометрию», мы должны указать и ту основу, которая изменяется. Известные нам законы природы не устанавливают ее однозначно. Какова она в окружающей нас Вселенной? — это вопрос опыта. При современном состоянии Вселенной основой является геометрия специальной теории относительности — геометрия Минковского («Земля и Вселенная», № 5, 1976, с. 29—38.— Ред.). Иными словами, если мы ведем наблюдения на свободно падающем в пространстве теле, то в качестве основы обнаружим эвклидово пространство и равномерно текущее время. Неэвклидовы же свойства пространства — времени, проявляющиеся в законах свободного движения (падения) тел, обусловлены распределением и движением вещества Вселенной.

В классической физике Ньютона пространство и время были чем-то независимым от «мира вещей», чем-то вечным и неизменным — абсолютным. Современная физика тесно связала их со свойствами движущейся



■  
*Инопланетянин-гигант буксирует космический корабль. Состояние невесомости в космическом корабле исчезло. Все незакрепленные предметы падают в сторону, противоположную направлению действия силы*

материи. Как мы увидим, по современным космологическим представлениям пространство и время Вселенной тоже не существовали вечно, а появились одновременно с ней, как ее «составная часть». Поэтому они неотделимы от всего остального ее «содержимого». Если нашей Вселенной суждено когда-либо погибнуть, то после нее не останется и пустого

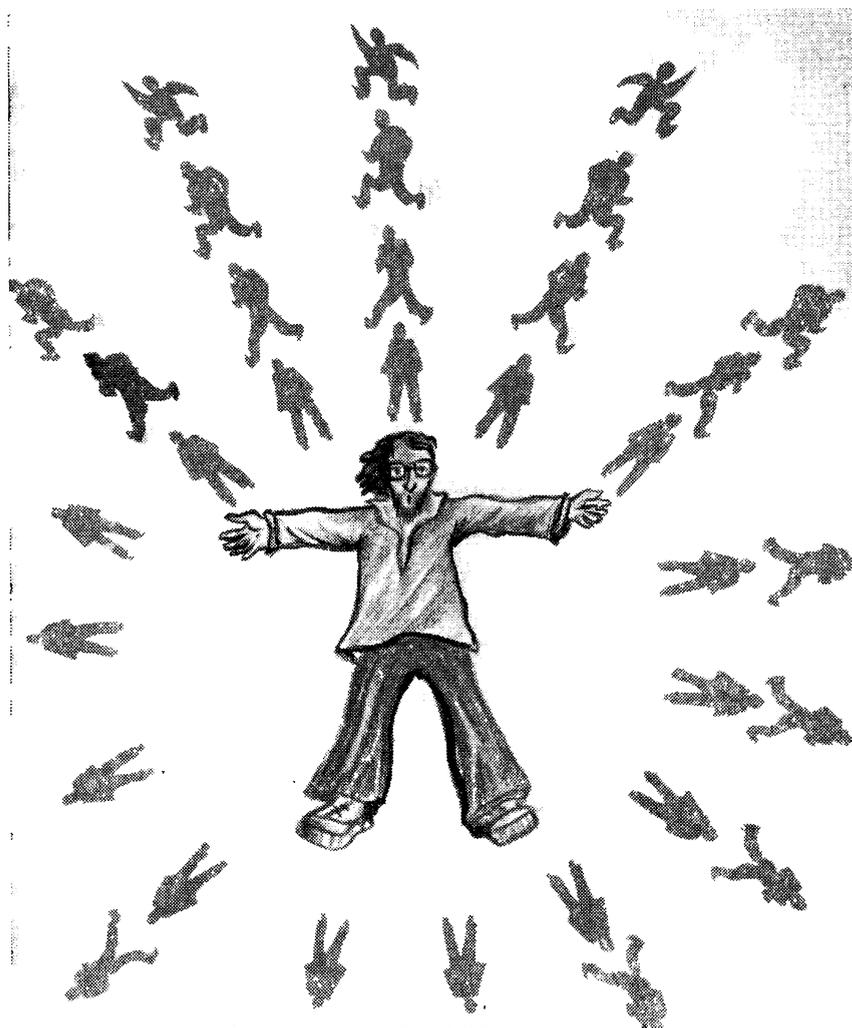
пространства с текущим в нем «пустым», не заполненным событиями временем.

#### НАША ВСЕЛЕННАЯ РАСШИРЯЕТСЯ

Одинакова ли геометрия в разных местах Вселенной? Два свойства Вселенной позволяют ответить на этот вопрос.

Основная масса вещества Вселенной сосредоточена в звездах, которые группируются в галактики, а последние — в скопления галактик. Кажется бы, распределение вещества крайне неоднородно, а поэтому в разных местах Вселенной отклонения геометрии от эвклидовой должны быть различны. Вблизи массивных тел они больше, вдали — меньше. Но мы не будем касаться этих «местных» особенностей геометрии, причины которых очевидны, а постараемся разобраться в более интересной проблеме: какова геометрия пространства — времени в масштабах Вселенной в целом.

Наблюдения показывают, что скопления галактик располагаются в пространстве довольно равномерно. Если «размазать» вещество звезд и галактик по всему объему скоплений, то такая «размазанная плотность» окажется примерно одинаковой во всей видимой части Вселенной. Это обстоятельство вряд ли случайно. Астрономические наблюдения сейчас охватывают огромную область Вселенной, содержащую сотни миллиардов галактик и, значит, около миллиарда скоплений! И поскольку в этой колоссальной области не наблюдается тенденций к скупиванию вещества, естественно предположить, что однородность распре-



деления вещества в больших масштабах (значительно превосходящих размеры скоплений и сверхскоплений галактик) — характерное свойство Вселенной. Таково первое из интересующих нас свойств.

Другое свойство — расширение Вселенной — предсказал советский ученый А. А. Фридман. И действительно, как впервые обнаружил американский астроном Э. Хаббл, вся видимая нами часть Вселенной рас-

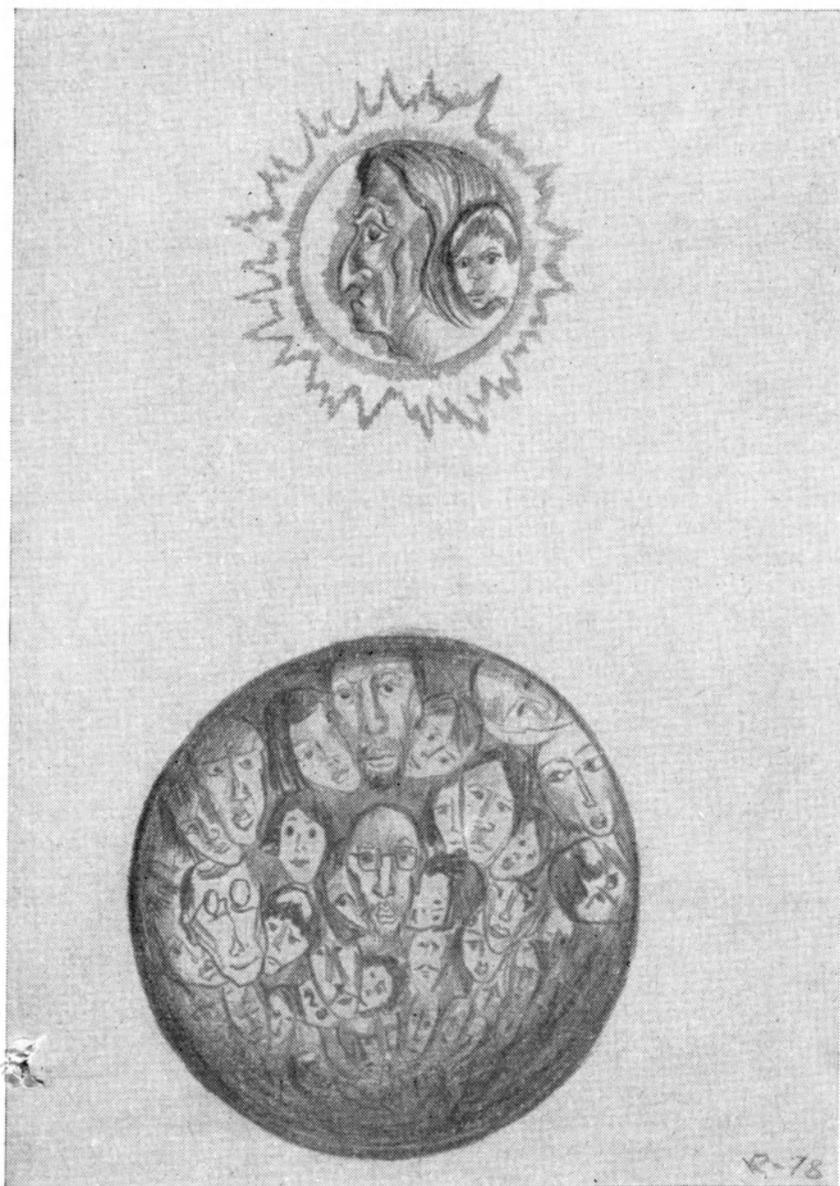
ширяется, галактики (не связанные в одно и то же скопление) удаляются друг от друга со скоростью, одинаковой во всех направлениях, и тем большей, чем больше расстояние между галактиками. Вспомнив об однородности Вселенной, мы должны прийти к выводу, что в с я наша Вселенная расширяется!

Следовательно, раньше галактики находились ближе друг к другу. Наши знания законов движения и свойств вещества позволяют заглянуть в прошлое еще дальше — в эпоху, когда не существовало ни звезд, ни галактик и все вещество было сжато до огромной плотности и имело высокую температуру. Этому состоя-

нию должны были предшествовать другие состояния все возрастающей плотности и температуры. «Исходное» состояние, с которого «все началось», называют **с и н г у л я р н ы м** (особым), так как известные нам законы физики пока не позволяют понять его физическую природу. Можно, однако, утверждать, что поскольку тяготение противодействует расширению вещества, замедляя его, то в прошлые эпохи скорость расширения была тем большей, чем меньшее время отделяло их от сингулярного состояния. Вблизи последнего скорость расширения была столь велика, что о выходе из сингулярного состояния часто говорят, как о «Большом взрыве».

Современная космология дает возможность изучить эволюцию Вселенной с довольно ранних стадий ее развития после «Большого взрыва» («Земля и Вселенная», № 3, 1969 с. 4—11.—Ред.). В течение первых миллионов лет существования Вселенной масса электромагнитного излучения, резко возрастающая с повышением температуры, составляла основную часть массы Вселенной. По мере расширения температура уменьшалась и в некоторую эпоху упала настолько, что существовавшая до этого ионизованная плазма почти полностью превратилась в нейтральный газ. Газ (по причинам, на которых мы не можем здесь останавливаться) испытал в дальнейшем бурные процессы, приведшие к образованию галактик и отдельных звезд. Однако электромагнитное излучение практически не принимало участия в этих процессах, так как оно взаимодействует лишь с заряженными час-

■  
*Одна из возможных иллюстраций разбегания галактик. Чем больше расстояние, тем больше скорость удаления*



тицами, а не с нейтральными атомами. Поэтому излучение продолжало расширяться и остывать, то есть средняя энергия составлявших его фотонов уменьшалась.

■  
*Вселенная насчитывает всего два поколения звезд. Если «древность» определять числом поколений, то человечество куда древнее звезд — число поколений землян огромно*

Картина космологического расширения подтверждена недавним открытием реликтового (остаточного) излучения, заполняющего Вселенную. Оно имеет температуру 2,7 К. Для реликтового излучения характерна почти полная изотропия, то есть одинаковость свойств во всех направлениях. Это убеждает в правильности вывода об однородности и изотропии Вселенной. (Совсем недавно появилось сообщение о том, что обнару-

жено движение нашей Галактики относительно реликтового излучения, проявляющееся в небольшом нарушении его изотропии.)

Ни данные наблюдений, ни теория пока не могут объяснить, почему произошел «Большой взрыв». Но можно сказать, когда он произошел — около 15—20 млрд. лет назад. В масштабах времени жизни таких небесных тел, как звезды и планеты, это совсем недавно. Звезды проходят своеобразный путь развития. Вещество многих звезд в значительной своей части рассеивается в пространстве, и из него в дальнейшем образуются звезды «следующего поколения». За десяток миллиардов лет жизни нашей Галактики в ней сформировалось всего два поколения звезд (ко второму поколению принадлежит и Солнце). В космическом масштабе времени Вселенная предстает не вечной и неизменной, а недавно возникшим развивающимся миром.

#### МОДЕЛИ ВСЕЛЕННОЙ

Геометрия пространства — времени в эпоху «Большого взрыва» нам неизвестна, и она могла быть довольно сложной. Однако современное состояние Вселенной, из которого мы делаем заключение о ее прошлом, показывает, что уже на довольно ранней стадии развития распределение вещества, а потому и геометрия в среднем были однородны (одинаковы) во всех частях Вселенной.

Попробуем вообразить картину однородного «расширяющегося мира» с точки зрения классической физики. Нелегко представить, что все бесконечное евклидово пространство однородно заполнено р а с ш и р я ю щ и м

с я веществом. Вопрос «Куда же расширяется вещество в «заполненном», «вечном и неизменном» пространстве?» отнюдь не прост. Есть и другие причины, по которым мы, вероятно, решили бы, что мир в целом не расширяется, а так как видимая нами его часть расширяется, то в целом он все же неоднороден. Мы могли бы считать себя жителями, скажем, расширяющегося однородного шара, край которого далеко и пока недоступен для наблюдений. Этот-то шар 15 млрд. лет назад и возник при «Большом взрыве». Под влиянием тяготения, препятствующего удалению массивных тел друг от друга, скорость расширения шара с течением времени должна уменьшаться. Возможны три случая. Если начальная скорость разлета вещества не слишком велика, то под действием тяготения разлет с течением времени прекратится и тела Вселенной (галактики, звезды) начнут падать к центру шара. В конце концов они столкнутся, снова образовав сгусток огромной плотности. При некоторой определенной начальной скорости разлета тяготение не может остановить разлет, но его скорость с течением времени будет стремиться к нулю. Если начальная скорость еще выше, то скорость разлета никогда не обратится в нуль. В обоих последних случаях расширение будет происходить неограниченно.

В рассмотренной классической картине пространство — это лишь арена, на которой разворачивается действие по трем возможным сценариям. Легко вообразить, что в пространстве существует множество «взрывающихся шаров», которые могут сталкиваться, взаимодействовать и т. д.

Однако, как мы знаем, классические представления неточны. Какую картину «расширяющегося мира» воссоздает современная космология?

Если предположить, что Вселенная была однородна и тогда, когда она находилась в состоянии высокой плотности и одинаково расширялась во всех направлениях (такую вселенную называют изотропной), то оказывается, что и с точки зрения современной космологии возможны три слу-

чая, или, как говорят, три космологические модели вселенных. В одной из них расширение сменяется сжатием и снова наступает состояние высокой плотности («замкнутая вселенная»). В остальных двух расширение происходит неограниченно, но в одной из них скорость расширения уменьшается, приближаясь к нулю («плоская вселенная»), а в другой скорость, хотя и уменьшается, но остается конечной величиной («открытая вселенная»). Мы не будем подробно говорить о свойствах моделей — это предмет космологии, а остановимся только на их геометрии.

Начнем с «замкнутой вселенной». Мы уже знаем, что геометрия проявляется в свойствах свободного движения. Как оно происходит в этой модели?

Ради простоты предположим, что все вещество «размазано». Поместим в разных местах вселенной одинаковые часы так, чтобы при некотором значении плотности вещества (одинаковом для всех часов) все они показывали одинаковое время и были неподвижны относительно вещества. Уравнения тяготения Эйнштейна позволяют вычислить, как с течением времени, измеряемого нашими «местными» часами, происходит дальнейшее движение вещества, а также и перемещение самих часов как физических тел. Оказывается, часы будут двигаться вместе с веществом, оставаясь покоящимися относительно частиц вещества, вблизи которых они расположены. Фигура, образуемая несколькими часами, будет все время подобной себе. Например, если часы размещаются в вершинах равно-

стороннего тетраэдра, то они так и останутся в вершинах равностороннего тетраэдра (в каждый момент времени, соответствующий одинаковым показаниям всех часов). Стороны тетраэдра, однако, удлиняются в расширяющейся или укорачиваются в сжимающейся вселенной. При этом скорость изменения расстояний не зависит от ориентации тетраэдра (пространство изотропно) и от его места в пространстве (пространство однородно). Наконец, плотность вещества вселенной с течением времени меняется так, что одинаковым показаниям часов все время соответствуют одинаковые плотности вещества. Об этом свойстве говорят, что время течет одинаково во всех местах однородной вселенной. Это время, соответствующее всюду одинаковой плотности вещества, называют космологическим временем. Отличное от «Большого взрыва», оно дает возраст вселенной.

Перечисленные выше свойства замкнутой вселенной едва ли покажутся читателю парадоксальными. Но мы приберегли сюрприз. Расположим часы так, чтобы в некоторый момент времени (по их показаниям) они находились на одинаковом расстоянии друг от друга. Выберем некоторое направление (безразлично какое, ведь пространство изотропно) и сосчитаем, сколько часов расположено вдоль этого направления.

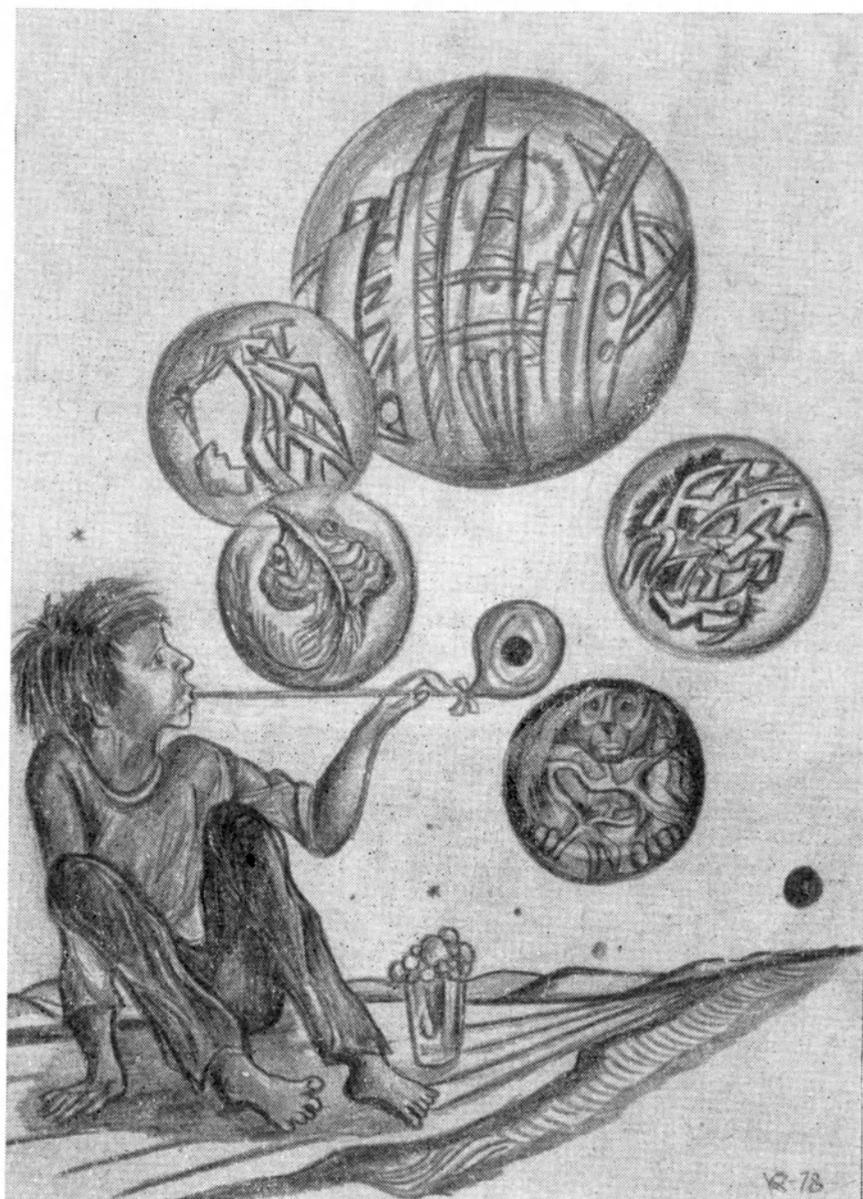
Можно ожидать, что либо в каждом направлении будет бесконечно много часов, либо вещество заполняет шар конечного объема, и тогда, насчитав конечное число часов, мы вышли бы на поверхность шара, за

которой шла бы пустота. (В последнем случае не было бы полной изотропии — направление к центру шара оказалось бы выделенным. Не было бы и однородности — тяготение менялось бы в зависимости от расстояния до центра.) Теория, однако, приводит к более цельной и интересной картине.

Границы вселенной мы, действительно, нигде бы не нашли. Любая точка вселенной окружена веществом, то есть вселенная безгранична. Но она не бесконечна! Если бы можно было сосчитать часы, расположенные в заданном направлении, их число оказалось бы конечным, причем «круг замкнулся бы»: последними в нашей цепочке часов оказались бы... часы, с которых начинался счет. В замкнутой вселенной нет расстояний, превосходящих некоторое предельное расстояние. Если «идти» дальше, то мы будем приближаться к точке, из которой «вышли».

Что же это за парадоксальная геометрия?

С точки зрения классической физики расширяющуюся вселенную мы представили себе как шар, занимающий конечную область бесконечного пространства. Если изобразить историю классической вселенной на рисунке, то этому бесконечному пространству соответствовала бы бесконечная плоскость рисунка. Эволюция взрывающейся вселенной изображалась бы кружком, радиус которого растёт от нуля, достигает максимума, а потом убывает. А вот чтобы графически пояснить современные представления, мы должны изобразить вселенную не как кружок на плоскости, заполненный веществом, а как



■ *Замкнутая вселенная изображается поверхностью «мыльного пузыря». Вселенная и Разум достигают расцвета. Но после наступления стадии сжатия все тела вселенной падают друг на друга и вся масса вселенной сжимается до сингулярного состояния (черный кружок справа внизу)*

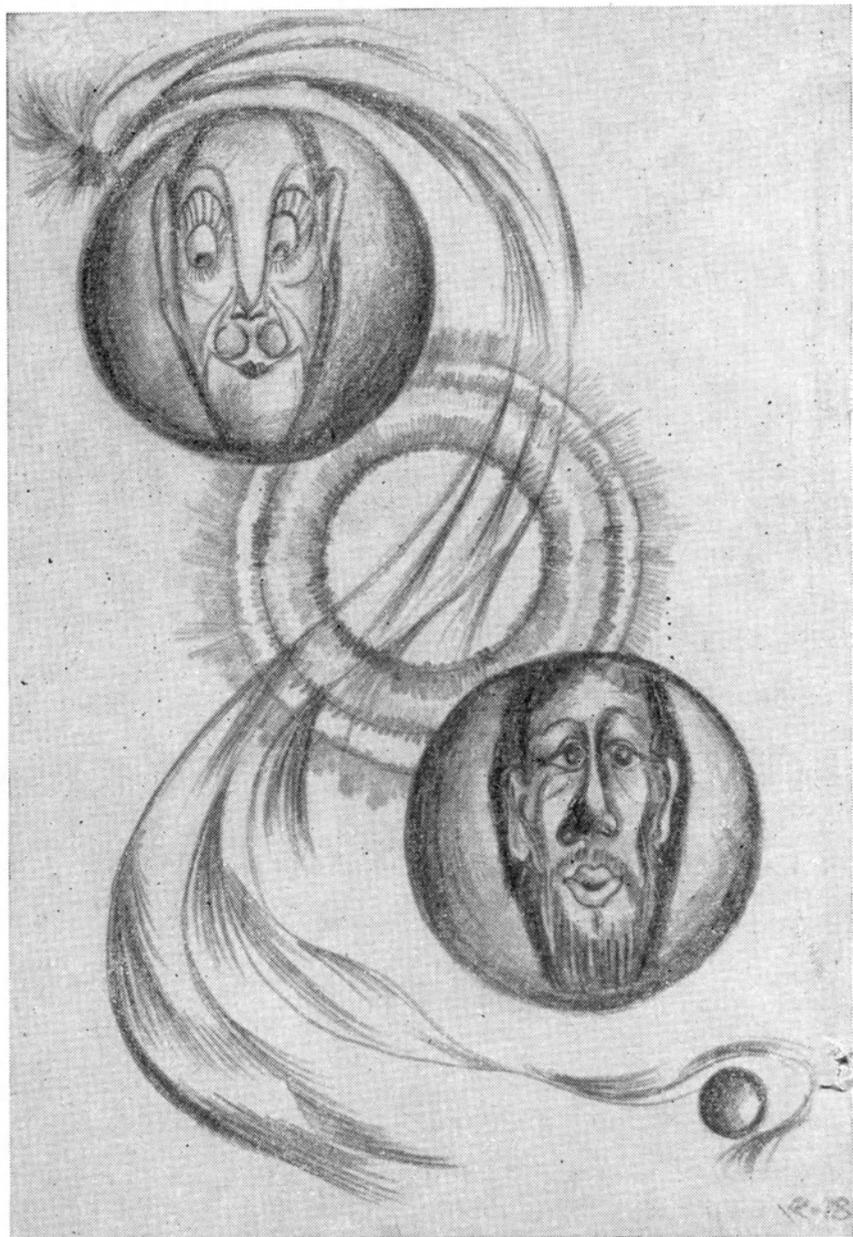
заполненную веществом шаровую поверхность — сферу. Сама сфера будет изображать все пространство вселенной, которое теперь не выходит за ее пределы! Вначале сфера совсем маленькая — точка или почти точка. После «взрыва» она расширяется до огромных размеров, а затем снова сжимается. Любая точка на сфере похожа на любую другую (однородность). Все направления

линий на сфере эквивалентны (изотропия). «Идя» в одном и том же направлении по сфере, мы в конце концов «придем» в ту же точку, из которой вышли, замкнув большой круг. Пространство (сфера) «растягивается» и «сжимается» со всем, что «в нем» находится.

Конечно, на рисунке мы изображаем пространство как двумерное. Поэтому мы и можем взглянуть на него со стороны — из третьего пространственного измерения. На реальное пространство взглянуть «со стороны» нельзя, так как четвертого пространственного измерения не существует. Надо понять свойства пространства «изнутри», находясь в нем. Но это уже сделано: мы ведь начали с описания основных свойств пространства замкнутой вселенной, которые показали нам парадоксальными. Теперь же двумерная аналогия продемонстрировала, что противоречия между отсутствием границ у неевклидова пространства замкнутой вселенной и его конечностью нет.

Эта аналогия сослужит нам еще одну службу. Мы уже неоднократно подчеркивали, что геометрия пространства — времени выражается в свойствах свободного движения. Хотя замкнутая вселенная конечна по своим масштабам, любое движение (в том числе и распространение света) происходит в ней так, что ни одно тело и ни один луч света не выходят за ее пределы. В двумерной аналогии этому соответствует тривиальное обстоятельство, что линии на сфере всегда остаются в пределах сферы.

Быть может, спросит читатель, зам-



■ *Цивилизации двух вселенных. Каждая замкнута в своем времени и пространстве. Обитатели этих вселенных ничего не знают друг о друге. Волокнистый «субстрат», окружающий вселенные, — это пока фантазия художника. Наука о нем ничего не знает. Ведь пространства, объемлющего вселенные, нет!*

кнутая вселенная — это просто черная дыра? Ведь черная дыра тоже не выпускает за свои пределы ни одно тело и ни один луч света («Земля и Вселенная», № 4, 1976, с. 13—17.— Ред.). Нет, это неверно, Черную дыру можно наблюдать извне по ее гравитационному действию. А можно ли обнаружить извне замкнутую вселенную? Оказывается нет, так как



«наблюдаемая извне» масса вселенной была бы равна нулю.

Чтобы показать, как это может быть, вспомним о понятии дефекта массы. Известно, что когда нуклоны (протоны и нейтроны) под влиянием сил взаимного притяжения объединяются в ядра, то энергия системы нуклонов уменьшается. Так как масса пропорциональна энергии, то снижается и масса системы, становясь меньше суммы масс свободных нуклонов. Это и есть дефект массы. Подобным же образом тяготение препятствует расширению масс вселенной (и даже, как хорошо известно, взаимному удалению отдельных тел). В этом смысле оно действует аналогично силам притяжения и поэтому, естественно, создает дефект масс. Для замкнутой вселенной, наблюдаемой «извне», гравитационный дефект массы оказывается равным суммарной массе всего ее вещества. А если нет массы, то нет и физического объекта. Поэтому и наше предположение о возможности наблюдения замкнутой вселенной извне и какого-либо внешнего воздействия на нее было неверным. Она «замкнута в себе», замкнута не только изнутри, но и извне. Это — вселенная!

Две другие модели вселенных «проще» по своим свойствам, так как в отличие от замкнутой вселенной их пространства бесконечны. Теперь, после обсуждения модели замкнутой вселенной, легко понять, что вопрос «Куда же расширяется вещество, заполняющее все бесконечное пространство?», который поставила классическая физика, незаконен: пространство вселенной неотделимо от самой вселенной. Пространст-

ва обеих моделей однородны и изотропны.

Мгновенные геометрии пространств всех трех моделей вселенных соответствуют геометриям, хорошо известным задолго до появления космологии. Геометрия пространства замкнутой модели — это сферическая геометрия Римана, открытой модели — геометрия Лобачевского, а плоской модели — геометрия Эвклида. Отличие геометрий вселенных от только что названных «статических предшественниц» состоит в том, что геометрии вселенных построены природой как бы на основе, которая вся в целом расширяется или сжимается (стадия сжатия есть только у замкнутой вселенной).

#### ГЕОМЕТРИЯ НАШЕЙ ВСЕЛЕННОЙ

Какой же модели соответствует геометрия реальной Вселенной?

Для этого необходимо знать, каковы в современную эпоху развития Вселенной отношения скорости разбегания далеких галактик к расстоянию между ними и средняя («размазанная») плотность вещества во Вселенной.

Мы приблизительно знаем «размазанную» плотность вещества звезд и межзвездного газа. Если во Вселенной нет других, пока недоступных наблюдению форм вещества, то имеющиеся наблюдательные данные приводят к выводу, что наша Вселенная открытая. Это означает, что тяготение не в состоянии остановить расширение и оно будет продолжаться неограниченно.

Представления о расширяющихся вселенных, которые мы изложили выше, впервые были высказаны со-

ветским ученым А. А. Фридманом. Они оказались парадоксальными его современникам, в том числе и А. Эйнштейну, из теории которого исходил Фридман. Эйнштейн даже думал, что нашел в выкладках Фридмана ошибку, но позднее признал, что ошибся сам. Смелость и широта мышления Фридмана тем более поразительны, что Фридман не объяснил расширения Вселенной, а предсказал его! Наблюдения, подтверждающие теорию расширяющейся Вселенной, появились позже.

В современной космологии представления о расширяющейся Вселенной широко приняты, так как они непосредственным образом связаны с данными наблюдений и не содержат гипотез о существовании каких-либо не известных нам законов или явлений природы. Однако эра научных открытий для человечества еще только начинается. Поэтому многие вопросы, которые могли бы задать читатели, пока не имеют ответов. Достоверность — это узкая полоса прибрежных вод, за которой раскинулся океан, полный неожиданностей.

Рисунки Ю. КАЛЕДИНА





Доктор физико-математических наук  
В. П. ГОЛОВКОВ

## Память о катастрофах

В диалоге «Критий» у Платона есть такие слова, сказанные будто бы Сократу египетскими жрецами: «Были сильные землетрясения... и в один день и в одну бедственную ночь... вся Атлантида ушла под воду». Читая эти строки, начинаешь думать: что же послужило основанием для легенды? Да, бывают сильные наводнения, волны цунами смывают поселки и маленькие города. Да, рушатся горы от подземных толчков, засыпают вулканическим пеплом долины. Однако все это — нередкие явления и вряд ли память о них может жить долго. Правда, не исключена возможность, что в древности происходили катаклизмы. И весть о них, многократно передаваясь из уст в уста, увеличивала их до масштабов всемирной катастрофы.

Но когда ищешь причину гибели Атлантиды, возникает неверие в буквальный смысл легенды. Причин катастрофы может быть множество, но нет ни одной, которая объяснила бы гибель целой страны. И приходится сделать вывод: Атлантиды не было, потому что она не могла исчезнуть. Но справедлив ли такой вывод?

### НАША НЕСПОКОЙНАЯ ЗЕМЛЯ

Еще несколько десятков лет тому назад большинство геологов, превосходно знающих, что лик Земли то и дело меняется, были убеждены, что уж мы-то живем в очень спокойную эпоху. И хотя погромывают кое-где землетрясения и льется иногда лава из вулканических кратеров, это всего лишь отголоски некогда бурных процессов. И если год от года на много миллиметров «вырастают» гранитные скалы Фенно-Скандии («Земля и Все-

**Уменьшение периода вращения Земли даже на несколько миллисекунд может привести к извержениям вулканов и мощным землетрясениям. Не с этим ли связано исчезновение Атлантиды!**

ленная», № 3, 1977, с. 26—31.— Ред.) и опускаются пологие берега Европы, то эти явления связаны с растаявшим недавно ледником, который километровым слоем покрывал вершины Скандинавских гор. Растаял ледник, и Земля, сбросив с себя миллионнотонный пресс, свободно вздыхает, медленно расправляя напряженные каменные мускулы.

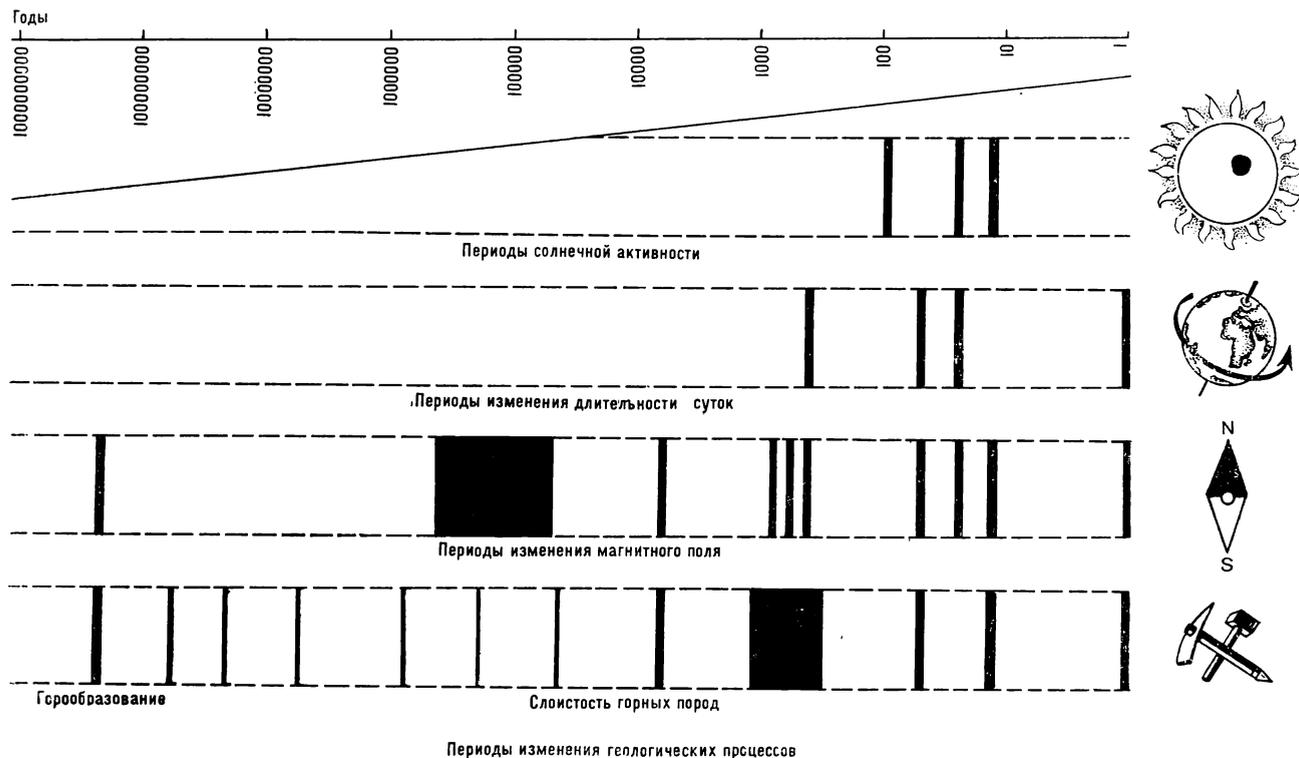
Однако вскоре обнаружили, что снежные вершины Памира, Гималаев и Альп все еще тянутся к небу. Равнины, миллионы лет, казалось бы, не менявшие своего вида, тоже «дышат», и скорости их вертикальных движений достигают «уникальных» фенноскандских. Любопытные сведения о вертикальных движениях земной поверхности дают ученым и реки, и пологие увалы, прорезанные каньонами ручьев, и колонны древних храмов, покоящихся на морском дне. Оказывается, что мы живем в мире, изменяющемся «очень быстро» (по геологическим меркам, конечно). Скорости вертикальных движений составляют один и более сантиметров в год, метр за век, 10 км за миллион лет. А ведь миллион лет по сравнению с четырьмя миллиардами лет истории твердой земной оболочки — очень короткий отрезок времени.

Выходит, что мы живем в самое бурное с геологической точки зрения время! Значит, самые сильные землетрясения нашего времени ничуть не слабее тех, что сотрясали планету в древности, вулканы не менее активны и катастроф никогда не было?

### ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

Горные реки часто несут песок и ил. Оседая в озерах и на плесах, они образуют «ленточные глины», которые можно узнать по чередованию темных и светлых слоев годичной цикличности — точь в точь как кольца на срезе ствола старого дерева. И так же, как у дерева, толщина годичных слоев «ленточных глин» различна. Зависимость толщины слоев от времени, если выразить ее графически, представляет собой ломаную линию. На ней можно отметить (и выделить математическими методами) ряд периодов: 3—5, 11, 20, 50 лет и т. д. Неодинаковая толщина годичных слоев объясняется неравномерностью осадков и солнечного тепла в разные годы.

Ученые нашли и другие периоды в природных процессах. Уровень озер и внутренних морей изменяется с периодом в несколько сот и тысяч лет. Существуют стотысячелетние колебания уровня ледников — великих оледенений северного полушария, десятиллионлетние геологические эпохи, двухсотмиллионлетняя периодичность горообразовательной деятельности на нашей планете. Намечаются уже и пятисотмиллионлетние колебания мощных вулканических явлений, а возможно, и еще более длительные периоды. С чем



они связаны? Может быть, с деятельностью Солнца? Действительно, мы знаем, что самые короткие периоды в природных процессах связаны с солнечной деятельностью. Например, 11-летний солнечный цикл четко прослеживается в метеорологических явлениях и в толщине слоев «ленточных глин». Однако другие, более длительные периоды мы не можем связывать с солнечной активностью, поскольку пока не знаем циклов солнечной активности, больших 90 лет. Значит, нужно искать другое объяснение периодичности природных процессов.

#### ЗЕМЛЯ — ГЕНЕРАТОР КОЛЕБАНИЙ

Наша Земля непрерывно изменяется, растрачивая запасы своих радио-

*Периоды природных процессов. Большинство известных циклов солнечной активности, изменения длительности суток, изменения магнитного поля и изменения геологических процессов совпадают*

активных веществ, замедляя свое движение из-за приливных взаимодействий с Луной, Солнцем, планетами, излучая тепло в окружающее пространство. Из глубин Земли и с ее поверхности исходит значительный поток энергии. Этот поток пронизывает различные слои Земли: жидкое ядро и твердую мантию, затем снова почти жидкий слой — астеносферу и, наконец, верхнюю мантию и кору. В каждом из этих слоев могут возбуждаться колебания. В твердой земле скорость передачи энергии определяется в основном процессами теплопроводности, в жидком ядре — скоростью конвективных движений.

Советский ученый С. И. Брагинский, исследуя жидкое ядро Земли, нашел, что оно может генерировать колебания с периодом от десятков до тысяч лет. А. Н. Тихонов и Е. А. Любимова теоретически показали, что в верхней мантии Земли может существовать весьма оригинальный генератор. Если на определенной глубине образовался слой жидкого вещества (мантия расплавилась), то

в нем возникает конвективный перенос тепла снизу вверх. И в результате нижние слои интенсивно охлаждаются, а верхние прогреваются. Нижняя часть слоя становится вновь твердой, верхняя — проплавляется, и жидкий слой «путешествует» вверх сквозь твердое вещество. Растратив энергию на это движение, жидкий слой теряет способность пробиваться выше и постепенно весь затвердевает. А глубоко под ним уже создаются условия для появления нового жидкого слоя. Время жизни такого слоя около  $10^8$  лет — оно близко к периоду горообразовательной деятельности.

Различные генераторы колебаний могут существовать и на самой поверхности Земли, охватывающей верхнюю часть твердой оболочки, океаны, ледяные щиты и атмосферу. Здесь формируется климат Земли. Если за несколько теплых лет уменьшится площадь полярных шапок, то количество отражающегося от них солнечного света также уменьшится, общее количество тепла, получаемого



го от Солнца, увеличится, а это приведет к дальнейшему таянию ледников. Однако процесс не будет бесконечным. Рост средней температуры воздуха вызовет усиленное испарение воды с поверхности океанов, в результате чего начнут образовываться облака. Но они, во-первых, и сами хорошо будут отражать солнечные лучи, а во-вторых, в высоких широтах из них выпадет так много снега, что это опять приведет к росту ледовой полярной шапки. Такой климатический цикл длительностью в несколько десятков лет будет повторяться снова и снова. Подобные циклы могут привести и к интенсивным тектоническим движениям, связанным хотя бы с ростом и таянием ледников.

Итак, мы живем на планете, колеблемой волнами самых разных периодов — от нескольких лет до сотен миллионов лет. Природа большинства процессов, повторяющихся с такой периодичностью, совсем неясна. Но очевидно, что все эти разнопериодные колебания могут складываться и вычитаться, и в некоторых случаях это может привести к весьма резким изменениям скорости движений земной коры. Значит, абсолютная скорость современных движений земной коры может меняться в очень широких пределах, и потому нельзя сказать, живем ли мы в период наиболее бурных процессов или в некоторый «средний» и даже спокойный период. Необходимы какие-то критерии, характеризующие из-

менчивость сил, действующих на Землю в прошлом.

#### МАГНИТНАЯ ПАМЯТЬ ЗЕМЛИ

Сотни лет стрелки компасов указывают путь мореплавателям. Сотни лет известно и то, что направление, которое указывает компас в данной точке, год от года меняется. Магнитное склонение, то есть разницу между географическим меридианом и направлением магнитной стрелки, приходится все время уточнять. По картам, составленным много столетий назад, можно определить один из периодов изменчивости магнитного поля Земли — около 600 лет («Земля и Вселенная», № 6, 1975, с. 18—24.— Ред.). А измерения магнитного поля, которые регулярно ведутся с середины прошлого века, позволяют выделить изменения поля с характерными временами в 60, 20, 11, 3—5 лет. Однако понять, каково было магнитное поле в прошлом, в те времена, когда его еще никто не измерял, магнитологи могут только с помощью археологических и палеомагнитных методов. Крошечные частички магнитных минералов в горных породах хранят «память» о величине и направлении магнитного поля Земли в момент, когда эти породы образовались.

Конечно, точность здесь не та, что могут дать современные приборы, но узнать все-таки можно немало. Выделены, например, периоды изменения магнитного поля в тысячи лет, найдены интервалы времени, когда

оно внезапно меняло знак: Земля как бы перемагничивалась на  $180^\circ$  и притом очень быстро — за десятки, от силы — за сотни лет. Эти перемагничивания называются инверсиями («Земля и Вселенная», № 5, 1976, с. 53—56.— Ред.). В истории Земли они происходили довольно часто — через десятки или сотни тысяч, а иногда и через миллионы лет. Таким образом, магнитологи выявили еще одну цепочку периодов, которая довольно хорошо согласуется с цепочкой в геологических процессах.

Как связать эти две цепочки? Для коротких периодов это просто. Магнитное поле Земли очень сильно зависит от 11-летнего цикла солнечной активности. Там, где изменения слоистости «ленточных глин» обусловлены климатическими колебаниями, связь периодов тоже очевидна. Несколько сложнее дело обстоит с более длинными периодами природных процессов. Например, 50—60-летний период в активности Солнца не обнаружен, а в магнитном поле и «ленточных глинах» он существует. Казалось бы, какая связь может быть между скоростью осадконакопления в морях и озерах на поверхности Земли и изменениями ее магнитного поля, порождаемыми движениями в электропроводящем жидком ядре планеты? Однако такая связь обнаружена экспериментально и доказана теоретически. Эта связь осуществляется через собственное вращение Земли.

#### СУТКИ СТАНОВЯТСЯ КОРОЧЕ

До начала XX века наша планета медленно, но неуклонно замедляла свое вращение, сутки становились



длиннее год от года. Правда, всего на несколько миллисекунд в год. Это замедление связано с приливным взаимодействием между Луной и Землей. В результате такого взаимодействия и возникает тормозящий момент сил («Земля и Вселенная», № 3, 1971, с. 26—31.— Ред.).

Однако в первые десятилетия нашего века Земля стала вращаться быстрее. Откуда же взялась немалая энергия для увеличения скорости вращения? Вне Земли таких сил нет. Следовательно, энергия поступает из недр Земли. Но тогда какие-то ее оболочки должны сильно замедлить свое вращение, чтобы суммарный момент вращения планеты оставался неизменным. К тому же нужны мощные силы, которые перекачивали бы энергию вращения от одной оболочки к другой. Характерное время этого процесса около 60 лет. Значит, изменение скорости вращения Земли может быть связано только с ее жидким ядром, поскольку лишь там возможны столь быстротечные процессы.

Таким образом, быстрые с планетарной точки зрения изменения скорости вращения Земли обязаны изменениям движения вещества в жидком ядре Земли. Но ведь и существование ее магнитного поля обязано этим движениям («Земля и Вселенная», № 4, 1977, с. 24—29.— Ред.). Следовательно, между этими явлениями должна существовать связь, и она действительно существует. Это

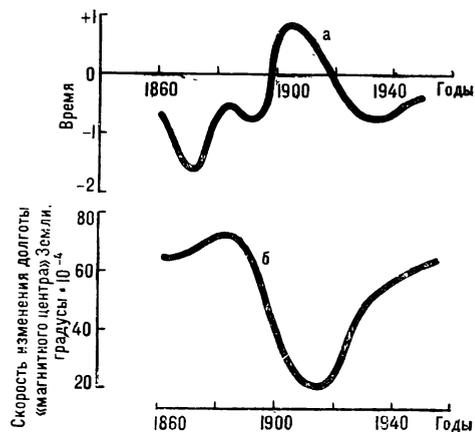
легко проверить экспериментально. Кривые изменения скорости вращения нашей планеты и скорости изменения ее магнитного поля совпадают. Более короткие (около 20 лет) и более длинные (около 600 лет) периоды прослеживаются на этих кривых.

Вопрос заключается в том, каким образом изменения скорости вращения Земли могут привести к геологическим процессам, к изменению скорости осадконакопления, к росту числа и силы землетрясений, к активизации вулканической деятельности. Один из путей решения этого вопроса предложил советский ученый М. В. Стовас. Он рассчитал изменение эллиптичности фигуры Земли при изменении ее скорости вращения и пришел к выводу, что в верхних оболочках нашей планеты должны при этом возникать значительные упругие напряжения. Сами они, правда, не способны вызвать катаклизмы на земной поверхности, но вполне могут служить своего рода спусковым механизмом для тех процессов, которые связаны с накоплением энергии, то есть с землетрясениями или вулканическими извержениями. Таким образом, зная изменение магнитного поля в прошлом, запечатленное в магнитной памяти горных пород, мы можем судить об изменении суточного вращения Земли, а значит, и об изменении активности горообразовательных процессов — извержений вулканов, землетрясений.

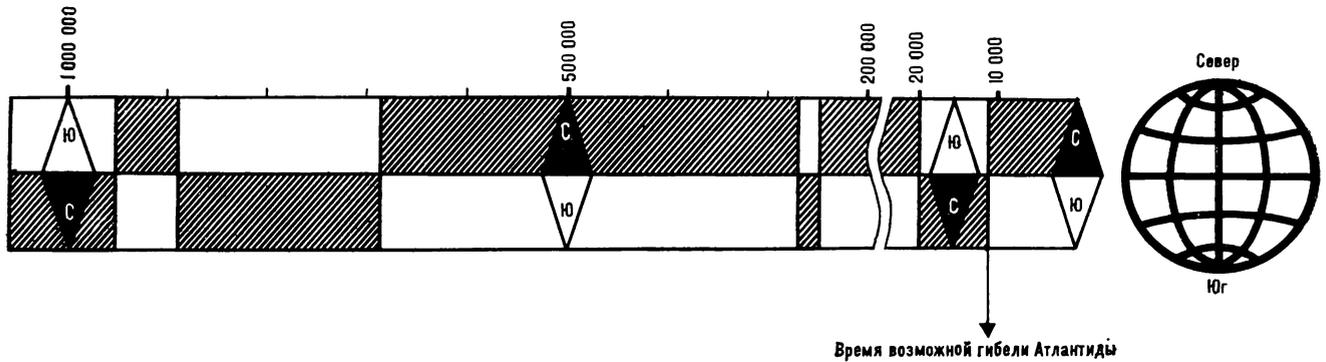
## ЛЕТОПИСЬ КАТАСТРОФ

Итак, критерий былой активности у нас есть. Но достаточно ли мы знаем историю магнитного поля, чтобы судить об истории катастроф? И возможны ли вообще катастрофы с точки зрения изменчивости магнитного поля? Да, возможны. И даже неизбежны.

За последние 80 лет скорость вращения Земли дважды увеличивалась примерно на две миллисекунды в сутки. И оба эти периода сопровождалась усилением сейсмической активности. В 20-е годы нашего века увеличение скорости вращения Земли сопровождалось серией катастрофических землетрясений в Японии, Португалии, Северной и Южной Аме-



Изменение скорости собственного вращения Земли (а) и изменчивость ее магнитного поля (б) взаимосвязаны. Показано, как менялась продолжительность суток с конца прошлого века, с какой скоростью двигался к западу «магнитный центр» Земли, то есть центр «магнитных масс», не совпадающий с центром ее гравитационных масс



рике. В конце 60-х годов оно совпало с мощными землетрясениями, прокатившимися по Тихоокеанскому побережью Южной Америки. В общей сложности земное магнитное поле за этот отрезок времени изменилось всего лишь на несколько процентов. Чего же следует ожидать, если оно

Палеомагнитная шкала показывает, как в прошлом магнитное поле Земли меняло свое направление. 12 000 лет тому назад южный магнитный полюс был в южном полушарии, а северный — в северном (сейчас магнитные полюсы расположены в обратном порядке)

изменится очень сильно или, например, произойдет инверсия?

Рассмотрим палеомагнитную шкалу за последний миллион лет. Это — наиболее достоверные сведения, которыми располагают сейчас магнитологи. Периоды, когда геомагнитное поле меняло свое направление, очень малы в масштабе этой шкалы. Но если «растянуть» масштаб, то можно проследить изменения поля и в период инверсии. Это время не так уж и мало, оно охватывает 10—20 тыс. лет и характеризуется уменьшением величины геомагнитного поля в несколько раз. Каковы же должны быть изменения скорости вращения Земли за это время и каковы проявления тектонической активности?!

Из всего сказанного следует, что время инверсии — это время катастроф, для которых характерна тектоническая активность, в десятки и сотни раз превышающая современную.

А Атлантида, причем здесь она? Дело в том, что последний «эпизод» (так называется кратковременное изменение направления магнитного поля) в истории Земли произошел совсем недавно — около 10—12 тыс. лет назад. Этот «эпизод» вполне соответствует времени предполагаемой гибели Атлантиды.

Итак, была Атлантида или нет, вопрос спорный. Но данные науки свидетельствуют о том, что она могла быть, потому что она могла исчезнуть.

## ПЛАНЕТАРНАЯ ТУМАННОСТЬ С ДВОЙНЫМ ЯДРОМ

Планетарная туманность NGC 3132 в южном созвездии Насос такая же большая, как знаменитая

Кольцевая туманность в созвездии Лиры. NGC 3132 имеет довольно яркую центральную звезду HD 87892, видимая величина которой 10,1<sup>m</sup>. Она расположена несколько в сто-

роне от истинного центра туманности.

Спектральный класс этой звезды А0. Она намного холоднее типичных ядер планетарных туманностей, и ее



ультрафиолетового излучения недостаточно, чтобы возбудить свечение. Эти факты привели аргентинского астронома Р. Мендеса к предположению, что HD 87892 — двойная система с невидимым и очень горячим компонентом, который и возбуждает свечение туманности.

Эту гипотезу подтвердили Л. Когоутек и С. Лостсен. На 3,6-метровом телескопе Южной европейской обсерватории они фотографировали с короткими экспозициями центр туманности. Оказалось, что у HD 87892 есть яркий и очень голубой компаньон на расстоянии всего 1,65". На снимках с более длительными экспозициями эта голубая звезда «пропадает» в излучении HD 87892. Когоутек и Лостсен оценили звездную величину компаньона в ультрафиолетовом диапазоне как 14,8<sup>m</sup>, в визуальном — как 16,4<sup>m</sup>. Температура его поверхности должна составлять около 100 000 К, что свойственно ядрам планетарных туманностей. По-видимому, звездное излучение в далекой ультрафиолетовой области — источник свечения NGC 3132. Вероятно, горячая звезда и звезда HD 87892 образуют двойную систему.

Известна еще одна планетарная туманность, которая имеет двойное ядро. Это — NGC 1514 в созвездии Тельца.

«Sky and Telescope», 54, 3, 1978.

## КАК ОБРАЗОВАЛИСЬ БОРОЗДЫ НА ФОБОСЕ?

Как показывают снимки, переданные космическими аппаратами «Викинг», значительная часть по-

верхности одного из спутников Марса — Фобоса занята параллельными бороздами, расстояние между которыми 200—300 м. Известно также, что Фобос покрыт слоем реголита толщиной около десяти метров. На поверхности этого спутника немного кратеров в поперечнике меньше 1 км.

По мнению советского астронома Г. А. Лейкина, параллельные борозды и дефицит малых кратеров могут возникнуть в результате собственных колебаний спутника, возбужденных соударениями с крупным метеорным телом. Колебания, вызванные пробившим реголит метеорным телом, должны затухать достаточно медленно, чтобы образовалась система стоячих волн. Эта система пространственно закреплена относительно поверхности спутника, поскольку уже существующие кратеры на его поверхности, проникающие сквозь реголит в тело Фобоса, служат локально закрепленными центрами интерференции. Таким образом, независимо от места удара метеорного тела расположение узлов и пучностей стоячих волн должно быть постоянно. Если амплитуда скорости возбуждаемой волны достаточно велика, то колебания приведут к тому, что реголит из зон пучностей будет сбрасываться в зоны узлов. Одновременно такой механизм должен способствовать уничтожению кратеров, поперечник которых меньше половины длины волны генерируемого колебания.

Согласно расчетам, система стоячих волн с периодом около 0,2 секунды и с длиной волны около 0,4 км могла бы проявиться на поверхности Фобоса в виде упорядо-

ченной системы борозд, причем характерное расстояние между бороздами будет около 200 м. Волновой механизм выброса реголита действует лишь при достаточно большой амплитуде скорости колебаний, которая для Фобоса составляет примерно 40 см/с. Если амплитуда скорости в волне сжатия, возникающей во время соударения, превосходит параболическую скорость на поверхности небесного тела, покрытого не слишком толстым слоем реголита, то произойдет сброс реголита по всей поверхности тела и система борозд не возникнет. По-видимому, эти условия реализуются на другом спутнике Марса — Деймосе.

Оценки энергии, переходящей в энергию упругих колебаний, показывают, что падение тела, которое образует на поверхности Фобоса кратер диаметром около 4 км, может приводить к появлению регулярной системы борозд. Так как приливное возмущение Марса вызывает анизотропию ускорения силы тяжести на поверхности Фобоса, то борозды легче образуются в области, располагающейся близ оси Фобос — Марс, где ускорение силы тяжести меньше среднего значения.

Как считает Г. А. Лейкин, стоячие волны могут обуславливать регулярную структуру реголита и на других малых телах Солнечной системы.

«Письма в Астрономический журнал», 4, 3, 1978.



## Владимир Александрович Котельников

(к 70-летию со дня рождения)

С именем академика Владимира Александровича Котельникова связано становление нового научного направления — планетной радиолокации. В 1960 году под его руководством началась подготовка к первой радиолокации ближайшей к нам планеты Венера. Были сомнения в успехе этого сложного эксперимента. Казалось, что радиолокационная техника того времени не сможет уловить радиосигнал, отраженный планетой со столь плотной атмосферой. В. А. Котельников верил в успех, и интуиция его не подвела. В апреле 1961 года, когда Венера находилась в нижнем соединении, эхо-сигнал от нее был зарегистрирован на фоне шумов. Одновременно и независимо успешного радиоконтакта с Венерой добились ученые Англии и США.

Новый метод сразу же дал результат фундаментального значения: в 35 раз точнее, чем по данным оптических наблюдений, была определена астрономическая единица — основная мера расстояний во Вселенной («Земля и Вселенная», № 3, 1967, с. 24—29.— Ред.). В дальнейшем величина астрономической единицы уточнялась тем же методом, и теперь она известна с ошибкой менее 10 км.

За радиолокацией Венеры последовали радиолокации Меркурия, Марса, Юпитера. Удалось получить ценнейшие данные о вращении планет, их рельефе а также об электрических свойствах планетного грунта. По радиолокационным наблюдениям производится корректировка данных о положении планет в период подлета

■  
*Академик Владимир Александрович  
Котельников*



к ним автоматических межпланетных станций. (Эфемериды, вычисленные на основании существующей теории, содержат ошибки до нескольких сот километров.) Радиолокационные исследования планет, выполненные В. А. Котельниковым вместе с группой сотрудников, были отмечены в 1964 году Ленинской премией.

Владимир Александрович пришел в радиоастрономию уже крупным ученым в области радиоэлектроники. В 1933 году, меньше чем через два года после окончания Московского энергетического института, инженер В. А. Котельников публикует статью «О пропускной способности «эфира» и проволоки в электросвязи». В ней доказывается теорема о том, что передача непрерывного сигнала может быть сведена к передаче определенной последовательности его дискретных значений. Теорема Котельникова стала одной из фундаментальных в теории связи и теории информации.

Мировую известность В. А. Котельникову принесла теория потенциальной (максимально возможной) помехоустойчивости, которая легла в основу его докторской диссертации (1946 г.). В ней он ввел широко используемое теперь понятие потенциальной помехоустойчивости приема сигналов, впервые применив для этого статистическую теорию помех. Спустя десять лет диссертация была опубликована в виде монографии, которая затем переводилась и переиздавалась за границей. До сих пор эта монография представляет большой интерес и для теоретиков, и для специалистов, разрабатывающих аппаратуру средств связи, радиолокации и телеметрии. Теория потенци-

альной помехоустойчивости заложила фундамент общей теории оптимального радиоприема.

И все же Владимира Александровича нельзя считать только теоретиком. Его обобщения опираются на собственный богатый опыт инженера и широкую эрудицию экспериментатора. В довоенные годы под руководством и при участии В. А. Котельникова была построена уникальная (однополосная вместо обычной двухполосной) аппаратура многоканальной радиосвязи для линии Москва — Хабаровск, ставшая крупным достижением радиотехники того времени. В годы Великой Отечественной войны В. А. Котельников создает новую аппаратуру радиосвязи. За эти работы он был дважды удостоен Государственной премии. В 50-е годы В. А. Котельников был занят радиотехническими разработками, способствовавшими запуску первых искусственных спутников Земли. Затем по его оригинальным идеям была построена аппаратура для советского планетного радиолокатора. И так всегда, Владимир Александрович не расстается с экспериментальными исследованиями. В 1974 году Президиум Академии наук СССР наградил В. А. Котельникова Золотой медалью имени А. С. Попова за фундаментальные исследования по теории связи и радиолокации планет.

В начале 60-х годов был учрежден Научный совет по проблеме «Радиоастрономия» при Академии наук СССР. Радиоастрономические наблюдения ставят перед учеными кроме астрофизических ряд радиотехнических и радиотехнических задач, которые сложны сами по себе. Поэтому

в состав совета входит много специалистов по радиоэлектронике. Председателем совета стал академик В. А. Котельников. Под его руководством совет разрабатывает планы оснащения обсерваторий радиотелескопами и следит за их выполнением. В последние годы одним из важнейших событий в жизни Академии наук СССР было сооружение крупнейшего радиотелескопа РАТАН-600 («Земля и Вселенная», № 6, 1977, с. 40—47.— Ред.).

Редкая работоспособность и умение организовать труд позволяют Владимиру Александровичу совмещать научную работу с педагогической. Он начал ее молодым инженером и продолжает до сих пор. В. А. Котельников возглавлял радиотехнический факультет Московского энергетического института, читал курс теоретической радиотехники. Этот курс, изданный в 1950 и 1954 годах, положен в основу преподавания в ряде вузов нашей страны и некоторых социалистических стран. Вот уже более тридцати лет профессор В. А. Котельников возглавляет кафедру основ радиотехники в Московском энергетическом институте и более десяти лет — кафедру электромагнитных волн в Московском физико-техническом институте. Многие известные инженеры и ученые — его ученики. Вот почему в ежедневной почте Владимира Александровича много писем, статей, книг, присланных в знак благодарности учителю.

Искусство педагога и опыт научного руководителя в немалой степени способствуют успеху научно-организационной деятельности Владимира Александровича. Эта деятельность с годами становится все значительней, и ей приходится уделять все больше времени. Вице-президент АН СССР, директор Института радиотехники и электроники АН СССР, председатель нескольких ученых советов — таков неполный перечень обязанностей академика В. А. Котельникова.

Вся жизнь Владимира Александровича тесно связана с жизнью страны, с актуальными задачами развития советской науки и техники. Его труды получили высокую оценку. В. А. Котельникову присвоено звание Героя

Социалистического Труда, он награжден пятью орденами Ленина, орденом Трудового Красного Знамени, медалями. Гражданская позиция учено-коммуниста находит свое отражение в его государственной и общественной деятельности. В. А. Котельников — Председатель Верховного Совета РСФСР, он был делегатом XXII и XXIV съездов КПСС. Владимир Александрович — один из организаторов Научно-технического общества электросвязи имени А. С. Попова.

Труды В. А. Котельникова — крупнейшего специалиста в области радиоэлектроники и ее применений — получили мировое признание. Он избран иностранным членом ряда зарубежных академий наук, членом Международного астрономического союза. В 1973 году Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике США наградил своего почетного члена В. А. Котельникова медалью имени Х. и С. Бен «За выдающийся вклад в развитие теории и практики радиосвязи, основополагающие исследования и руководство работами

в области радиолокационной астрономии».

В 1978 году отмечается 25-летие ордена Трудового Красного Знамени Института радиотехники и электроники АН СССР, который академик В. А. Котельников возглавляет с 1954 года. Владимир Александрович много сделал для развития в институте исследований по различным направлениям радиоэлектроники, но есть еще один его несомненный вклад в работу института. Это — творческая атмосфера бескорыстного горения, кото-

рую он умеет создавать и без которой невозможна успешная деятельность большого научного коллектива.

6 сентября 1978 года Владимиру Александровичу исполнилось 70 лет. Владимир Александрович полон энергии и творческих замыслов. Нет сомнения, что его деятельность и впредь будет давать богатые научные плоды, послужит техническому прогрессу и делу построения коммунистического общества в нашей стране.

**Кандидат технических наук  
Б. А. ДУБИНСКИЙ**



## ВПЕРЕДИ — САТУРН

1 сентября 1979 года автоматическая межпланетная станция «Пионер-11» должна совершить пролет около Сатурна («Земля и Вселенная», № 6, 1973, с. 51; № 1, 1978, с. 36.— *Ред.*). В конце 1977 года нужно было выбрать одну из двух траекторий, получивших названия «внутренний пролет» и «внешний пролет». Первая из них дает возможность станции пройти сквозь кольца Сатурна. Станция, летящая по второй траектории, пройдет с внешней стороны колец.

При внутреннем пролете станция окажется на меньшем расстоянии от планеты, поэтому можно ожидать от нее больше научной информации. Однако, по оценке специалистов, вероятность рокового для станции столкновения с метеорным веществом на четыре порядка выше. Сторонники внутреннего пролета считали, что если станция и выйдет из строя в результате такого столкновения, то до этого она успеет передать больше сведений, чем при внешнем пролете, каким бы безопасным он ни был.

Однако руководители НАСА согласились с точкой зрения сторонников внешнего пролета. При выборе такой траектории, помимо соображений «безопасности движения» руководствовались еще одним соображением, которое и сыграло решающую роль. В августе 1981 года пролет около Сатурна (на пути к Урану) должна совершить другая американская станция «Вояджер-2», за-

пущенная с Земли 20 августа 1977 года («Земля и Вселенная», № 2, 1978, с. 20—23.— *Ред.*). Чтобы выйти на трассу полета к Урану, она должна пересечь плоскость колец Сатурна почти на таком же расстоянии, как и «Пионер-11» при внешнем пролете. Таким образом, «Пионер-11» сможет разведать часть плоскости колец, где ее должен пересечь «Вояджер-2», и избавить весьма дорогостоящий аппарат от неоправданного риска, если окажется, что и на таком расстоянии от планеты плотность метеорного вещества превышает безопасную.

Даже при внешнем пролете «Пионер-11» пройдет на меньшем расстоянии от Сатурна, чем следующие за ним станции «Вояджер-1» и «Вояджер-2», и сможет передать на Землю информацию о планете и околопланетном пространстве.

(По материалам зарубежной печати)

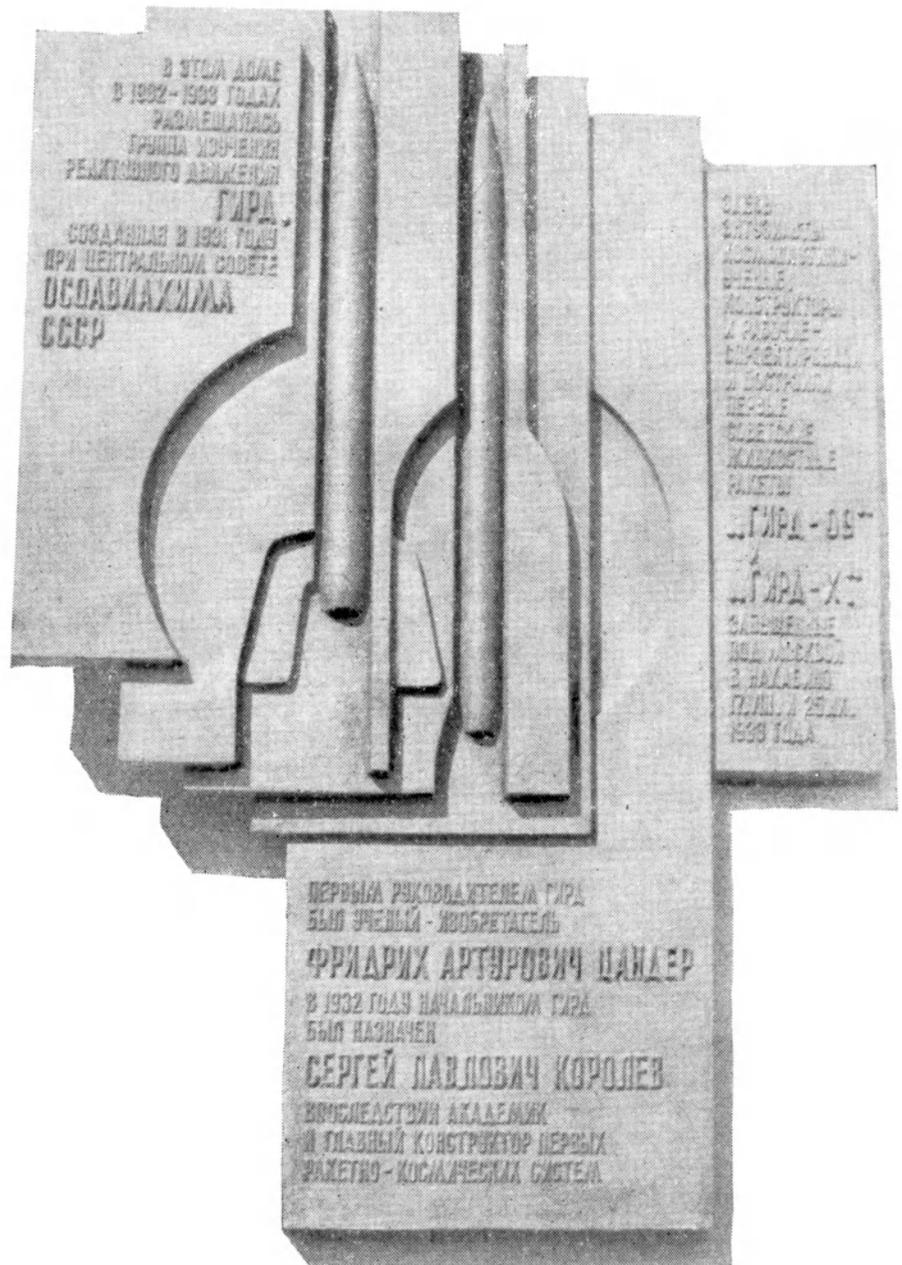
## В ПАМЯТЬ О ГИРД

20 апреля 1978 года в Москве, на Садовой-Спасской улице, на доме № 19 была установлена мемориальная доска в память Группы изучения реактивного движения (ГИРД). На митинге, посвященном открытию доски, присутствовали ветераны ГИРД — член-корреспондент АН СССР Б. В. Раушенбах, заместитель председателя бюро ветеранов ракетной техники И. А. Меркулов, О. К. Паровина и другие, Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР В. В. Аксенов, представители общественных организаций и производственных предприятий Москвы.

Спадает покрывало, и взорам присутствующих открывается мемориальная доска, выполненная в бронзе. Ее автор — архитектор-художник С. В. Клепиков. На доске надпись: «В этом доме в 1932—1933 годах размещалась Группа изучения реактивного движения (ГИРД), созданная в 1931 году при Центральном Совете Осоавиахима СССР. Здесь энтузиасты космонавтики — ученые, конструкторы и рабочие спроектировали и построили первые советские жидкостные ракеты «ГИРД-09» и «ГИРД-X», запущенные под Москвой в Нахабино 17.VIII и 25.IX 1933 года.

Первым руководителем ГИРД был ученый-изобретатель Фридрих Артурович Цандер. В 1932 году Начальником ГИРД был назначен Сергей Павлович Королев впоследствии академик и Главный конструктор первых ракетно-космических систем».

Е. И. БАЛАНОВ  
Фото А. ЗАДИКЯНА





ЭКСПЕДИЦИИ

Доктор физико-математических наук  
Р. В. ОЗМИДОВ

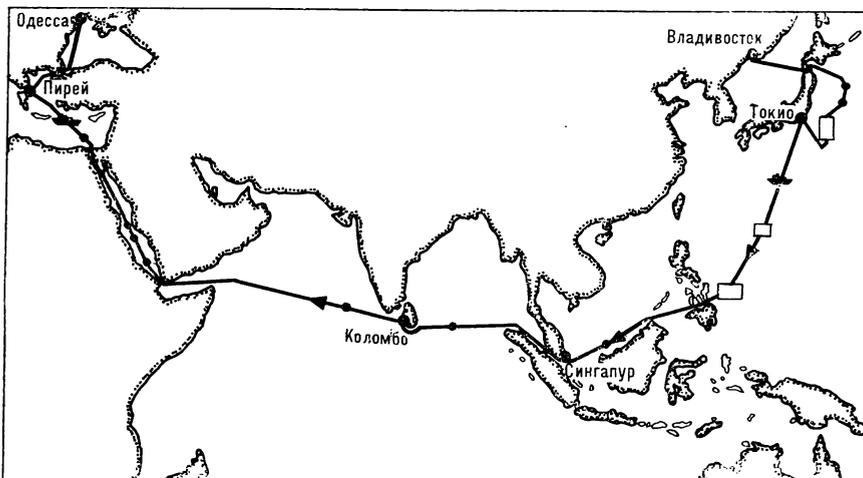
## 19-й рейс «Дмитрия Менделеева»

### ЭКСПЕДИЦИЯ... ЗА ВИХРЯМИ

Громадное океанское судно уходит в очередное плавание. Научная экспедиция, отплывающая на нем, будет измерять тысячные доли сантиметров, секунд, градусов, искать границы ничтожно малых вихрей и многокилометровых водоворотов в океане. На языке науки это означает исследовать тонкие особенности гидрофизических полей в их взаимосвязи и взаимообусловленности, изучать вихревые структуры в районе течения Куроисио.

«Течение Куроисио, которое проходит вдоль берегов Японии и на первый взгляд кажется подобным Гольфстриму, показало очень заметное изменение за период с 1919 по 1950 год. С 1919 по 1934 год у мыса Сиономисаки Куроисио сильно напоминало Гольфстрим у мыса Гаттерас. Однако в период 1935—1942 годов у этого мыса развился большой полупостоянный холодный вихрь диаметром 200 км и Куроисио ослабло и пошло в обход этой холодной массы. С 1942 года вихрь постепенно стал разрушаться и течение приобрело свое первоначальное состояние. В Гольфстриме ничего подобного никогда не наблюдалось». В эти слова, сказанные более 10 лет назад профессором Гарвардского университета, автором известной книги «Гольфстрим» Г. Стоммелом, сегодня можно внести много поправок.

Вихри, подобные тому, который описал Стоммел, называют теперь **рингами** (по-английски «ring» — кольцо). Известно, что ринги переносят огромное количество тепла на большие расстояния и тем самым могут изменять «локальный климат» в океа-



не. Изучение рингов интересно и с точки зрения рыболовства: внутри этих образований возникают и скапливаются микроорганизмы, служащие кормом для промысловых рыб. К сожалению, ринги изучены еще далеко не полно. Вот почему поиск и обследование этих структур на периферии Куроисио имели важное значение в научной программе 19-го рейса «Дмитрия Менделеева», организованного Институтом океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР.

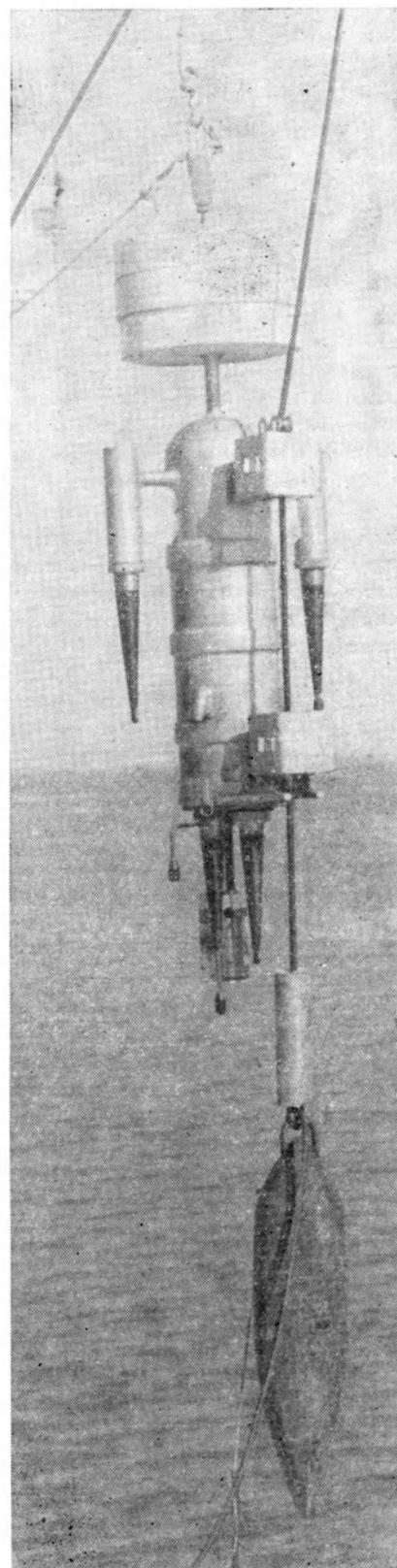
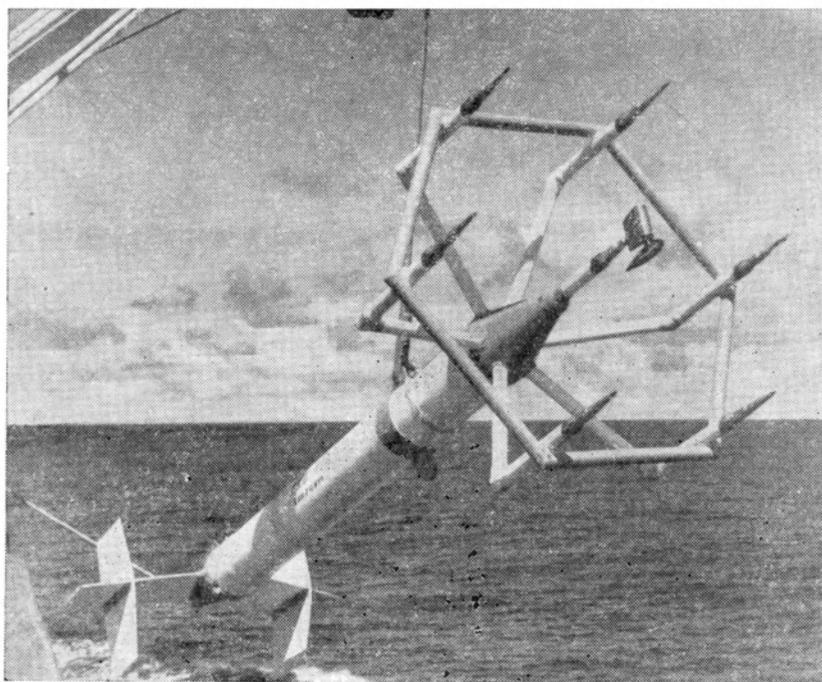
### ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Каких бы внушительных размеров ни было современное исследовательское судно, но и оно не может устоять против океанской качки, сильно искажающей показания приборов. **Зондирующие приборы**, свободно скользящие по тросу и не боящиеся качки, были сконструированы в Московском инженерно-физическом ин-

ституте и успешно применялись в экспедиции. Было много и другой новой аппаратуры с высокочувствительными датчиками. В рейсе, например, испытывался **лазерный фотоэлектрический интерферометр**, автономные носители, буксируемые системы. Лазерный фотоэлектрический интерферометр дает истинное значение показателя преломления света в воде, что позволяет определять плотность воды.

Создан принципиально новый носитель пульсационных датчиков — «Гидроплан». Это автономный программно-управляемый подводный аппарат. Погружившись в воду, он сво-

Маршрут 19-го рейса научно-исследовательского судна «Дмитрий Менделеев». Прямоугольниками обозначены полигоны, черными кружками — станции, где проводились измерения.



бодно планирует в отдалении от судна на любой заданной глубине. В «Гидроплане» размещаются датчики, измеряющие пульсации скорости течений, электропроводности воды, глубину погружения и среднюю скорость потока. Здесь также имеется контрольно-записывающая аппаратура, которая регистрирует характеристики движения самого носителя в толще воды (углы наклона и т. д.). Все сигналы с датчиков поступают на шлейфовые осциллографы, а пульсационные сигналы — на кассетный магнитофон.

Для измерений в режиме буксировки, непрерывного и циклического зондирования в экспедиции применялись также новые носители разных конструкций. Их погружали до глубины 800 м. Датчики этих носителей могут работать при движении судна со скоростью 10 узлов.

Любые самые детальные и точные измерения параметров гидрофизических полей не обходятся без стандартных измерений температуры и солености воды. Эти наблюдения дают тот фон крупномасштабных гид-

рологических характеристик, на который накладываются все мелкомасштабные пульсации течений, электропроводности и температуры воды («Земля и Вселенная», № 1, 1975, с. 72—79.— Ред.).

Работа на каждом полигоне начинается с гидрологической съемки. Затем аппаратурой с тонкоструктурным разрешением полей проводятся многократные зондирования и буксировки, а потом уже измеряются самые мелкомасштабные турбулентные флуктуации. Такой «многоступенчатый» принцип измерений стал традиционным в морских гидрофизических экспедициях Института океа-

■ *Универсальный многоканальный прибор для измерения тонкой структуры гидрофизических полей. Прибор можно использовать как зонд и как буксируемое устройство*

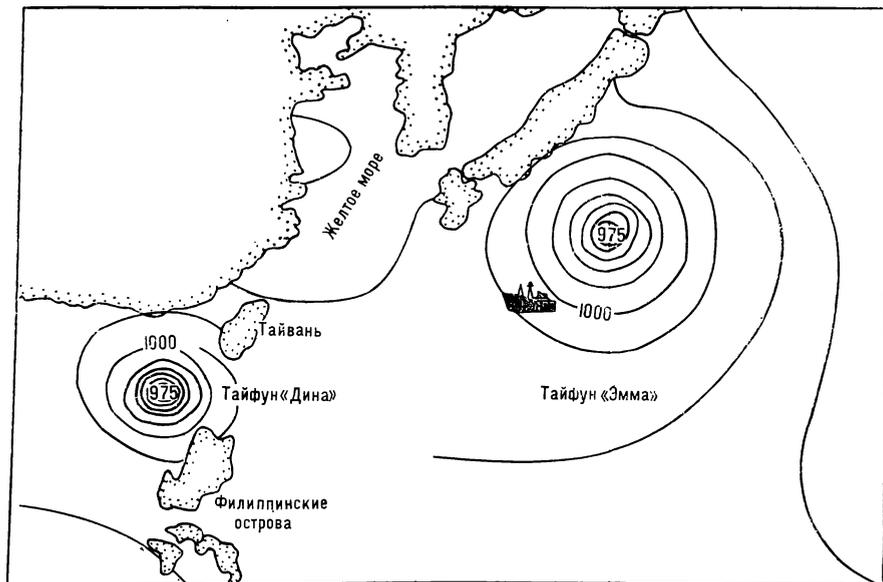
■ *Зонд, свободно скользящий по тросу. Служит для измерения тонкой структуры полей температуры и электропроводности воды*

нологии АН СССР. Нетрадиционной остается программа исследований. И потому в каждом рейсе удается либо узнать нечто совершенно новое об уже известных явлениях, либо обнаружить что-то впервые. На этот раз прямым методом удалось исследовать тонкую структуру поля плотности морской воды и провести измерения, свободные от искажающего влияния судовой качки.

#### РАБОТЫ НА МАРШРУТЕ

«Дмитрий Менделеев» вышел из Владивостока 2 сентября 1977 года и взял курс в Тихий океан, на окраину мощного океанского течения Куроисио. Между 40 и 38° с. ш., к востоку от острова Хонсю, мы искали следы прежнего ринга — большого вихря, давно оторвавшегося от главной струи Куроисио. Район поиска был намечен по **ежемесячным картам температуры** воды на поверхности и на глубине 100 м, а также по картам течений, составленным в Гидрометцентре СССР и в Дальневосточном научно-исследовательском гидрометеорологическом институте. Измерения проводились в сезон тропических тайфунов, в трудных условиях. (Иногда нам приходилось буквально убежать от тайфуна.)

Известно, что ринги месяцами «бродят» по океану (время жизни крупных рингов около года), и этот большой вихрь, за которым мы «охотились», тоже мог уйти из района исследований. Поэтому пришлось изучить его прежний облик и характер и попытаться дать прогноз возможного поведения этой подвижной структуры. Судно ходило по реконструированному маршруту, изме-



няя курс и останавливаясь через каждые 15 миль для подробных измерений. В итоге нам все же удалось проследить антициклоническое вихревое образование. Расположенное к югу от основной струи Куроисио и южного субарктического фронта, оно напоминало эллипс, вытянувшийся вдоль меридиана, с большой осью в 120 и малой — в 40 миль. Скорость течения в вихре оказалась более 20 см/с. Особенности динамики и структуры вихря еще предстоит изучить: в этом помогут наблюдательные данные о рингах и режиме Куроисио, собранные японскими коллегами и переданные советским ученым во время посещения Гидрографического департамента Японии и Института океанологических исследований Токийского университета.

Обнаружение и описание такой рингообразной вихревой структуры на периферии течения Куроисио — один из основных научных результатов нашей экспедиции. Непрерывные

■  
*«Дмитрий Менделеев» между двумя тайфунами. Максимальная скорость ветра в тайфуне «Дина» 60 узлов, в тайфуне «Эмма» — 50 узлов. Цифрами обозначено давление воздуха в мбар*

фоновые гидрологические измерения также многое рассказали и о динамике вод полигона, и о вертикальных и горизонтальных движениях в этом крупном ринге.

Измеряя термическую структуру вод, мы обнаружили разнообразный характер внутренних волн — колебаний поверхностей равных температур в толще океана. Особенно интересными здесь оказались уединенные внутренние волны. Эти образования, названные **солитонами**, изучены еще очень мало, к тому же трудно предсказать их возникновение. Уединенные внутренние волны с большой амплитудой, появляющиеся, как правило, неожиданно, могут, по-видимому, представлять опасность для подводных судов.

В зоне вихря Куроисио удалось обнаружить любопытные характеристики мелкомасштабной океанской турбулентности. Например, вертикальный поток тепла в центре вихря на глубине 200—300 м существенно отличается от потока тепла на периферии ринга.

В приповерхностном слое океана сотрудники экспедиции зафиксировали «ископаемую» турбулентность в поле электропроводности воды. Это явление заключается в том, что

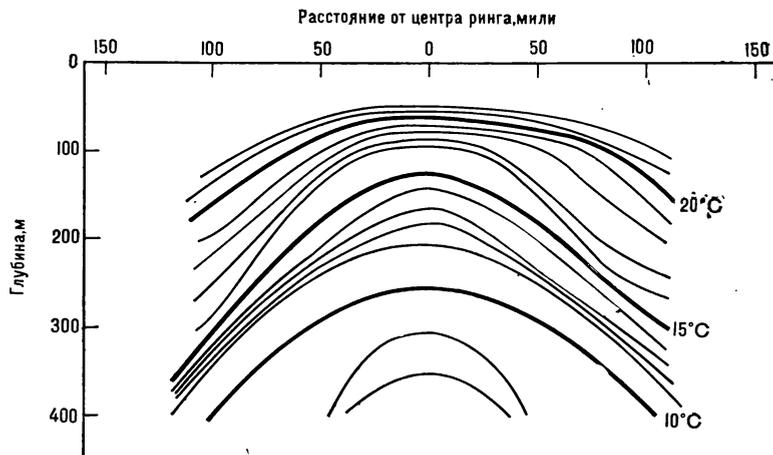
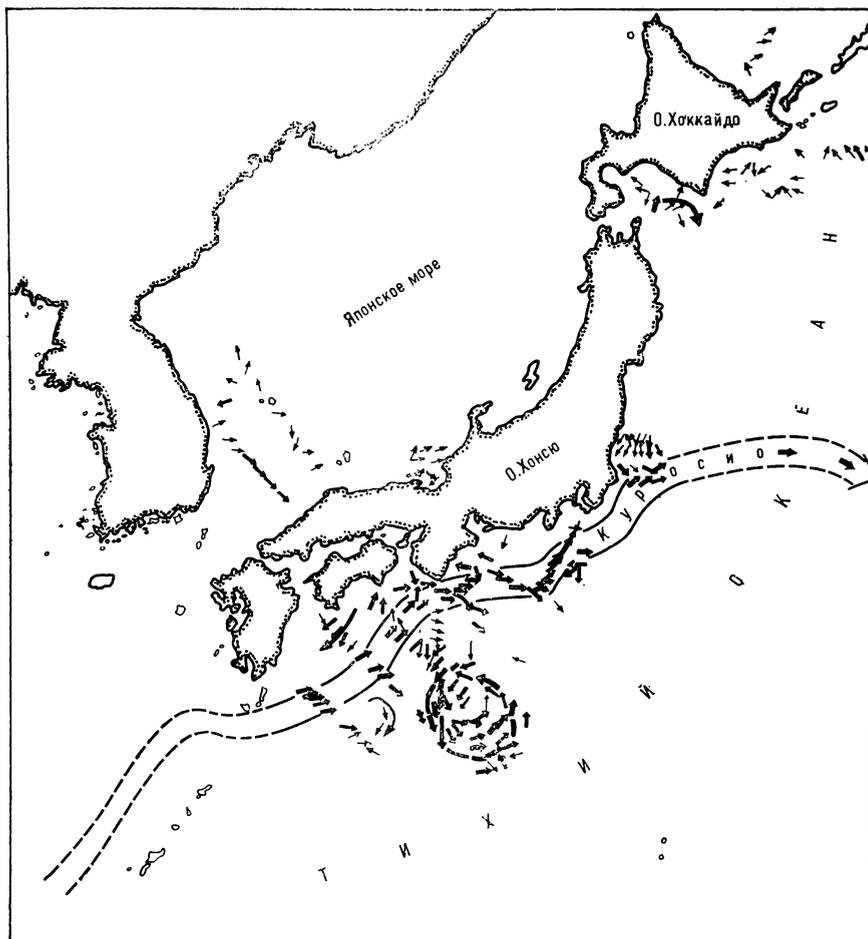
пульсации скорости уже затухли, а вызванные ими флуктуации температуры и солености, а значит, и флуктуации электропроводности остались как бы «вмороженными» в водную толщу.

На протяжении всего рейса «Дмитрия Менделеева» измерялись пульсации скорости течений в переслоенных водах и в водах, хорошо перемешанных, однородных, как, например, в мелководном Филиппинском море. Буксируемые приборы обнаружили на поверхности океана «турбулентные пятна» — области повышенной турбулентности океанских вод. Размеры этих пятен оказались различными. Нам удалось даже проследить некоторую закономерность в их распределении, то есть определить вероятность существования «пятен» тех или иных размеров.

Кварцевый термометр зарегистрировал с точностью до  $0,01^{\circ}\text{C}$  сверхтождую структуру поля температуры в верхнем слое океана. Ранее этот слой считался однородным. Однако оказалось, что и здесь есть ступенчатая структура с перепадами температуры в  $0,4^{\circ}\text{C}$  для крупномасштабных элементов и  $0,05^{\circ}\text{C}$  — для мелкомасштабных.

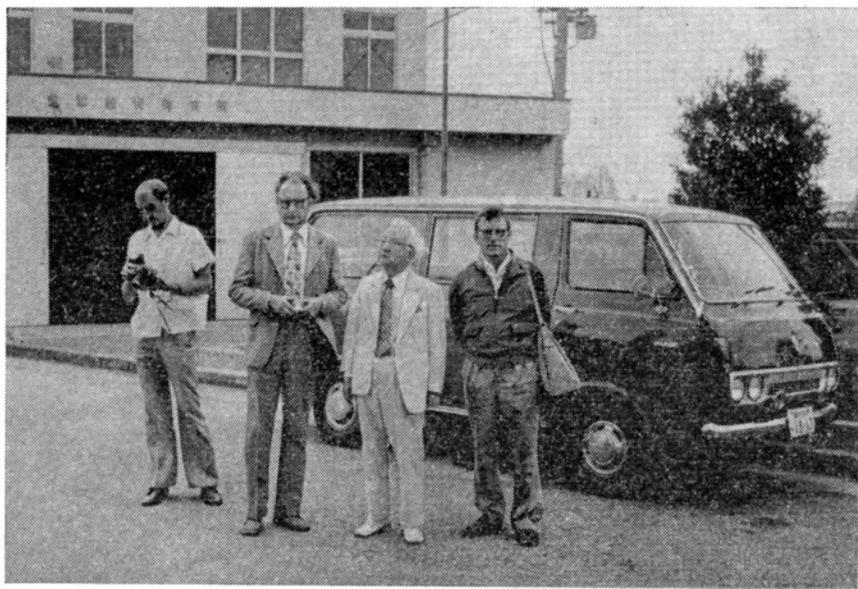
**■**  
Вихреобразная структура (ринг) на периферии Кюросио летом 1977 года. Стрелки указывают направление движения вод. Карта построена по судовым и спутниковым данным

**■**  
Типичный вертикальный разрез поля температуры в ринге. Изотермы в центре ринга поднимаются куполообразно, что свидетельствует о подъеме вод



Интересные работы выполнила экспедиция «Дмитрия Менделеева» в Красном море. Здесь впервые с помощью свободно скользящего зонда, вращающегося вокруг вертикальной оси, были получены записи температуры воды. Из впадины Атлантис, знаменитой своими «горячими рассолами» («Земля и Вселенная», № 2, 1977, с. 69—74.—Ред.), удалось поднять пробу воды соленостью 300 ‰. Этот рекордный результат (соленость обычной океанской воды в 10 раз меньше) дался нелегко. Чтобы не проскочить мимо впадины, размеры которой не более 10 км, пришлось проводить «прицельное» лавирование судна на участке в несколько миль.

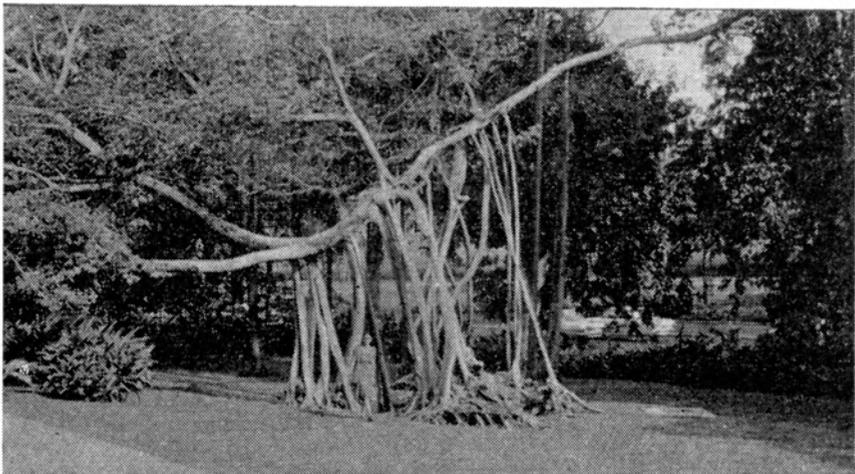
Безотказно действовали в экспедиции зондирующие и буксируемые комплексы. Они работали в различных условиях: мелководном Филиппинском море, открытом океане, Средиземном и Красном морях. Это дало возможность сравнить характе-



*Встреча в Токио. Слева направо: заведующий лабораторией Атлантического отделения Института океанологии АН СССР В. Т. Пака, профессор Р. В. Озмидов, член Японской национальной академии наук профессор К. Хидака, старший научный сотрудник Института океанологии АН СССР В. С. Беляев*

*Современные контуры Сингапура*

*«Шагающее» дерево — абориген тропических островов*





АСТРОНОМИ-  
ЧЕСКОЕ  
ОБРАЗОВАНИЕ

Ученый секретарь СПАК  
доцент  
В. А. ГАГЕН-ТОРН

## Очередной пленум СПАК

В октябре 1977 года в Ростове-на-Дону состоялся очередной пленум Совета по подготовке астрономических кадров (СПАК) при Академии наук СССР. С приветственным словом к участникам пленума обратился ректор Ростовского университета член-корреспондент АН СССР Ю. А. Жданов. Работа пленума началась с отчетных докладов руководителей секций СПАК.

Руководитель секции университетов профессор В. В. Иванов отметил, что члены секции приняли активное участие в разработке единых программ экзаменов кандидатского минимума по специальностям «астрофизика», «астрономия и небесная механика».

Программы направлены для утверждения в Высшую аттестационную комиссию. Он сообщил также о состоявшемся в Киеве в апреле 1977 года совещании секции университетов, на котором обсуждалась работа университетских обсерваторий. Совещанию предшествовало обследование, в ходе которого члены СПАК ознакомились с наблюдательным и лабораторным оборудованием обсерваторий и с научной тематикой ведущихся там исследований.

В восьми университетах (Московском, Ленинградском, Казанском, Уральском, Киевском, Харьковском, Одесском и Тбилисском) ведется подготовка астрономов с первого

курса. Почти во всех этих университетах имеется небольшая учебная обсерватория, наблюдательные базы, где ведется учебная и научная работа. Сейчас университеты располагают, как правило, одним телескопом диаметром около 70 см и двумя-тремя 50-сантиметровыми инструментами, но в недалеком будущем здесь будут установлены телескопы с зеркалом диаметром 1—1,5 м. Оснащение университетских обсерваторий современным оборудованием необходимо продолжать.

Специалистов в области астрофизики готовят еще 13 университетов и Московский физико-технический институт. Здесь астрономическая под-

ристики гидрофизических полей, формирующихся на обычном или аномальном гидрологическом фоне.

### ОСТРОВА И СТРАНЫ...

Однообразные рабочие будни в экспедиции иногда сменяются зрелищем незнакомых гаваней, городов, живописных ландшафтов. Это — «заходы». «Дмитрий Менделеев» два дня простоял в порту Токио. Советские ученые по любезному приглашению члена Национальной академии Японии профессора К. Хидака посетили Институт океанологических исследований при Токийском университете и Гидрографический департамент Японии. К. Хидака был основателем и директором Института океанологических исследований, сейчас он его почетный директор. В институте решается много комплексных океаноло-

гических проблем. Среди традиционных — биология рыбных ресурсов и методы рыболовства. При институте есть специализированный Морской исследовательский центр и два научно-исследовательских судна водоизмещением 3200 и 258 т.

Много внимания уделяют японские ученые исследованиям Курисио, и потому так велик был их интерес к научному семинару, который провели менделеевцы во время визита. Советские ученые рассказали японским коллегам о своих новых наблюдениях в зоне Курисио.

Гидрографический департамент Японии, основанный в 1871 году, имеет широкие функции: обеспечение безопасности мореплавания, сбор данных о морской среде и загрязнении океана, подготовка данных для передачи национальным и междуна-

родным центрам океанологической информации.

Японские океанологи прибыли с ответным визитом на борт «Дмитрия Менделеева». Они ознакомились с научным оборудованием судна и с первыми результатами исследований в рейсе и выразили надежду на более тесные научные контакты в совместном изучении Тихого океана.

В порт Сингапур наше судно зашло в конце сентября. За время стоянки мы осмотрели архитектуру города и природу окружающих островов. Побывали мы и в Коломбо, а также в древней столице Шри-Ланка городе Канди с уникальными историческими памятниками древней культуры и экзотической природой окрестностей.

Покрыв 12 000 миль, «Дмитрий Менделеев» 10 ноября 1977 года закончил свой 19-й рейс в Одессе.

подготовка начинается с третьего курса. Эти университеты большей частью не имеют своих обсерваторий и либо базируются на обсерваториях республиканских академий наук, либо ведут подготовку теоретиков.

В отчетном докладе профессора И. А. Климишина о работе педагогических институтов и средних школ было указано, что деятельность секции в значительной степени была направлена на внедрение физико-астрономической специальности в ряде институтов страны. Как известно, до недавнего времени учителя физики и астрономии готовил лишь Горьковский педагогический институт. Теперь учителя этой специальности будут выпускать Московский, Ленинградский, Горьковский, Киевский, Ростовский, Ташкентский и Черниговский педагогические институты. В соответствии с утвержденным Министерством просвещения СССР учебным планом члены СПАК разработали программы курсов по физико-астрономической специальности. Большое внимание уделялось и преподаванию астрономии в средних школах. Члены СПАК активно участвовали в обсуждении программы школьного курса астрономии на страницах журнала «Земля и Вселенная» (№ 1, 3, 4, 6, 1975; № 4, 5, 6, 1976.—Ред.). В результате обсуждения был разработан проект новой программы («Земля и Вселенная», № 4, 1978, с. 66—68).

В докладе профессора В. Г. Горбачево были освещены вопросы, связанные с защитами диссертаций по астрономии. Докладчик подчеркнул, что необходимо улучшить качество диссертаций и более рационально организовать специализированные ученые советы.

Профессор Л. С. Марочник рассказал о работе кафедры астрофизики Ростовского университета, на которой успешно ведется подготовка астрофизиков, а доцент Р. Б. Шацова — о преподавании астрономии в Ростовском педагогическом институте.

Пленум СПАК принял ряд решений, направленных на улучшение работы университетских обсерваторий и на повышение научного уровня диссертаций в области астрономии.



## НЕВИДИМЫЕ СПУТНИКИ ЗВЕЗДЫ 61 ЛЕБЕДЯ

Звезда 61 Лебеда давно привлекает внимание астрономов. Данные о ее положении на небе, полученные в середине XVII века без помощи зрительных труб, впервые опубликовал Я. Гевелий в каталоге, содержащем свыше 1500 звезд. Двойственность 61 Лебеда первым отметил Дж. Флэмстид в своем каталоге, изданном в 1725 году. Раздельно компоненты 61 Лебеда наблюдал Дж. Брайден в 1753 году. Звезду наблюдали и определяли ее орбиту такие известные астрономы, как Ф. Бессель, В. Я. Струве и О. В. Струве.

Согласно современным данным, период обращения двойной системы 61 Лебеда примерно 700 лет, большая полуось около 80 а. е., эксцентриситет орбиты 0,4. Масса ее компонентов около 0,6 солнечной («Астрономический журнал», 54, 2, 1977).

В конце прошлого века было обнаружено, что расстояние между компонентами 61 Лебеда периодически изменяется. Тогда же было высказано предположение, что эти изменения вызваны третьим, невидимым спутником, который обращается вокруг одного из компонентов. В 1943 году американский астроном К. Странд по небольшому материалу наблюде-

ний определил орбиту и массу спутника. Как следует из его расчетов, невидимый спутник имеет массу 0,02 солнечной (всего в 20 раз массивнее Юпитера!), период обращения около 5 лет и большую полуось орбиты 2,4 а. е.

Советские астрономы А. Н. Дейч и О. Н. Орлова в 1977 году обработали данные многолетних наблюдений звезды 61 Лебеда, выполненных на 26-дюймовом рефракторе и нормальном астрографе Пулковской обсерватории, а также на 24-дюймовом рефракторе обсерватории Спруул (США). Они обнаружили у звезды два невидимых спутника с периодами обращения 6 и 12 лет. По просьбе А. Н. Дейча, в Главной астрономической обсерватории АН УССР А. М. Емец и Я. С. Яцкив на основании тех же наблюдений звезды вычислили периоды невидимых спутников другим способом и получили точно такие же значения. Результаты наблюдений звезды 61 Лебеда на 26-дюймовом рефракторе Вашингтонской обсерватории, присланные А. Н. Дейчу К. Страндом, хорошо согласуются с выводами советских ученых.

А. Н. Дейч оценил массу невидимого спутника, период обращения которого 6 лет. Она составляет 4 массы Юпитера. Большая полуось орбиты этого спутника около 3 а. е.

Итак, звезду 61 Лебеда можно считать по крайней мере тройной системой. По мнению А. Н. Дейча, кратные системы, включающие спутники малой массы, довольно распространены в Галактике.

«Письма в Астрономический журнал», 4, 2, 1978.



## ВСТРЕЧА В ЗВЕЗДНОМ ДОМЕ



30 марта 1978 года в Московском планетарии состоялся устный выпуск «Земли и Вселенной». Такие встречи с читателями журнала здесь стали традицией. О задачах журнала, его тематике и содержании готовящихся к выпуску в свет номеров рассказал в своем вступительном слове заместитель главного редактора журнала Е. П. Левитан.

Постоянный автор журнала, док-

тор физико-математических наук Е. Л. Рускол посвятила свое выступление спутникам Марса, Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна. Изучая спутники планет, астрономы больше узнают и о самих планетах. В 1978 году опубликована серия статей Е. Л. Рускол о спутниках планет.

Международное сотрудничество в изучении и освоении космического пространства — тема выступления сотрудника Совета «Интеркосмос» при АН СССР С. А. Никитина. Присутствовавшие на устном выпуске журнала узнали о том, как развивалось международное сотрудниче-

ство, а также об осуществленных и намечаемых совместных полетах на советских кораблях и орбитальных станциях граждан социалистических стран.

Кинофильм «Первая международная — «Союз»—«Аполлон» как бы иллюстрировал рассказ С. А. Никитина: участники встречи увидели, как работал международный экипаж в космосе.

Кинофильм «30 миллионов градусов в тени» познакомил читателей журнала с международными исследованиями коротковолнового излучения Солнца.

Почти в каждом номере журнала «Земля и Вселенная» публикуются материалы о морских научных экспедициях. Кинофильм «Земля под океаном», который вызвал большой интерес у присутствовавших на вчерашней, дал наглядное представление о работе советских океанологов на научно-исследовательских судах «Витязь» и «Академик Курчатов».

В заключение Е. П. Левитан продемонстрировал возможности нового аппарата планетария, показав вид звездного неба на различных широтах, движение планет, изменение блеска переменных звезд и т. д. В фойе планетария была организована выставка «По страницам журнала «Земля и Вселенная».

Научный консультант  
Московского планетария  
В. В. ЭЛИНЗОН

С. А. Никитин рассказывает о программе «Интеркосмос»



ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ  
АСТРОНОМИЯ

Заведующий отделом астрономии  
и космонавтики  
Московского Дворца пионеров и  
школьников  
Б. Г. ПШЕНИЧЕР

## Им исследовать космос

В 1977 году Клубу космонавтики Московского Дворца пионеров и школьников исполнилось 15 лет. На торжества, посвященные этой дате, приехали сотрудники научно-исследовательских институтов, прославленные авиаторы и конструкторы, представители Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина — все друзья и помощники клуба, отдающие свой талант, свои знания ребятам, мечтающим о небе. Много в этот вечер прозвучало теплых слов в адрес клуба, обсуждались проблемы и перспективы космонавтики, будущее нашего коллектива. Но больше всего было воспоминаний.

### НАЧАЛО

Все началось весной 1962 года, когда группа старшеклассников во главе с энтузиастом космонавтики сотрудником Института прикладной геофизики С. П. Яценко пришла в только что построенный и еще не начавший работать Дворец пионеров на Ленинских горах с предложением организовать Клуб юных космонавтов. Прежде эти ребята занимались несколько месяцев в Клубе юных космонавтов Московского планетария. Но работа там ограничивалась лекциями, которые читались раз в месяц. Такая постановка дела удовлетворяла не всех. Многим хотелось активной деятельности и конкретного знакомства с космонавтикой.

Во Дворце пионеров создание такого клуба не предусматривалось. Отсутствовали помещения для занятий и необходимое оборудование. Не было планов занятий, программ, руководителей. Подобной ситуации удивляться не приходится, ведь Дво-

рец проектировали и начали строить еще до полета Ю. А. Гагарина. Клубы же юных космонавтов стали возникать после первых рейсов советских космонавтов. К сожалению, через несколько лет большинство образовавшихся клубов либо прекратило свое существование, либо превратилось в коллективы с авиационной направленностью. До настоящего времени сохранились лишь единичные, и среди них — Клуб космонавтики на Ленинских горах. Это — заслуга первых активистов: Нины Журавлевой, Алика Лурье, Саши Капышева, Володи Попова, Толи Панфилова, Игоря Морозова, Миши Пассера, Валерия Никифорова, Саши Неведомского, Тани Шороховой, Светы Цыбадзе, Зины Лахман, Бори Евтева, Олега Тавишкина и многих других.

Поскольку космонавты будущего — специалисты в различных областях науки, техники, производства, мы решили, что даже те, кто мечтает принять непосредственное участие в полетах, должны познакомиться в клубе с различными сторонами космических исследований. От космонавта требуется огромное напряжение не только духовных, но и физических сил, поэтому все члены клуба должны получить хорошую физическую подготовку. Но это не значит, что принимать в клуб следует лишь совершенно здоровых ребят. Пусть каждый член клуба занимается физкультурой в меру своих возможностей. Любой покоритель космоса — прежде всего исследователь. Поэтому в программу занятий решили включить экспериментально-конструкторскую и исследовательскую работу, творческие курсы.

В конце августа 1962 года была объявлена запись в кружки и коллективы Дворца пионеров. В первый же день огромная очередь выстроилась у стола с табличкой «Клуб космонавтики». Новички приходили в одиночку, группами и дружно заявляли, что хотят стать космонавтами. Беседу с ними вели ребята, пришедшие во дворец из Клуба юных космонавтов планетария. Они рассказывали о предстоящих занятиях, спрашивали, кто чем интересуется, что читал, почему решил в будущем стать космонавтом и зачем вообще нужны полеты в космос? Последние два вопроса многих заставляли врасплох. Некоторые после такой беседы шли записываться в другие кружки. Через несколько дней запись пришлось прекратить, так как заранее было условлено принять не более 200 человек.

Тем временем ребята установили контакт с Центральным научно-исследовательским институтом физкультуры, с отделом космонавтики Политехнического музея, с Московским авиационным институтом, с Домом-музеем Н. Е. Жуковского. Эти организации и Московский планетарий стали первыми шефами клуба, а их представители вошли в шефский совет клуба. Члены совета вместе с ребятами разработали структуру клуба, программу занятий, план работы, проект устава.

4 октября 1962 года состоялось первое общее собрание. Оно было приурочено к 5-й годовщине запуска первого искусственного спутника Земли. Этот день и стали потом отмечать как день рождения клуба. На собрании был принят план работы клуба и утверждена эмблема — изо-

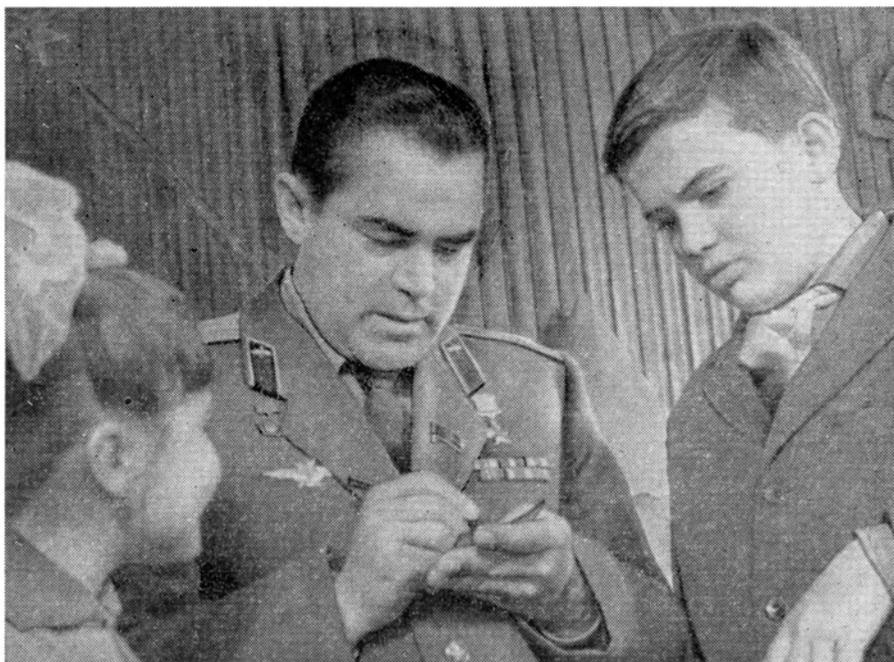
бражение первого искусственного спутника Земли.

Первый пункт устава определил, что «Клуб космонавтики — добровольная юношеская патриотическая организация, основная задача которой — воспитание людей, способных внести вклад в дело освоения космоса».

Все собравшиеся были объявлены кандидатами в члены клуба. В этом ранге ребята пребывали почти полгода. Членами клуба становились лишь те, кто успешно справлялся с уставными обязанностями. А они в уставе были сформулированы так: постоянно стремиться к намеченной цели; совершенствоваться морально и физически; приобретать знания и практические навыки, необходимые исследователю космоса; иметь правильное представление о событиях политической жизни в СССР и за рубежом; быть в курсе важнейших достижений и проблем современной науки и техники; проявлять инициативу и изобретательность; беспрекословно выполнять приказания командира и решения вышестоящих органов; уделять особое внимание младшим товарищам по клубу; пропагандировать работу клуба среди молодежи, активно распространять полученные знания.

Массовый прием в члены клуба традиционно происходит в День Советской Армии, 23 февраля, на торжественной линейке в парадном Ленинском зале дворца. Ребята получают членские билеты, устав и эмблему Клуба космонавтики.

Но вернемся к первым дням работы коллектива.



#### КЛУБ ДЕЙСТВУЕТ

В 1962 году были созданы две группы из учащихся 5—6 классов и две группы в основном из семиклассников.

С младшими занятия проводил лектор Московского планетария Б. А. Максимачев. Он начал читать курс лекций по астрономии и космонавтике. Но вскоре стало ясно, что такие занятия для ребят этого возраста недостаточно интересны. Пришлось больше внимания уделять игровым формам, включающим элементы соревнования.

С семиклассниками успешно работал А. А. Задикян. Он не только хорошо знал астрономию, но и занимался ракетно-космическим моделированием. Молодой задор и одержимость космонавтикой помогли Задикяну сплотить вокруг себя группу ребят, ставшую впоследствии ядром ракетно-конструкторской секции.

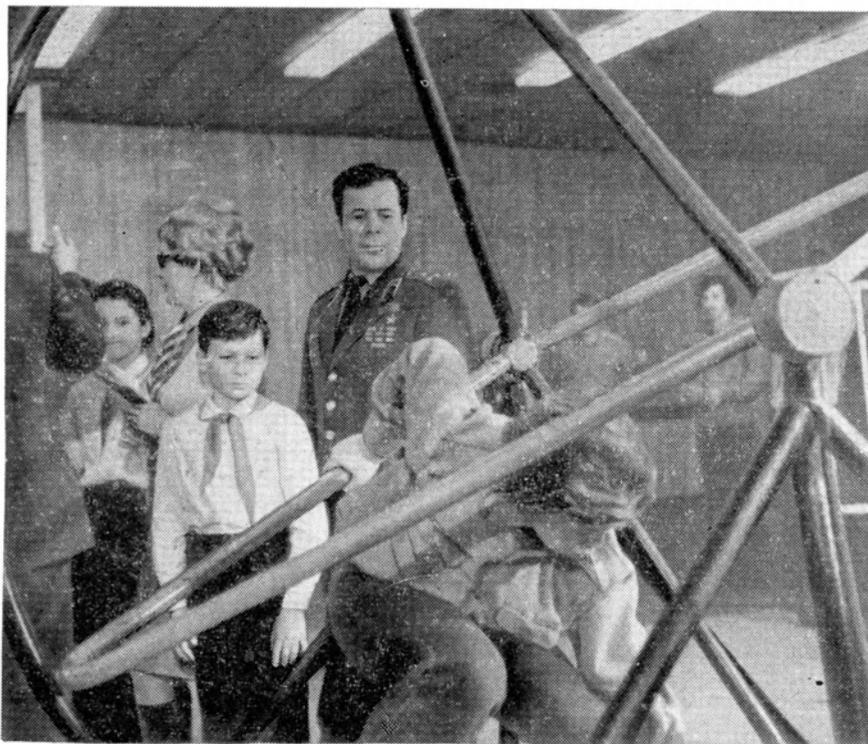


*Почетный президент Клуба космонавтики летчик-космонавт СССР А. Г. Николаев с членами клуба*

А вот занятия со старшеклассниками удалось организовать лишь в следующем учебном году. Они знакомились с основами астрофизики, физики верхней атмосферы и космического пространства, с элементами ракетно-космической техники. Занятия вели А. В. Засов — сотрудник Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга, С. П. Яценко и инженер К. В. Малютин. В том же учебном году все члены клуба получили возможность приступить к регулярным физкультурным тренировкам под руководством мастера спорта А. В. Сысоева.

1963-й год стал годом рождения первых исследовательских секций клуба: ракетно-конструкторской и космической биологии.

В ракетно-конструкторской секции под руководством А. А. Задикяна и члена клуба Игоря Морозова были созданы модели пульсирующего воздушно-реактивного двигателя, ракетного самолета с прямоточным двигателем, экспериментальное устройство для пуска ракет, макеты корабля и ракеты-носителя «Восток». Семиклассники В. Макеев, В. Колесников, А. Желудков, Б. Бронштейн и другие



создавали и испытывали модели с различным расположением и формой стабилизаторов, исследовали зависимость устойчивости полета ракет от расположения центра масс. Были сконструированы и изготовлены двухступенчатые ракеты, способные поднять полезный груз около одного килограмма на высоту нескольких сот метров. На таких ракетах поднимали измерительную метеорологическую аппаратуру, фотокамеру и даже опытных животных — рыб и мышей — по заданию секции космической биологии. Консультантом у юных ракетчиков был один из пионеров советской ракетной техники инженер И. А. Меркулов. Большую помощь в работе секции оказали также инженеры Р. П. Ширшов и Л. А. Максимов.

Результативно работала секция космической биологии и медицины, созданная на базе лаборатории физиологии человека и животных в отделе биологии дворца. Члены секции на практике знакомились с проблемами и методами экспериментальной биологии, овладевали навыками работы с научной аппаратурой.

Секцией руководил (и руководит по сей день) известный специалист

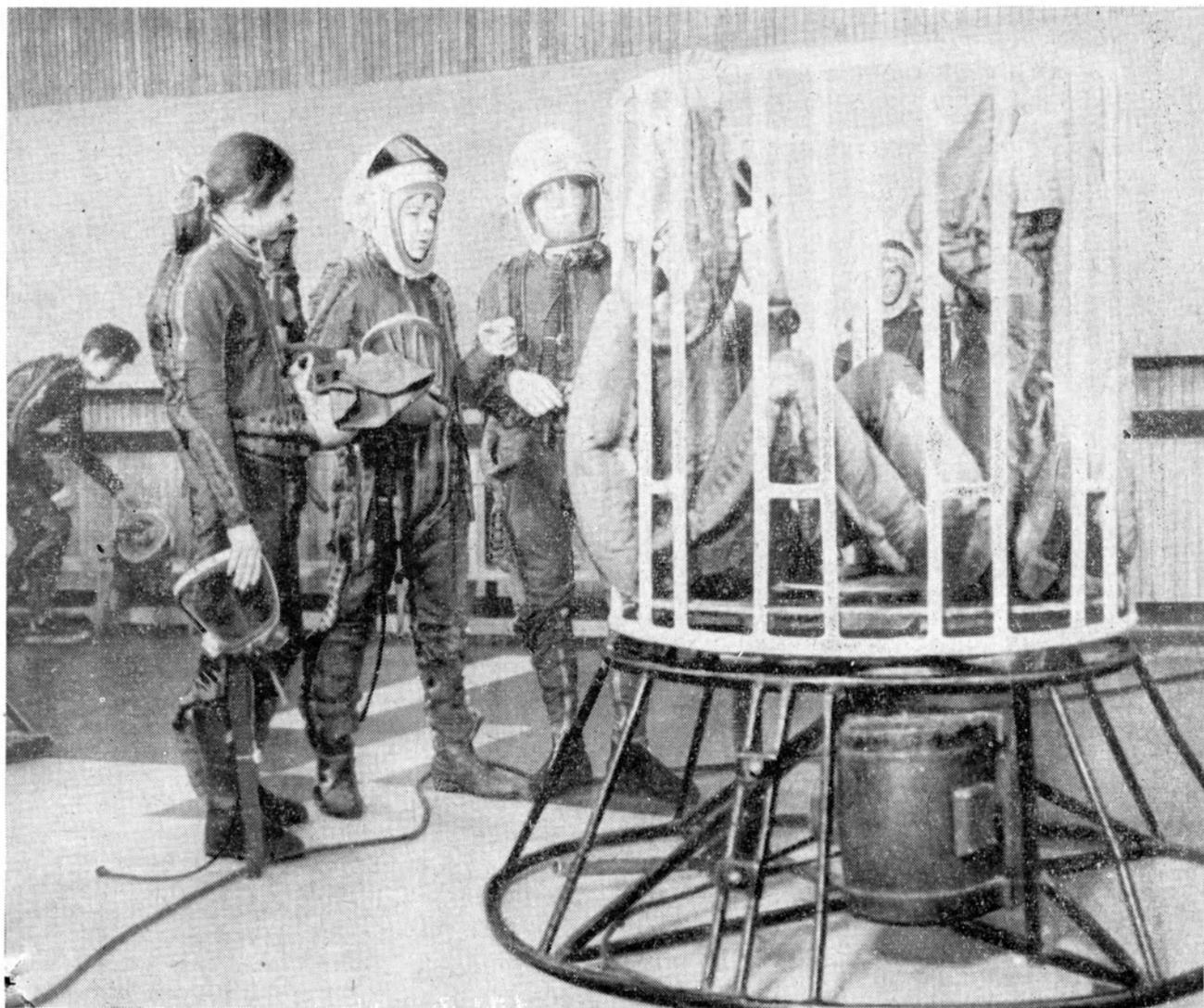


*Летчик-космонавт СССР Е. В. Хрунов наблюдает за тренировками на ренском колесе*



*В гостях у ребят руководитель подготовки советских космонавтов летчик-космонавт СССР В. А. Шаталов. Идут занятия на безопорном стенде*





по космической медицине доктор медицинских наук Л. С. Хачатурьянц. Активно помогает ему В. А. Зыкова. По заданию ученых члены этой секции Таня Шорохова, Светлана Цыбадзе, Зина Лахман и другие провели ряд экспериментов. В частности, они исследовали скорость реакции зрительного анализатора в условиях дефицита времени и ее зависимость от побочных факторов, изучали остроту зрения в разных условиях и поведение крыс и мышей в Т-образном лабиринте.

Приборы посложнее предоставляли шефы, менее сложные — делали са-

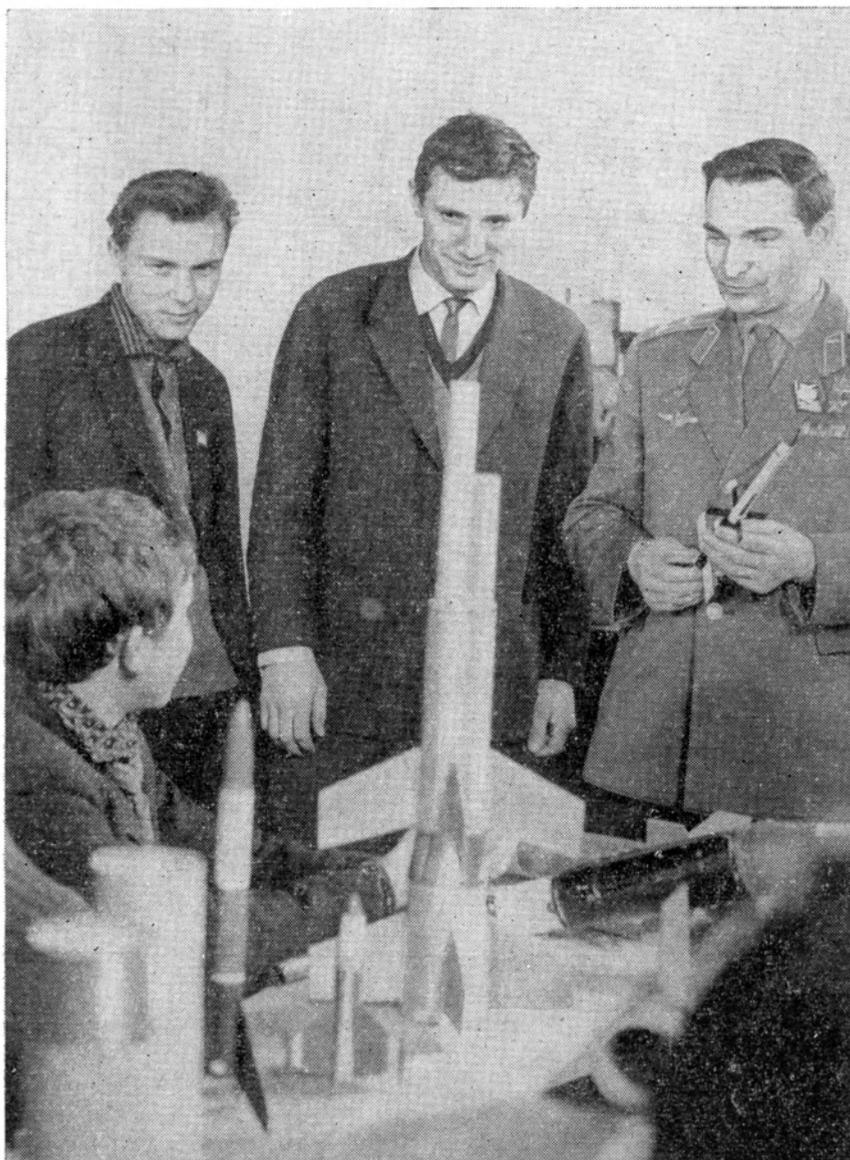
ми ребята, например, центрифугу для исследования влияния перегрузок на реакции крыс и мышей.

Результаты, полученные нашими космобиологами, публикуются в научной литературе. Со временем ребята узнали, что почти все их первые исследования в дальнейшем повторялись на борту космических кораблей. В рекомендациях для поступления в институты, выданных некоторым членам секции, говорилось,

■  
*Тренировка на малой центрифуге*

что «выполненные работы были использованы при подготовке полетов кораблей «Восход» и «Восход-2».

Многие ребята, занимавшиеся в клубе, мечтали принять участие в космических полетах; желание других было более скромным — стать «просто летчиком». Самые настойчивые объединились в экспериментальную группу. Они прошли строгую медицинскую комиссию и те испытания (кроме центрифуги), которым подвергались кандидаты в космонавты. Ученик 9 класса Володя Павлов, например, за время пребывания в термокамере «выпотел» почти на



полтора килограмма. Все испытания и эксперименты проходили при строгом медицинском контроле.

Именно эта группа ребят впервые сумела «проникнуть» на территорию Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина (Звездный городок

Летчик-космонавт СССР В. Ф. Быковский на занятиях ракетно-конструкторской секции. Рядом с космонавтом — руководитель секции А. А. Задикян и И. Морозов

тогда еще не выстроили) и договориться о необходимых консультациях. Ребятам даже было разрешено пройти несколько тренировок на лопингах, ренском колесе и батуте — снарядах, предназначенных для подготовки космонавтов. Напомним, что лопинг — это качели, на которых стоит человек. Руки и ноги у него закреплены. Раскачавшись, человек имеет возможность вместе с качелями вращаться вокруг перекладины и одновременно поворачиваться вокруг своей оси. Ренское колесо — это

гимнастическое колесо, укрепленное в стойке. Руки и ноги закреплены в колесе, которое вращается вместе с человеком.

С 1964 года экспериментальная группа была преобразована в отряд юных летчиков-космонавтов. Первоначально отряд состоял из трех групп по 20 человек: две группы юношей и одна — девочек. (После полета в космос В. В. Терешковой число девочек в клубе значительно увеличилось.) Основные задачи отряда: общая физическая подготовка, специальные тренировки, овладение техническими навыками и знаниями, необходимыми летчику. Тренировками несколько лет успешно руководил опытный преподаватель физкультуры В. М. Семкин. Не меньшей популярностью у ребят пользуется сменивший его в последние годы тренер В. А. Задикян.

Авиационно-техническую подготовку с юными летчиками уже много лет ведет Л. В. Михалев — в прошлом летчик-испытатель. За работу во Дворце пионеров он награжден почетным знаком ЦК ВЛКСМ и ВЦСПС «Наставник молодежи».

В последние годы в клубе были созданы секции физики космоса и теоретической космонавтики. Первой из них стал руководить С. П. Яценко. Секция теоретической космонавтики возникла с приходом во Дворец научного сотрудника Института космических исследований АН СССР Е. П. Алексашина. Он сумел увлечь ребят среднего и старшего возраста математикой космических полетов. Школьники учились составлять программы расчета орбит искусственных спутников Земли на ЭВМ. Одной

из наиболее интересных работ секции теоретической космонавтики было создание проекта колонизации Марса. Проект получил высокую оценку специалистов и был рекомендован для опубликования в печати.

#### КЛУБ СЕГОДНЯ

Сейчас в Клубе космонавтики около 300 ребят.

В кружках занимательной космонавтики ребята из 4—5 классов знакомятся с историей освоения космоса, совершают «путешествия» по Солнечной системе под небом планетария дворца, участвуют в тематических играх, конкурсах, викторинах.

Школьники 6—7 классов составляют около половины членов клуба. С ними занимаются руководитель клуба С. А. Руденков и студенты Московского авиационного института (воспитанники клуба) И. Р. Матвеева и В. А. Комаров. За два года занятий ребята достаточно глубоко знакомятся с различными областями космической техники и космических исследований.

Если на первом этапе главное — заинтересовать новичков, максимально развить их творческую активность, то второй должен подвести ребят к осознанному выбору профиля дальнейших занятий.

Третий этап — для старшеклассников. Значительная часть ребят, завершивших занятия на втором этапе, идет в отряд юных летчиков-космонавтов. Теперь в их распоряжении четыре настоящих летных тренажера и другая техника. На повестке дня — создание зала космических тренажеров. Пока же все члены клу-



ба с удовольствием тренируются на вращающемся кресле, ренском колесе и малой центрифуге. К сожалению, у нас нет места для установки имеющихся лопингов и батута.

Специальные тренировки и физподготовка проводятся под медицинским контролем. Дважды в течение года все проходят обследование во врачебно-физкультурном диспансере. За тренировками наблюдают и юные космомедики.

Члены клуба, заинтересовавшиеся исследовательской работой, могут продолжить занятия в секциях физики космоса, астрофизики, теоретической космонавтики, космического проектирования, космической биологии и медицины, экспериментально-конструкторской. Некоторые старшеклассники переходят в другие отделы и лаборатории Дворца пионеров, где занимаются математикой, кибернетикой, радиотехникой, электроникой и т. д.



*Группа юных космонавтов перед тренировками*

Зародившиеся в клубе темы исследований иногда настолько расширяются и углубляются, что перерастают в самостоятельные направления. Так, много лет тому назад на базе ракетно-конструкторской секции клуба возникла лаборатория ракетного и космического моделирования, уже несколько лет работает лаборатория физики космоса.

В этом учебном году в клубе открылась секция космического проектирования, укомплектованная в основном победителями конкурса научно-фантастических проектов.

В конце мая на общем собрании ежегодно подводятся итоги работы клуба. Здесь выпускники прощаются с коллективом, получают свидетельство об окончании клуба. Свидетельство подписывает почетный президент Клуба космонавтики дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР А. Г. Николаев.

Далеко не все выпускники связали свою жизнь с небом, но занятия космонавтикой расширили кругозор и повысили эрудицию школьников; тренировки закалили их волю и укрепили здоровье, многим занятия в клубе помогли в выборе профессии.



Десятки выпускников стали авиаторами и конструкторами летательных аппаратов, физиками и астрономами, биологами и медиками, математиками и инженерами. Шестиклассником пришел во Дворец пионеров Коля Санько. Он стал одним из активнейших членов секции физики космоса. Уже в школьные годы Н. Санько интересовался проблемами инфракрасной астрономии, принимал участие в

*Юные медики следят за самочувствием своих подопечных*

высокогорных экспедициях, исследовавших количество водяного пара в земной атмосфере. Сейчас Н. Ф. Санько — сотрудник Института космических исследований АН СССР и занимается проблемами внеатмосферной астрономии.

После окончания не потерял связь с клубом Володя Макаров. Клубу он обязан выбором профессии. В. И. Макаров уже несколько лет работает в Институте медико-биологических проблем.

Нынешние воспитанники любят, когда к ним приходят бывшие члены

клуба, работающие сейчас в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина, в Институте космических исследований АН СССР, в Институте медико-биологических проблем, в Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга. Хочется верить, что настанет время и об исследовании одной из планет Солнечной системы после очередного космического рейса расскажет ребятам кто-либо из воспитанников нашего коллектива.

Фото И. И. Гольберга



ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ  
АСТРОНОМИЯ

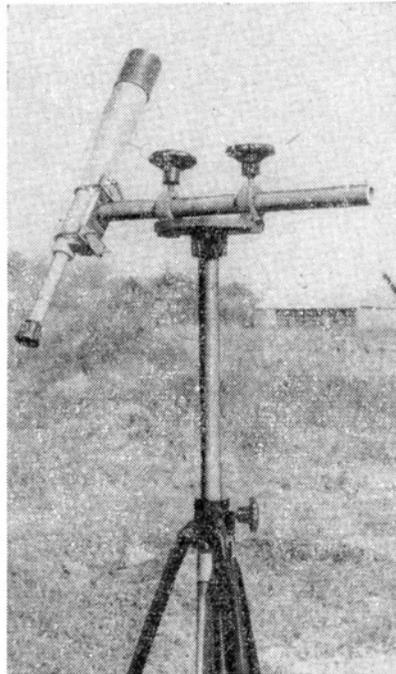
## Азимутальная установка и фотоприставка для трубы «Турист»

Зрительная труба «Турист-2» — хороший прибор для начинающих любителей астрономии. Вести наблюдения небесных объектов в трубу, держа ее в руках, довольно трудно, поскольку на качестве изображения сильно сказываются дрожание и качание трубы. Чтобы избежать этого, трубу следует укрепить на штативе.

Конструкцией трубы «Турист» не предусмотрено ее крепление на штативе. Однако для нее можно сделать простую, но удобную и прочную азимутальную монтировку. Установка, с которой мы хотели познакомить любителей астрономии, позволяет не только проводить визуальные наблюдения, но и фотографировать Луну, Венеру и Юпитер.

Для азимутальной установки можно использовать переносный штатив от театральной осветительной аппаратуры. Вставим в треногу штатива металлическую трубку длиной 1 м и диаметром 27 мм. Это — будущая вертикальная ось азимутальной установки. На ее верхнем конце укрепим диск поперечником 150 мм и толщиной 10 мм, а к нему приварим два кольца. Их ширина — 20 мм, а внешний и внутренний диаметр — 48 и 28 мм, соответственно. В верхней части колец сделаем отверстия для зажимных винтов с резьбой М 10×1,5. Теперь вставим в кольца металлическую трубку длиной 55—60 см и диаметром 27 мм. Она будет служить горизонтальной осью установки и должна вращаться внутри колец.

К одному концу горизонтальной оси приварим металлическую пластину размером 140×30 мм и толщиной 5 мм. Чтобы прикрепить к ней зри-



тельную трубу, вырежем из дерева брусочек точно такого же размера, как металлическая пластина, но толщиной 33 мм и сделаем из 6—7-миллиметровой проволоки два стержня длиной 210—220 мм. На обоих концах стержней нарежем резьбу М 6×1 и затем согнем стержни в дуги (внутренний радиус кривизны 17 мм). Концы дуг должны быть параллель-



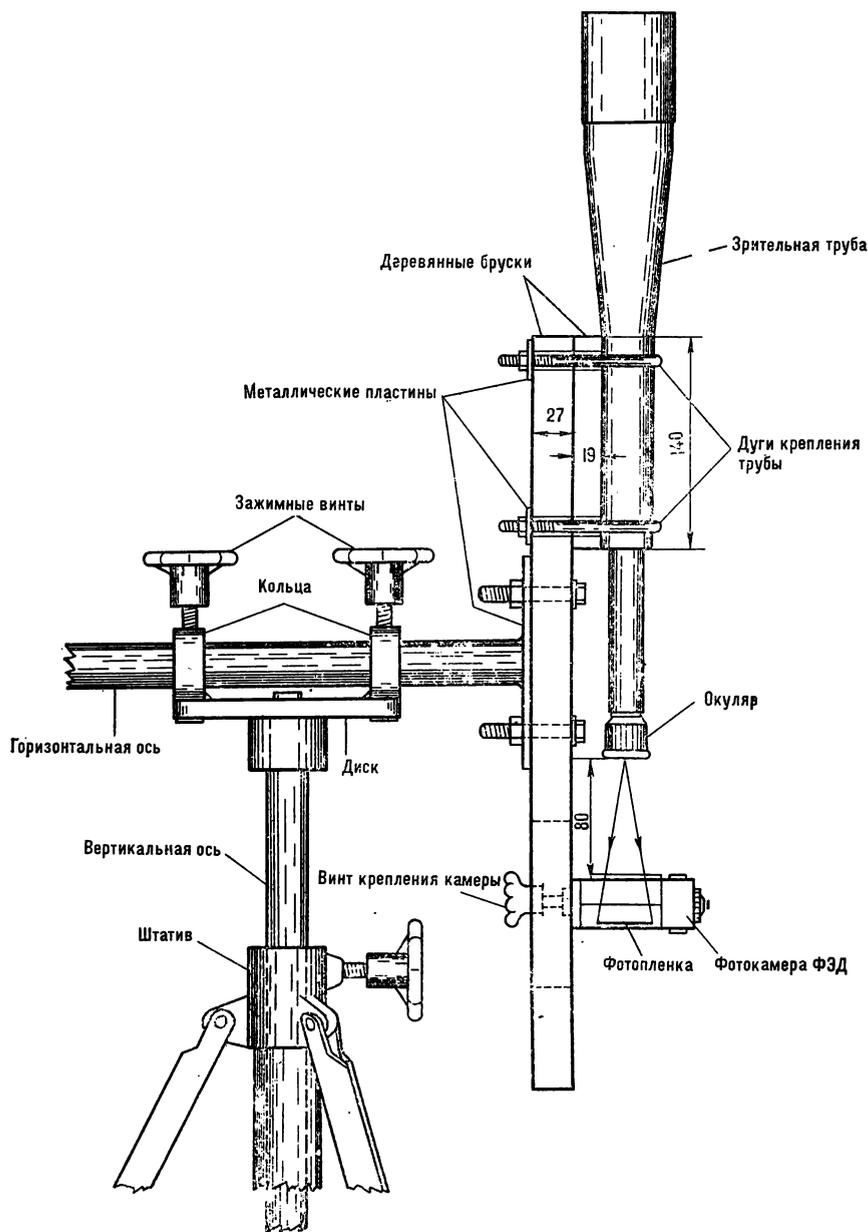
*Труба «Турист-2» на азимутальной установке. Установку сделал любитель астрономии Н. В. Алесенко из села Дожновичи Стародубского района Брянской области*

ны. Для крепления дуг потребуется четыре зажимные гайки и две металлические пластины размером 60×20 мм и толщиной 2 мм. В них необходимо просверлить по два отверстия с таким расчетом, чтобы концы дуг могли войти в эти отверстия.

Закрепив дугами зрительную трубу на горизонтальной оси, вставим последнюю в кольца и заждем винты так, чтобы горизонтальную ось можно было поворачивать без особых усилий. Вертикальную ось также следует закрепить винтом, который находится в верхней части треноги. Ось не должна проседать под собственной тяжестью, но в то же время она должна поворачивать горизонтальную ось с трубой. Для надежности на вертикальную ось можно надеть кольцо со стопорным винтом. Зрительная труба готова к наблюдениям.

Для трубы «Турист» можно изготовить и фотографическую приставку. Вырежем из сухой и плотной древесины один прямоугольный брусочек размером 500×40 мм и толщиной 27 мм, а другой — размером 140×40 мм и толщиной 19 мм. Затем меньший брусочек, к которому будет прилегать зрительная труба, приклеим к краю большого. По бокам этих брусочков сделаем канавки для дуг крепления трубы, а в большом брусочке — прорезь, через которую винтом крепится фотокамера. Передвигая камеру вдоль прорези, можно устанавливать ее ближе или дальше от окуляра зрительной трубы и таким образом изменять масштаб изображения фотографируемого объекта.

Чтобы укрепить фотоприставку на



пластине горизонтальной оси, просверлим в ней два отверстия диаметром 11 мм на расстоянии 80 мм друг от друга. Аналогичные отверстия сделаем и в деревянном бруске фотоприставки. Дугами закрепим на

фотоприставке зрительную трубу, установим малоформатную камеру типа ФЭД, «Зоркий» или «Зенит», вывернув из нее объектив. Теперь объективом камеры будет служить зрительная труба. Камеру поместим примерно в 80 мм от окуляра трубы так, чтобы ее оптическая ось была строго перпендикулярна к плоскости фотопленки и проходила через центр кадра.

Перед тем, как фотографировать

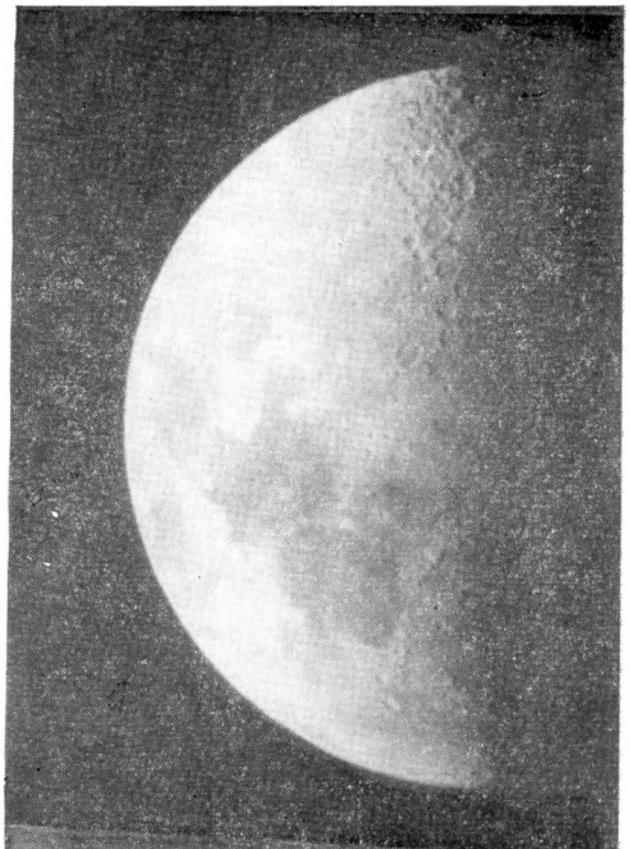
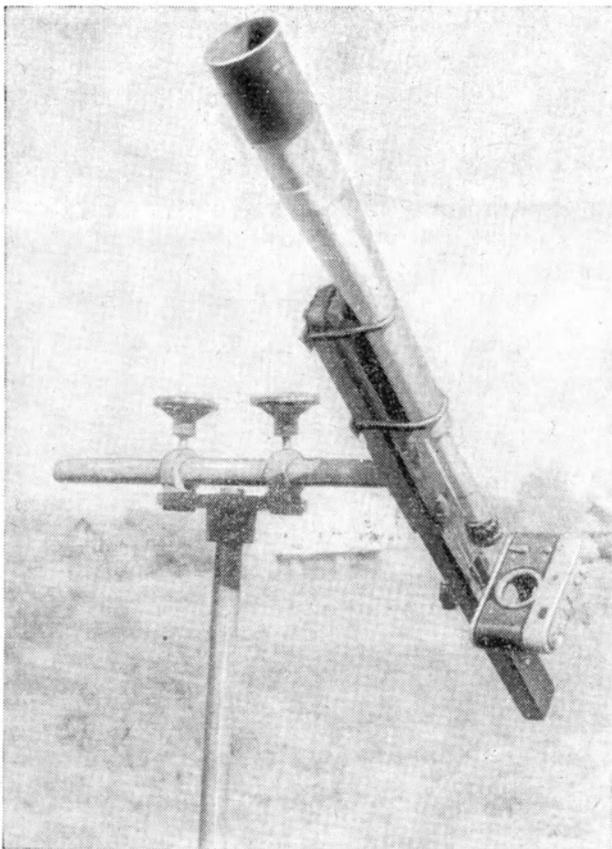
небесный объект, прибор надо сфокусировать. Это можно сделать по изображению Луны на фотографиях.\* Будем получать снимки Луны при различном положении окуляра, каждый раз выдвигая окуляр на одно деление. Для всех снимков необходимо записать, какое положение занимал окуляр по делениям на окулярной трубке. Проявив пленку, выберем для дальнейшей съемки то положение окуляра, при котором изображение Луны на пленке оказалось особенно четким. Теперь прибор готов к фотографированию небесных объектов.

Луну лучше снимать, когда она находится высоко над горизонтом. В этом случае экспозиция может быть короче, что очень важно, так как при длительных экспозициях изображение получается размазанным. Автор фотографировал Луну на пленках чувствительностью 65 и 130 ед. ГОСТа с экспозицией  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{15}$  секунды в зависимости от лунной фазы и яркости. Как осуществляется фотографирование?

Наведем зрительную трубу на Луну. Установив нужную экспозицию, взведем камеру на автоспуск. После этого надо подправить трубу на убегающую Луну с таким расчетом, чтобы во время экспозиции изображение Луны находилось в центре кадра. Пролодав это, нужно очень осторожно, без толчков, нажать автоспуск. Чтобы колебания установки быстро затухали, она должна быть

Основные узлы азимутальной установки с фотоприставкой для трубы «Турист-2»

\* Лучше всего прибор фокусировать по следам звезд на фотографии (Ред.).



как можно прочнее, иначе снимки выйдут нечеткими.

Для фотографирования ярких планет трубу необходимо снабдить визирным устройством. Его лучше укрепить на боковой поверхности деревянного бруска, несущего фотопроставку.

Трубу «Турист» с 20-кратным увеличением можно переоборудовать в телескоп, который будет увеличивать в 100 раз. Для этого на месте фотоканеры установим дополнительный окуляр с фокусным расстоянием 10 мм. Его оптическая ось должна совпадать с оптической осью трубы. В такой телескоп можно наблюдать Луну и яркие планеты. Однако надо



помнить, что чем больше эквивалентное фокусное расстояние и увеличе-



*Снимки Луны и частных фаз лунного затмения 24 марта 1978 года, полученные Н. В. Алесенко с помощью трубы «Турист-2», снабженной фотопроставкой*

ние трубы, тем сильнее потери света и помехи от беспокойной атмосферы. И наоборот, при уменьшении фокусного расстояния, а следовательно, и увеличения трубы изображение объекта будет ярче и четче.

**Н. В. АЛЕСЕНКО**

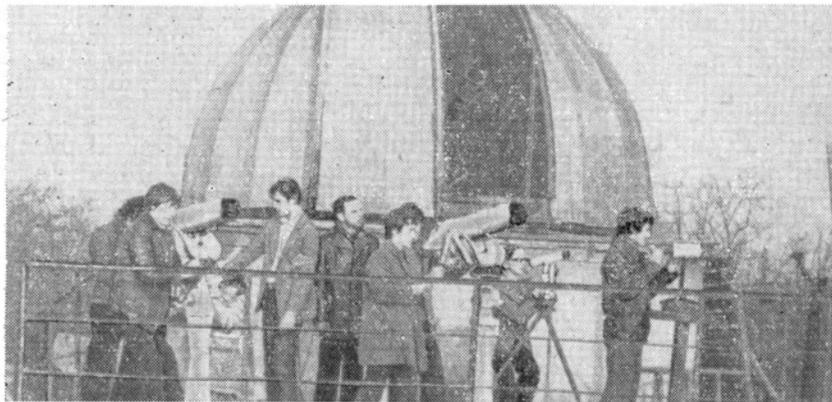
■  
Труба «Турист-2» с фотопроставкой



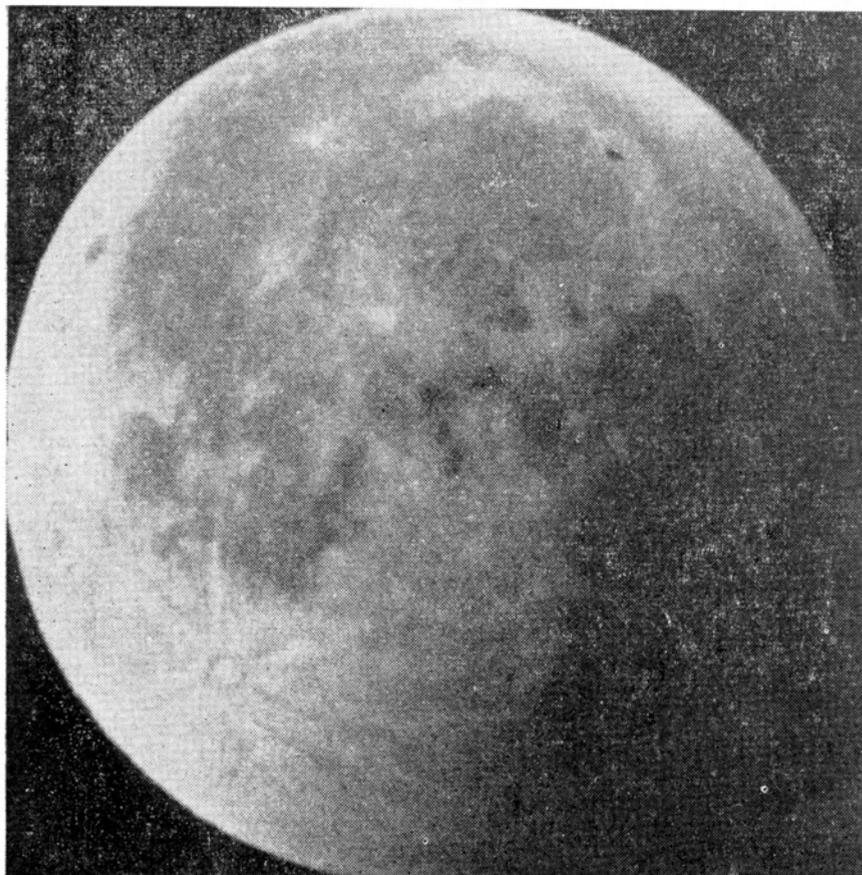


ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ  
АСТРОНОМИЯ

## ЛЮБИТЕЛЬСКИЕ ФОТОГРАФИИ ЛУННОГО ЗАТМЕНИЯ



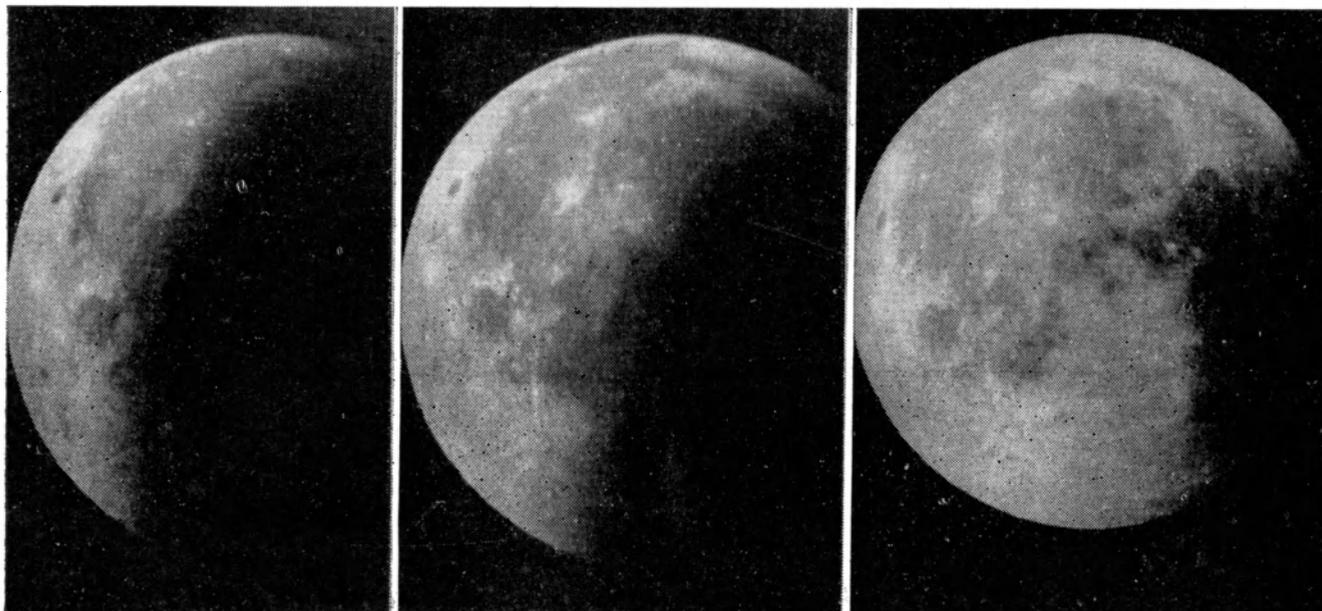
Лунное затмение 24 марта наблюдали многие любители астрономии. Они фотографировали фазы затмения, делали зарисовки, оценивали яркость затмения по шкале Данжона. Редакция благодарит Елену Цаплину из Тюмени, Игоря Кудряшова из поселка Стрельна Ленинградской области, О. Сурикова из Москвы, А. В. Снигирева из Комсомольска-на-Амуре, членов астрономического кружка при Станции юных техников города Питкяранта Карельской АССР (руководитель кружка С. П. Андреева) и многих других, приславших результаты своих наблюдений.



■  
*Члены астрономического кружка при Одесском планетарии готовятся к наблюдению лунного затмения 24 марта 1978 года (руководитель кружка М. И. Мялковский)*

■  
*Частная фаза затмения. Московский любитель астрономии А. А. Миловидов сфотографировал затмение фотоаппаратом с объективом МТО-1000 А. Пленка НК-3 чувствительностью 350 ед. ГОСТа, экспозиция 1/125 секунды*

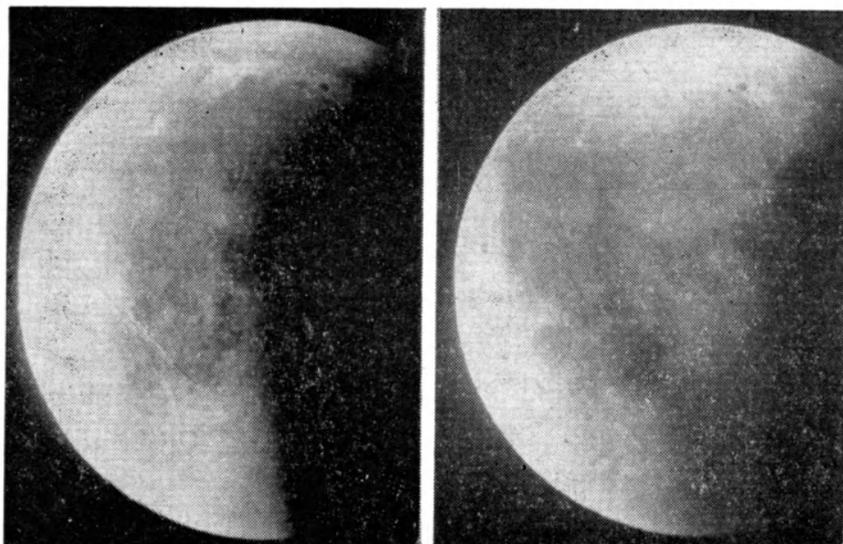
**24 МАРТА 1978 ГОДА**

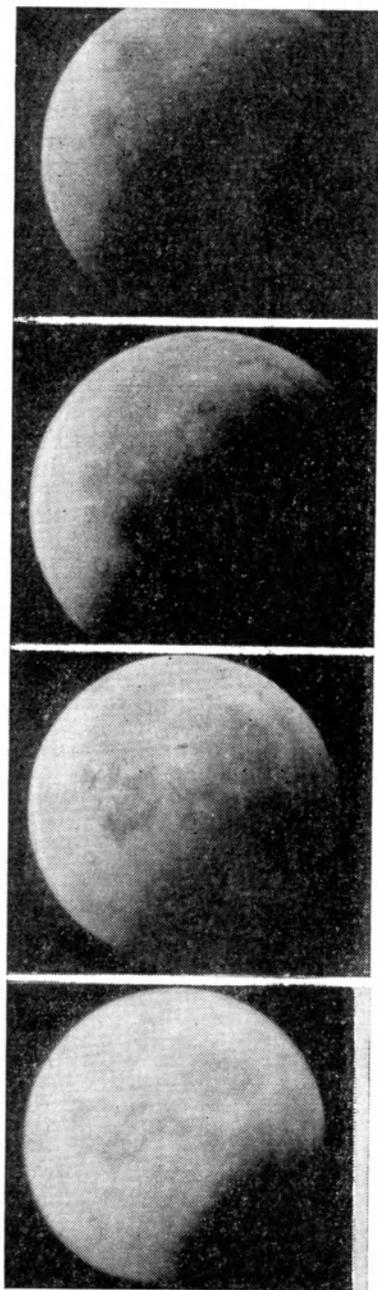


Фотографии второй половины частного затмения Луны 24 марта 1978 года. Снимки сделаны в главном фокусе 12,5-сантиметрового телескопа. Пленка чувствительностью 130 ед. ГОСТа, экспозиция 1/30 секунды. Затмение сфотографировали Сергей и Григорий Толстые, Елена Аблина, Александра Белитская — члены астрономического кружка при Дворце пионеров и школьников Фрунзенского района города Москвы (руководитель кружка В. И. Коваль)



Снимки лунного затмения 24 марта 1978 года, полученные на 20-сантиметровом рефракторе Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга любителями астрономии В. М. Соловьевым и В. С. Акуратновым. Использовалась фотокамера «Зенит-Е» с объективом «Индустар-50»





■ ■ ■ ■  
 Снимки частных фаз лунного затмения. Они получены на 80-миллиметровом рефракторе с 2,2-кратным афокальным увеличением. Пленка чувствительностью 65 ед. ГОСТа, экспозиция 1/10 секунды. Фотографии получил Анатолий Степанов — член астрономического кружка при средней школе № 3 города Щелково Московской области (руководитель кружка инженер В. К. Хондырев)

## Геркулес

Созвездие Геркулеса в античные и более ранние времена называлось Энгонаси, или Коленопреклоненный (человек). «Этот человек,— писал греческий поэт Арат в III веке до нашей эры,— находится как будто в очень тягостном положении, мы не знаем ни того, кто он, ни того, что он тут делает; его называют Коленопреклоненным — Энгонаси, он поднял руки к небу, как бы моля о помощи». Так же именовали созвездие Евдокс, Эратосфен, Гиппарх, Птолемей, аль-Суфи. Впервые Гигинус в 1485 году упоминает созвездие Энгонаси — Геркулес. Тихо Браге тоже приводит эти два названия в 1590 году.

Миф о греческом герое Геркулесе вобрал в себя эпические поэмы о полубогатом правителе шумеров Гильгамеше элементы финикийских культов героев-богов Мелькарта, Геракла, египетских верований. А так как почти все культовые герои на древних памятниках изображались коленопреклоненными, то каждый народ в Энгонаси видел своего любимого героя. Поэтому и представляется естественной замена Энгонаси Геркулесом, тем более, что вокруг звездного Геркулеса находились поверженные им Лев, Гидра, Рак, Дракон, Орел.

Двенадцать подвигов совершил Геркулес — сын красавицы Алкмены и бога богов Зевса. Зевс, желая сделать сына бессмертным, взял его на небо и подложил спящему Гере, чтобы малыш мог вкусить молока богини. Но Гера, проснувшись, оттолкнула младенца. Несколько капель ее молока пролилось по небу, образовав Млечный Путь. Гера почла себя оскорбленной и преследовала Гер-



кулеса всю его жизнь. Она послала двух змей умертвить десятилетнего Геркулеса. Но малыш уже тогда обладал богатырской силой и шутя задушил гадов.

В юности Геркулес отличался необыкновенным ростом и силой. Он легко сломал маслиновое дерево и сделал из него тяжеленную дубину, с которой никогда не расставался. В Фивах Геркулес помог царю Креонту победить врагов. Благодарный царь отдал ему в жены свою дочь Мегару. Гера, узнав, что у Геркулеса наступили счастливые, спокойные дни, ниспослала на него ужасную болезнь. В приступе безумия богатырь бросил в огонь трех своих сыновей. Опомившись, Геркулес отправился к дельфийскому оракулу посоветоваться, как искупить свое преступление. Пифия повелела ему прибыть в Микены и двенадцать лет

■  
 Созвездие Геркулеса из венецианского издания «Поэтикон астрономикон» Гигинуса (1485 г.)

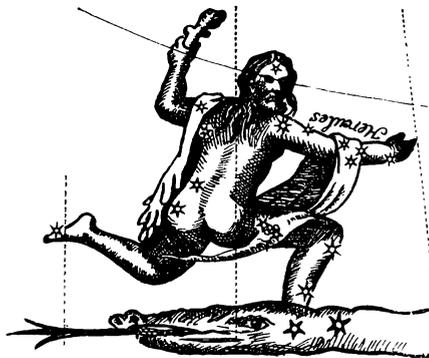
## Легенды о звездном небе



служить царю Еврисфею. Эта служба потребовала от Геркулеса мужества, смелости, невероятной силы.

Геркулес убил немейского льва; уничтожил многоголовую лернейскую гидру; изловил золоторогую керинейскую лань; одолел всепожирающего эриманфского вепря; очистил Авгиевы конюшни; истребил стимфалийских птиц — чудовищ с медными когтями, клювом и перьями; укротил критского быка; доставил в Микены коней фракийского царя Диомеда; добыл пояс царицы амазонок Ипполиты; разыскал и пригнал в Микены коров великана Герiona, жившего на крайнем западе, и воздвиг там каменные Геркулесовы столбы; сорвал

■  
*Средневековое изображение созвездия Геркулеса из трактата арабского астронома аль-Суфи. Номера звезд соответствуют каталогу Бируни*



в саду Гесперид золотые яблоки; проник в подземное царство Плутона и привел оттуда чудовищного пса Цербера.

Освободившись от службы у Еврисфея, Геркулес женился на красавице Деянире, дочери царя Ойнея, правившего в этолийском городе Калидоне. С Деянирой он отправился к своему другу Кеику в Трахин. По дороге им встретилась бурная река, через которую Деяниру взялся переправить кентавр Несс, задумавший похитить красавицу. Геркулес разгадал коварный замысел и убил Несса отравленной стрелой. Смертельно раненный кентавр, желая отомстить Геркулесу, посоветовал Деянире натереть его кровью одежду Геркулеса, если она хочет навсегда сохранить любовь мужа. Так она и поступила. Отравленная кровь кентавра причиняла невероятные страдания

*Созвездие Геркулеса на звездной карте XVIII века.*

Геркулесу. Не в силах вынести их, Геркулес попросил положить его скорее на костер. Едва первые языки пламени охватили измученное тело, засверкали молнии и громы прокатились по небу. На золотой колеснице Афина — Паллада и Гермес вознесли героя на Олимп. Зевс даровал Геркулесу бессмертие. Примирилась и Гера: она отдала в жены герою свою дочь Гебу.

Греки считали, что Олимпийские игры учредил Геркулес. Он же установил приз победителям в этих состязаниях — венок из дикой маслины.

В группе звезд Геркулеса жители Востока видели кроме коленопреклоненного Гильгамеша еще трех мудрецов. У арабов эта часть неба считалась большим лугом для выпаса овец. Христиане называли созвездие Адамом. Известны и другие названия созвездия: Цербер — у итальянцев, Ветвь — у немцев, Нить жемчуга — у сирийцев; многочисленные латинские наименования: Борец (Cernuator), Прыгун (Saltator), Несущий дубинку (Claviger).

И. И. НЕЯЧЕНКО

П. Р. АМНУЭЛЬ

## Капли звездного света



Никуда я не поехал. Проснулся поздно, с головной болью. Перед глазами стояла Новая Хейли, диск-звездолет, который казался золотистым в свете звезды. Что в нем? Люди, такие как я? Или механизмы, надежно запрограммированные? Для чего сеть, и сеть ли это? Аналогии, аналогии. Неуместные, ненужные. Тому, что я видел, нет названия в земном языке, а их речи я никогда не услышу. И что бы я ни придумал по этому поводу, будет неверно и глупо.

Я оделся и пошел на работу, старательно обходя места, где мог встретить шефа. Погода была мерзкая. Медвежье Ухо, подобно сгорбленному Атланту, подпирало темносерый купол, и купол этот медленно оседал на землю белыми хлопьями первого мокрого снега. У входа в лабораторный корпус стояла Лариса.

— Жду тебя,— сказала она.— Людочка простудилась. Ночью был жар. А теперь она хочет сказку.

— Вот и стал я народным сказителем,— вздохнул я.

Людочка лежала в постели, укутанная в одеяло. Увидев нас, протянула к нам свои ручонки и тоненьким голоском сказала:

— Папка пришел...

Я посмотрел на Ларису. Людочкины слова я воспринял как часть какой-то игры. Лариса стала пунцовой. Она наклонилась над кроватью, сказала торопливо:

— Доченька, дядя Костя пришел рассказать тебе сказку...

Я начал рассказывать про паучка плетущего сети. Огромные сети, которые он расставляет на главной звездной дороге — Млечном Пути.

— Ты видел паучка? — с уважением и страхом спросила Людочка.

— Видел. Звезда большая, а паучок маленький и золотистый.

— Поймай его. Я тоже хочу посмотреть. Ладно, папка?

— Опять! — В дверях стояла Лариса, она все слышала, и лицо ее болезненно скривилось.

— Спи, Людочка,— сказал я.— Ты больна. Я пойду охотиться за пауком...

На работу решил не идти. Отдыхать я могу на законном основании — не все ли равно уважаемому шефу, где я буду поправлять свое здоровье? Но все шло вкривь и екось в этот день. Единственное место, где я решительно не хотел встречаться с Саморуковым, — это в доме Ларисы. Столкнулся я с ним, уже выходя из подъезда, и оба мы опешили от неожиданности.

— Что вы здесь делаете, Луговской? — довольно спокойно начал Саморуков и облокотился о косяк двери. Он не собирался ни пропускать меня на улицу, ни входить в дом. — Автобус ушел, а я привык, чтобы мои распоряжения выполнялись.

— Мне нечего делать в городе,— хмуро сказал я.

— А здесь у вас есть дело? Здесь обсерватория, а не клуб любителей фантастики.

Настала моя очередь удивляться: «Что он хочет сказать?»

— Я отобрал у Рывчина ваш опус,— объяснил Саморуков.— Любопытно изложено, но ваше незнание астро-

Окончание. Начало см. в № 3 и № 4, 1978.



## ФАНТАСТИКА

номии выдает вас с головой. Ваш талант может найти себе лучшее применение, но не здесь. Во всяком случае, в моей лаборатории вы больше не работаете.

Тремя прыжками Саморуков взбежал на второй этаж, и я услышал звонок. Потом тихие голоса, щелчок английского замка.

До вечера я просидел дома. Решил компенсировать потерю тетрадей, попавших к Саморукову. Отыскал в ящике помятый и наполовину исчерканный блокнот, писал быстро — в голову пришла очередная гипотеза, наверное, такая же бредовая, как все прежние.

Я вспомнил щелчок затвора, прерывавшего экспозицию. И слова Юры о том, что образ звезды складывается из впечатлений, накопившихся в подсознании. Пришла аналогия — мозг и фотопластинка. Чувствительность глаза огромна — он способен реагировать на единственный квант света. Но один фотон не вызывает в мозгу никаких ассоциаций, в памяти нет картинку, которую он мог бы дополнить. А если бы в мозгу был центр, накапливающий фотоны? Тогда ни один луч света не пропал бы зря. Все они укладывались бы в одну картинку — сегодня один, завтра другой. Глядишь, и полотно готово.

Допустим, есть такой накопитель. Что из того? Откуда фотону знать, в какое место на картине он должен лечь? Лучи света от далекой звезды попадают в глаз одновременно и на один нерв. Разделяются они где-то по дороге в мозг, а возможно, и в самом мозгу. Как разделяются и по-

чему? «Все дело в разуме», — подумал я.

Мозг — коллектор, сборщик сведений о внешнем мире. Но только ли? Мозг все же не фотопластинка, он не просто фиксирует, он обрабатывает сигналы зрения. Кто может доказать, что разумная фотопластинка будет фиксировать мир так же, как обычная?

Возможно, есть иное объяснение. Не знаю. Вряд ли здесь нарушаются какие-то законы природы. Нет, просто существуют законы, о которых мы пока не подозреваем. Каждое явление может нести с собой нечто фундаментально новое. А самое новое, самое близкое к нам, настолько близкое, что мы не воспринимаем его как принципиально отличное от всего остального мироздания, — это наш разум. Ведь разум — иное качество. Я повторил это еще раз, записал и подчеркнул жирной чертой. Разум — иное качество. Может быть, и законы здесь другие?

Я не верю, что я один такой. Просто боюсь быть единственным. Может, нас миллионы на Земле. Миллионы «зрячих». И дело в том, что проявляется это свойство легче всего у астрономов — помогает техника. Что я знал бы о себе, если бы остался работать на заводе микроэлектроники, если бы не позвала меня в горы смутная жажда необычного?..

К директору меня вызвали под вечер. Он был в кабинете один, и это придало мне бодрости — я не хо-

тел встречаться с Саморуковым.

— Садитесь, Луговской, — сказал академик, — рассказывайте.

Я молчал. Я смотрел на листок бумаги, лежавший на столе, и читал вверх ногами приказ о своем увольнении. — Однако силен Саморуков! Ну, не желает он со мной работать. Разве это причина для того, чтобы требовать немедленного увольнения?

— Что вы там натворили? — спросил академик. — Михаил Викторович категорически утверждает, что вы недисциплинированны и не справляетесь с работой. Тогда упрек к нему: Саморуков сам вас нашел и пригласил в обсерваторию. Приказа я пока не подписал.

— Я хочу наблюдать, — сказал я. — У Михаила Викторовича в отношении меня иные планы...

— В отношении вас, — академик ткнул в меня длинным гибким пальцем, — планы у Саморукова вполне определенные: он хочет вашего изгнания. Вы можете вразумительно объяснить это?

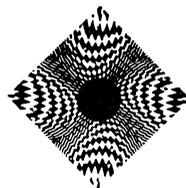
Вразумительно я не мог. Для этого я должен был рассказать про удивительный и близкий звездный мир, который я видел в озерце окуляра.

Директор пододвинул к себе бланк с приказом и поперек листа пошла поехала размашистая зеленая подпись. Вот и все. Я встал и пошел к двери.

— Луговской, — сказал академик. Он стоял за столом и держал бланк с приказом двумя пальцами. — Отнесите в канцелярию. До свиданья.

— До свиданья, — пробормотал я. В канцелярии было пусто — рабочий день кончился. Я поискал, куда положить приказ, чтобы он не затерялся. Потом сам посмотрел на то, что держал в руке. Это оказался другой приказ, не тот, что я видел на столе. Меня переводили на должность младшего научного сотрудника в лабораторию теории звездных атмосфер с испытательным сроком на один месяц.

Непонятного сегодня было больше, чем я мог переварить. Хотя... Саморуков требует уволить Луговского. Академик не понимает причины и готовит два приказа. Но для этого нужно согласие Абалакина,



## ФАНТАСТИКА

ведь меня к нему посылают на исправление. Значит, вызывают Абалакина...

Все было не так. Информацию я получил от Юры, на которого налетел впотьмах, возвращаясь домой.

— Знаешь, Юра,— сказал я,— мы с тобой уже не коллеги. Разные лаборатории — разные судьбы.

— Что ты за человек! — воскликнул Юра с горечью.— Все ты принимаешь как должное. Не вмешайся Абалакин, катил бы ты сейчас в город.

— Ха,— сказал я,— очень нужно Абалакину вмешиваться. Академик понял, что доводы шефа неубедительны...

— Очень нужно директору тебя защищать,— Юра перешел на свой обычный тон.— Я как раз беседовал с Абалакиным в коридоре. Идет шеф, на ходу бросает: «Работать надо, Рывчин». И — к директору. Смотрю, Абалакин вслед двинулся. Я за ними — на всякий случай. В приемной дверь полуоткрыта, но слышно плохо. Потом Абалакин голос возвышает. «Требу!»,— говорит. Абалакин требует, представляешь? Шеф выскакивает из кабинета злой, идет прочь, меня не видит. Появляется Абалакин с видом победителя. Подходит ко мне: «Так что мы говорили относительно кварзаров?..»

Каков Абалакин! И каков шеф! А впрочем, что сейчас главное? Выяснить, почему проявил характер Абалакин? Не все ли равно? Главное — сообразить, как попасть на вечерние наблюдения.

— Пойдем,— сказал я Юре.— Посидим, выпьем чаю. Мне наблюдать сегодня.

— Ага,— отозвался тот без удивления.— Ребята Абалакина сегодня с одиннадцати. Первый раз на четырехметровом, в порядке ознакомления.

— Спасибо за информацию,— сказал я.

В коттедже Валера заваривал вечерний чай вдвое крепче утреннего. Он жаждал узнать новости, но деликатно молчал. После сумасшедшего дня голова у меня была тяжелой, есть не хотелось, и я выпил подряд три стакана чаю. Неожиданно для себя начал рассказывать о последней гипотезе — той, которую утром записал в блокноте. Юра слушал внимательно, а Валера глядел оторопело — он узнавал обо всем впервые.

— Дельно,— сказал Юра.— Нужно подумать. Кстати, ты бы попросил Абалакина... Ему все равно, что сегодня ребятам показывать. Пусть идет Новую Хейли. Посмотришь...

Прошли сутки, и что-нибудь наверняка изменилось. Может быть, им не удалось справиться со звездным смерчем, протуберанцы прорвали паутину и огненные реки сейчас текут в пустоте, настигая зеленый шарик. Не зеленый уже, а пурпурный, покрытый пеплом, копотью, лавой...

Пока я размышлял, явился Рамзес Второй.

— Вот что, Луговской,— официально заявил он, не изволив поздороваться.— Прошлой ночью тебя понесло на наблюдения. Ты знаешь, что такое покой?

— Покой,— сказал Юра, глядя в потолок,— это когда лежишь неподвижно, сложив руки на груди, закрыв глаза, и ни о чем не думаешь. Тогда ты называешься покойник.

— Правильно,— согласился Рамзес, не вникая.— Вот и лежи, когда говорят.

— А погода есть? — спросил я.

— Есть,— ответил бесхитростный Рамзес.— Так ты понял? Покой. Никаких наблюдений.

— Ладно,— я махнул рукой, начал одеваться.— Дратья будешь, Рамзес?

Размес пошел к двери, бормоча что-то под нос. Он не любил, когда перечили медицине.

— Одевайся потеплее,— сказал Юра.— И попробуй уговорить Абалакина...

— Хорошо,— ответил я. Мысли были уже далеко.

— А тетради я завтра добуду,— сказал Юра с неожиданным ожесточением в голосе.— Хватит. Надоело. Сделай то, сделай это. У меня самого есть идеи.

Я оделся и пошел. Ночь... Ночи собственно, не было. Взошла луна и разнесла темноту в клочья, оставив каждую песчинку на дороге, каждый бугорок на тропе к четырехметровому. Только теперь я понял, почему нашу горку назвали Медвежьим Ухом. Луна осветила деревья на вершине — тонкие стволы, как махты невидимых клиперов, и гора отбросила на плато странную тень, вязкую и размытую, острую и с фестончиком на макушке. Действительно, похоже на ухо. Название горы дали по ее тени, которую и видно-то не часто. Странное взяло верх над обыденным...

Рейс задерживался — на борту были экскурсанты. Ребята вращали ку-

пол, тыкали пальцами в клавиши, гоня трубу телескопа по склонению и прямому восхождению, дежурный оператор настороженно следил, готовый вмешаться в любую секунду, время шло, и полчаса, выделенные Абалакину, близились к концу.

Оставалось минут десять, когда Абалакин решил, что пора и показать что-нибудь. Он задумчиво стоял перед пультом, и тогда я, легонько оттеснив плечом своего нового шефа, набрал заветные цифры. Абалакин удивленно взглянул на меня, но промолчал. Ребята толкались в тесной люльке, как школьники, хотя смотреть было не на что — Новая Хейли для них слабая звездочка и только.

Мы стояли с Абалакиным под люлькой. Он смотрел на меня искаса, может быть, ждал, чтобы я начал разговор.

— На вашем месте,— неожиданно сказал Абалакин,— я бы не осуждал Михаила Викторовича. Конечно, он поступил... странно. Но, может, он прав... Я хочу сказать...

Окончания фразы я не расслышал. Люлька опустилась, ребята высыпались из нее, и я полез наверх. Звездолет стоял на старте, но я был убежден, что рейс сорвется — мало времени.

Начало полета я воспринял как удар, резкий, хлещущий по глазам, ушам, нервам, будто действительно взревели стартовые двигатели. Никогда еще не было такого, но испугаться я не успел — мы прибыли. Золотой диск затопил поле зрения. Звездолет повис над поверхностью Новой Хейли. Никакой сети я не увидел, она растаяла, сгнула, будто ее



и не было вовсе. «Проиграли? — подумал я. — Неужели не укротили звезду и я увижу сегодня последние часы цивилизации?»

Сколько продолжалось это купание в звездном свете? Не больше десяти секунд. Чуть в стороне от диска Новой я легко отыскал свою зеленую блестку. Мне показалось, что я падаю на планету, и от этого неожиданного и жуткого ощущения у меня застучало в висках, подступила тошнота...

Нужно было зацепиться за что-нибудь взглядом, чтобы остановить падение. Я заметил на берегу темно-синего океана бурое пятнышко. Это был город. Серебристые облака, растянувшиеся рваными нитями, бросали на дома и улицы извилистые ломкие тени, и мне казалось, что город — подводный. Все расплывалось в глазах, будто рябь воды мешала разглядеть подробности. Но все же я видел какое-то движение. Что это — машины? Или животные? А может быть, это они? Выстояли перед звездным ураганом, погасили пожары и теперь оплакивают погибших, приводят в порядок хозяйство, восстанавливают заводы... А может, не этим они заняты. Чужую жизнь я видел лишь мгновение, страшное для них, но все же мгновение, не больше. И если я ночь за ночью буду наблюдать за ними, подглядывать через парсеки пустоты, может, тогда я пойму хотя бы крупницу. Что они знают, что могут, чего хотят? Справедливы ли? Летают ли к звездам? Любят?..

Я не уйду из обсерватории, пусть хоть десять Саморуковых требуют моего изгнания. Мое место здесь. Мое и всех таких, как я, если они есть на Земле.

В туманной ряби я видел уже, что дома — не дома, потому что они меняли форму, вытягивались и сжимались, и точки на улицах — вовсе не точки, а диски, очень похожие на тот в полматерика диск-звездолет. «Если это они, — подумал я, — то, наверное, и диск с паутиной был одним из них. Огромный и живой, он, может, пожертвовал собой, чтобы могли жить остальные».

Бредовая эта мысль едва успела оформиться в сознании, когда диски

заговорили. Мне послышался голос Ларисы и тоненький Людочкин голосок... Неожиданно все перекрыл взволнованный баритон Саморукова. Я подумал, что шеф даст команду у пульта, и я поеду вниз, не увидев, не доглядев, не поняв...

Потом... Что было потом?

В Костиной тетради осталось несколько чистых страниц, и я продолжу записи...

Из больницы мы вышли под вечер. Лариса не торопилась домой, и мы бродили по кривым окраинным улочкам, все время сворачивали только влево и почему-то ни разу не вернулись на прежнее место. Лариса плакала, и мне ничего не оставалось, как придумывать весомые и утешительные слова, хотя у самого на душе скребли кошки. Я так старался успокоить Ларису, что и сам поддался гипнозу слов. Исчезли и злость на Саморукова и тяжелое впечатление от длинных больничных коридоров. Только лицо Кости — осунувшееся, бледное — стояло перед глазами.

Уже третьи сутки Костя не приходит в себя, и неизвестно, чем все это кончится, потому что еще не наступил кризис...

Вижу, что записи мои сумбурные, мысли скачут. Нужно сосредоточиться. Выкурю сигарету и возьмусь опять...

Так. Вернусь к разговору с Ларисой. Когда мы, уже успокоившись, брели по улице Кирова, Лариса сказала:

— Я поругалась с Михаилом.

Сначала я не понял, о каком Ми-

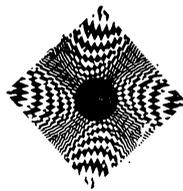
хаиле речь. С трудом догадался, что Лариса имеет в виду Саморукова.

— Что же, — сказал я, — значит, мы товарищи по несчастью. Я тоже поругался с этим Михаилом. Давно пора.

Я думал, что Лариса не станет продолжать, но ей хотелось выговориться. Думала она о Косте и рассказывала ему, а не мне:

— Знаешь, что сказал Михаил? История эта, — говорит, — лучшее доказательство того, что я бываю прав. Я запретил ему появляться у телескопа. Если бы он послушался, то спокойно паял бы контакты на заводе микроэлектроники. На большее его все равно не хватит. И Михаил ведь не циник... Наверное, его не била жизнь. Наука, наука, а вокруг себя не смотрел. Да и Костя хорош. Ну почему, скажи, не жить им спокойно, как всем людям? Просто жить...

Она замолчала на полуслове, разглядев, наконец, что я не Костя. Да и я разглядел, что она не Лариса. Не та Лариса, которая нужна этому неуравновешенному молодому лунатику. Или звезднику? Даже и названия нет. Надо придумать. Придумать название и найти работу в другой лаборатории, потому что с Саморуковым нам больше не по пути. И необходимо убедить Костю, чтобы оставил Ларису в покое. Да разве убедишь — любовь со школьной скамьи. Вот уж, действительно, постоянство, как у египетских пирамид... Не стоит она его. Выйдет Костя из больницы, поженятся они, — допустим, допустим! — и станет любимая жена пилить его, потому что щадить себя ради семьи Луговской не будет.



## ФАНТАСТИКА

— Может быть, это, как опиум,— смотреть и видеть? Галилей тоже, наверное, не мог оторваться от своего подслеповатого телескопа, когда его звали спать, и глаза у него болели, а глядел. Потому что видел невероятное. Ага, вот и название. Невероятное зрение. Инкревидение. Великое дело — название. Сразу легче рассуждать.

— Вот я и дома,— сказала Лариса, оборвав цепочку моих бессвязных мыслей. Дом был большой, старинный, мы стояли у подъезда, и мне на миг показалось, что там, в темноте, не узкая лестница с выщербленными ступенями, а провал, пустота, дорога к иным мирам. Иллюзия исчезла. Не нужны Ларисе звезды и дорога в пустоту, ей нужна земная устойчивость. Работа, дом, семья. Книги по вечерам. Кино, театр. Дети. Как у всех!

— Все хорошо,— сказал я уверенным тоном.— Утром Костя будет уже рассказывать свои истории.

— Ты думаешь?

— Конечно. Передай ему привет. Скажи: Юра не смог придти потому, что занялся теорией инкревидения. Так и скажи этому... инкревизору.

— Кому? — слабо улыбнулась Лариса.

Я повернулся и пошел назад, к больнице, сворачивая теперь только вправо и ни разу не вернувшись к дому Ларисы. Вдали от фонарей останавливался и смотрел в небо. Звезды для меня были такими же, как всегда, газовыми шарами с заданной центральной плотностью и переменным индексом политропы. Я завидовал Косте. Завидовал даже не удивительной его способности, а неис-

товой увлеченности, с какой он стремился увидеть незидимое.

Огромный, в два квартала, корпус больницы вырос передо мной, я ткнулся в узкую калитку и, конечно, меня не впустили. Я даже не смог отыскать окон палаты, где лежал Костя. По внутреннему телефону позвонил дежурному врачу, услышал прежде «без перемен, но вот-вот...».

Тогда я сел за полированный, будто директорский, стол вахтера, потеснив банку сгущенки и потрепанный томик Есенина, разложил Костины тетради. «Ради бога, Рывчин, берите,— сказал мне шеф.— Даже из любопытства не стал бы читать второй раз...» Нашел пару чистых страниц и добавил к Костиным каракулям свою бездарную фантазию.

В две тысячи семьдесят пятом году собрался очередной симпозиум по инкревидению. Убеленные сединами профессора сидели рядом с зелеными юнцами, потому что способность эта не знала привилегий и поражала человека неожиданно. Врачи спорили и исследовали. Физики спорили и не могли поверить. А специалисты по инкревидению не спорили. Они открывали людям мир.

— В системе Альционы,— рассказывал молодой негр, только что вернувшийся из Лунной обсерватории,— я видел корабли, работавшие на неизвестном принципе. Если есть здесь специалисты по двигателям, прошу понаблюдать эту систему...

— А на оранжевой планете в системе Денеба все еще воюют,— сказал с грустью маленький старичок.

— Друзья, прошу не отступать от программы,— раздался голос Председателя.— В Галактике сто миллиар-

дов звезд, и на всех нужно побывать, все изучить, все понять. Мечта каждого — узнать, как родилась Вселенная, увидеть ее край... Это все у нас впереди.

Так скажет Председатель, сойдет с трибуны, а на сцене развернется огромный экран и поплывут титры первого фильма «Увидеть Вселенную». И сидящие в зале прочитают слова: «Экспериментальная запись сделана с помощью цереброскопа ЦЗ-2». Понесутся навстречу кипящие ключья туманностей, и все люди Земли застынут у видеопанелей. Начнется первое звездное путешествие человечества...

Тетрадь кончается. Я не перечитываю — знаю, что написал совсем не так, как хотелось. Не умею, не те слова...

В окне виден небесный охотник Орион, взбирающийся на бесконечно высокую гору — в зенит. Где-то в обсерватории раздвигаются створки купола и выглядывает в ночь глубокий блестящий глаз. Из озерца окуляра стекают и гулко падают первые золотые и горячие капли звездного света.

Рисунки А. КОВАЛЕВА

## Марки рассказывают о программе «Интеркосмос»

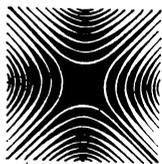


Многое из того, что было осуществлено по программе «Интеркосмос», нашло отражение и в советской, и в зарубежной филателии.

Первая советская марка, посвященная программе «Интеркосмос», была выпущена в ознаменование Дня космонавтики в 1973 году. На ней изображен спутник «Интеркосмос-3».

В октябре 1976 года Министерство связи СССР выпустило серию из пяти марок, посвященную международному сотрудничеству в космосе. Они рассказывают о совместных экспериментах социалистических стран и о выполнении двусторонних космических программ с участием СССР, Индии, Франции, США. Сюжеты некоторых марок этой серии отличаются многоплановостью. Так, например, на одной из марок показаны искусственные спутники Земли «Интеркосмос-14» и «Ореол». Здесь же — состыкованные корабли «Союз-19» и «Аполлон». Программе «Союз» — «Аполлон» посвящены и многие другие советские марки, а также почтовые выпуски около 40 зарубежных стран.

Почта Чехословакии отметила запуск спутника «Интеркосмос-3» специальной маркой (серия «Интеркосмос», 1970 г.). «Интеркосмос-3» представлен и на марке Монголии — одной из юбилейной серии (7 марок и блок) «Интеркосмос-77», посвященной 10-летию космической программы девяти социалистических стран. На первой марке монгольской серии — монтаж ракеты-носителя и стыковка с ней спутника серии «Интеркосмос», на других — ракета-носитель со спутником «Интеркосмос-3», спутники «Интеркосмос-10», «Оре-



КОСМИЧЕСКАЯ  
ФИЛАТЕЛИЯ



космоса, спутник связи «Молния-1» и схема международной системы космической связи. Верхнее поле блока целиком предоставлено нашему великому соотечественнику К. Э. Циолковскому: его портрет, проект первого многоместного пилотируемого космического корабля, цельнометаллический дирижабль и схема ракеты (это первое воспроизведение ее в мировой филателии). Блок отображает и достижения современной космонавтики: первый советский искусственный спутник Земли, «Луноход-1», космический корабль «Союз-19», лунная кабина «Аполлона-11», посадочный блок автоматической межпланетной станции «Викинг», космический корабль «Аполлон» и т. д.

Несомненный интерес представляет серия из четырех марок Чехословакии (1975 г.), посвященных программе «Интеркосмос». На марках показаны спутники «Интеркосмос-10», «Ореол-2», «Ариабата» и «Интеркосмос Коперник-500». На фоне последнего — крупным планом портрет великого польского астронома Николая Коперника.

На марке юбилейной серии, вышедшей в ГДР к 275-летию Академии наук ГДР, изображен спутник «Интеркосмос-10» и перечислены девять социалистических стран, сотрудничающих в освоении космоса. Заметим, что этому спутнику особенно повезло в филателии: он показан на многих марках, в том числе на советской, посвященной 20-летию космической эры.

В 1974 году на Кубе была издана серия марок в ознаменование открытия в районе Гаваны наземной станции космической связи, обеспечивающей связь между Кубой и всеми другими странами, состоящими в организации «Интерспутник». На марке показаны наземная станция, увенчанная параболической антенной, спутник «Молния» и государственные флаги стран-участниц программы «Интеркосмос».

**В. А. ОРЛОВ**

ол-2», «Метер», спутник серии «Космос», антенны Центра дальней космической связи. В Монголии одно-

временно с серией марок вышел и авиапочтовый блок. На марке блока — фрагмент фотографии Земли из



## НОВЫЙ ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ

**Редакция «Земли и Вселенной» приветствует объявление памятником природы места падения Сихотэ-Алинского метеорита и сообщает читателям, что Центральный совет Всесоюзного астрономо-геодезического общества возбудил ходатайство о сохранении для науки как памятника природы и района Тунгусской катастрофы 1908 года.**

Как уже сообщалось в журнале («Земля и Вселенная», № 5, 1975, с. 75—80), решением Исполкома Приморского краевого Совета народных депутатов от 29 августа 1975 года узаконен новый памятник природы «Метеоритные кратеры Сихотэ-Алиня».

Напомним, что дата их рождения 12 февраля 1947 года. В это морозное зимнее утро Земля столкнулась с железным обломком астероида, диаметр которого был несколько метров. Врезавшись в земную атмосферу, обломок за секунды полета многократно дробился на тысячи и тысячи кусков. Метеоритный дождь рассеялся на десятки квадратных километров в западных предгорьях Сихотэ-Алиня.

Наиболее крупные куски, разрушившись при ударе о скальный грунт, образовали в уссурийской тайге, на склонах сопки Метеоритной и Кулика, более сотни кратеров и воронок от 30 до 0,5 м диаметром. Площадь свыше 2 км<sup>2</sup>, занятая самыми большими кратерами (их более полусотни), и была объявлена в целях ее долгосрочного сохранения памятником природы.

Этот памятник природы отдан под охрану крупнейшему на Дальнем Востоке Государственному Сихотэ-Алинскому заповеднику имени Г. А. Капранова. Научное курирование заповедной зоны поручено Академии наук СССР, поскольку Комитет по метеоритам АН СССР начал в 1947 году и продолжает изучать этот уникальный метеоритный

дождь («Земля и Вселенная», № 2, 1975, с. 63—68.— *Ред.*).

В подписанном руководством заповедника охранном обязательстве говорится о режиме использования территории. Здесь «запрещается промышленная эксплуатация и возведение построек, промышленная заготовка древесины, добыча природных ископаемых, выемка грунта и другие действия, вызывающие нарушения естественного состояния объекта. Разрешается изучение хода естественных процессов и производство изысканий в пределах планов научно-исследовательских работ». Руководители заповедника обязаны «немедленно извещать Приморский крайисполком о любом повреждении, стихийном бедствии и ином обстоятельстве, нанесшем памятнику природы ущерб, и своевременно принимать меры по предотвращению и ликвидации этого ущерба и приведению памятника в надлежащее состояние. Настоящее охранное обязательство действует без срока».

Работа по оформлению и обозначению нового памятника природы была проведена в сентябре 1977 года небольшой экспедицией Комитета по метеоритам АН СССР, которую возглавлял В. И. Цветков.

Памятник природы — кратерное поле — располагается между двумя притоками реки Ханхезы — ключами Большим Метеоритным на востоке и Малым Метеоритным (ключ Сидоренкин) на западе. Поскольку русла ключей крайне извилисты, а берега завалены валежником, за естественные западную и восточную границы памятника природы выбрали не сами ключи, а проложенные вдоль них старые лесовозные зимние дороги — «зимники». С севера и юга естественных границ нет. Эти границы экспедиция обозначила — прорубила достаточно заметные и надолго сохраняющиеся просеки (2 м шириной). Для уточнения карты заповедной зоны была завершена геодезическая съемка указанной области — проведен теодолитный ход

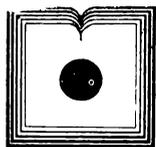
вдоль границ, протяженность которых 6,1 км.

Заповедная зона кратеров ограничена неправильным четырехугольником. В его углах установлены опознавательные знаки. Внутри зоны на тропах установлено более десяти стрелок-указателей с номерами кратеров. Намечено сделать стенд с общей схемой кратерного поля.

В настоящее время разрабатываются методы лучшей консервации кратеров, чтобы сохранить их для дальнейших исследований. Тридцать лет, прошедших со времени падения метеоритного дождя, показали не только достаточную устойчивость кратеров в целом, но и уязвимость их как научных объектов. Молодой лес, консервируя кратер в целом, в то же время наносит ущерб. По заключению участника экспедиции Ю. Кестлане, корневая система деревьев искажает геологическую картину трещиноватости, поскольку корни проникают в паведенные метеоритным ударом трещины. Обследовав в 1977 году кратеры, вскрытые в 1967—1975 годах (освобожденные от почвы и растительности), экспедиция обнаружила, что в этих кратерах обнаженные геологические структуры с характерной трещиноватостью, равно как и первичная форма склонов, интенсивно разрушаются обычной эрозией (осыпание, размыв водой). Все это требует разработки специальных методов сохранения метеоритных кратеров. Во влажной, с обилием зимних осадков, уссурийской тайге выявилась неэффективность таких средств защиты и консервации, как сооружение деревянных покрытий над кратером.

Работы по созданию наиболее целесообразного режима содержания памятника природы «Метеоритные кратеры Сихотэ-Алиня» продолжаются.

Кандидат физико-математических наук  
А. И. БРЕМЕЕВА



КНИГИ  
О ЗЕМЛЕ  
И НЕБЕ

Доктор физико-математических наук  
Л. П. ГРИЦУК

## Самые простые и самые сложные объекты Вселенной

Один из удивительных выводов релятивистской теории тяготения — возможность существования черных дыр. Черной дырой принято называть предельное состояние тела ограниченных размеров, к которому оно стремится при непрерывном сжатии под действием собственных сил тяготения. В настоящее время черные дыры уже вошли в «широкий обиход». Их все чаще привлекают для объяснения загадочных, не нашедших еще однозначной интерпретации явлений в Космосе. Но легкость в «обращении» с черными дырами таит в себе и определенную опасность. В этой связи публикация популярной брошюры И. Д. Новикова «Черные дыры во Вселенной» (М., «Знание», 1977), излагающей доступно и точно основные сведения о столь необычных объектах, выглядит особенно полезной. И не случайно один из ее разделов правильно и бразно назван автором «Нет ничего проще и сложнее, чем черные дыры».

Брошюра написана специалистом, который давно и активно работает в области релятивистской астрофизики. При ее чтении чувствуется, что каждое понятие «выстрадано» автором. Поэтому доступность изложения не превращается в чрезмерно упрощенное (и неправильное) описание черной дыры: «туда все втягивается, оттуда ничто не выходит», которое иногда встречается в популярной литературе. Впрочем, видимо, из желания сделать материал особенно доступным, автор в одном месте (с. 30) тоже не удержался от несколько поверхностного пояснения: «Черные дыры после своего

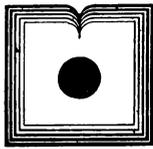


возникновения являются как бы бездонными пропастями, которые нельзя никак уменьшить, нельзя ничем заполнить и нельзя ничем «заткнуть» — они являются вечными «дырами» в пространстве и времени. Правда, в брошюре разъяснено, хотя недостаточно подробно, что практически упасть в эту «бездонную пропасть» не так уж легко. Материал, попадающий на черную дыру, вначале разрушается, «размалывается» ее гравитационными приливными силами, кусочки материала могут длительное время кружиться на орбите вокруг черной дыры и лишь постепенно в нее падают.

В брошюре рассказывается не только о свойствах гравитационного

поля черных дыр, но и о разнообразных физических процессах, которые могут происходить с участием черных дыр, — излучение гравитационных волн, уменьшение энергии вращающейся черной дыры и т. д. Интересно представлены астрономические наблюдения, которые дают веские доводы в пользу существования черной дыры в системе, куда входит рентгеновский источник Лебедь X-1. Отражены даже новейшие исследования по квантовым явлениям в сильном гравитационном поле коллапсирующих тел. Впрочем, эти разделы брошюры несколько перегружены материалом (во всяком случае, последние разделы вполне могут стать темой отдельного популярного издания).

Брошюра И. Д. Новикова «Черные дыры во Вселенной», несмотря на ясность и доходчивость изложения, не принадлежит к литературе легкого чтения. Но она достигает главной цели — дает правильные и четкие первые представления о предмете и стимулирует читателя к более подробному его изучению.



КНИГИ  
О ЗЕМЛЕ  
И НЕБЕ

Член-корреспондент АН СССР

**В. В. ФЕДЫНСКИЙ**

## Осколки космического вещества

Серии научно-популярных брошюр, выпускаемых издательством «Знание» сравнительно большими тиражами, играют важную роль в распространении современных научных представлений в широких кругах населения. Поэтому особенно приятно видеть среди этих брошюр научно-популярные обзоры, написанные достаточно строго, с учетом последних достижений науки, но в то же время ясно и просто рассказывающие о важнейших проблемах познания Космоса. К таким брошюрам относится «Пояс астероидов», автором которой является кандидат физико-математических наук, ученый секретарь Комитета по метеоритам АН СССР А. Н. Симоненко.

Брошюра не случайно написана научным сотрудником Комитета по метеоритам АН СССР, ибо в ней речь идет об астероидах как об осколочном космическом веществе. Отдельные фрагменты астероидов время от времени сталкиваются с планетами, в том числе и с Землей, бомбардируют их поверхность и в руки человека попадают в виде метеоритов. Автор брошюры недавно выполнила обстоятельное исследование всех имеющихся данных об орбитах метеоритов\* и показала общность многих из них с орбитами астероидов («Земля и Вселенная», № 4, 1976, с. 93—94.—Ред.). Таким образом, в брошюре речь идет об одной и той же форме осколочного космического вещества, существующего в Солнечной системе и собранного в кол-



лекциях метеоритов. Единство физической природы астероидов и метеоритов — один из основных тезисов рассматриваемой брошюры. Он высказывается столь четко в советской научно-популярной литературе впервые, и убедительность его, очевидно, объясняется тем, что А. Н. Симоненко внесла в его научное обоснование и свой личный вклад. Это придает брошюре особую ценность и позволяет отнести ее к категории научно-популярных произведений высокого уровня.

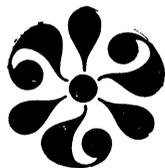
В брошюре последовательно излагаются история открытия астероидов, их физические свойства, структура пояса астероидов и дается обзор представлений о его происхождении.

Особое внимание автор уделяет астероидам, которые могут приближаться к Земле. Наконец, обосновывается заключение о том, что метеориты — осколки астероидов.

Хорошо написан раздел, посвященный физическим свойствам астероидов. Здесь интересно рассказывается, как были определены размеры астероида Эрос из простейших любительских наблюдений. Ценную информацию о природе астероидов дают фотометрические исследования, определение показателя их цвета и поляриметрические измерения. Происхождение астероидов объясняется дроблением немногих сравнительно крупных первичных тел (гипотеза Дж. Койпера, подтвержденная расчетами Г. Ф. Султанова в СССР и исследованиями Е. Андерса в США).

Отмечу некоторые недостатки брошюры. Так, следовало бы привести оценку массы астероидов фотометрическим методом (с. 12), объяснить как измеряются диаметры очень малых астероидов (с. 14). Излагая гипотезу последовательного дробления астероидов, было бы полезно упомянуть о том, что при взаимном столкновении тел, имеющих космическую скорость (несколько километров в секунду и более), масса, выбиваемая ударом небольшого тела из крупной мишени, превосходит массу ударяющего тела (К. П. Станюкович и В. В. Федынский, 1947 г.). Именно поэтому малое количество столкновений может дать значительный процент раздробленного вещества. Никак не сопоставлены с астероидами внешние спутники системы Юпитера, по-видимому, захваченные планетой. Следовало бы сказать, что

\* А. Н. Симоненко. Элементы орбит 45 метеоритов. Атлас. М., «Наука», 1975.



ОТВЕТЫ  
НА ВОПРОСЫ  
ЧИТАТЕЛЕЙ

В 55-м томе популярного отечественного журнала «Библиотека для чтения» за 1842 год опубликовано научное сообщение следующего содержания:

«Парижская комета. Великую радость у астрономов Парижской обсерватории возбуждает открытие мелкой микроскопической кометы. Эта комета впервые была обнаружена в созвездии Дракона 16(28) октября.

Свет ее очень слаб. Хвоста почти нет.

До 5 ноября нового стиля она будет приближаться к земле. Самое ближайшее расстояние ее от нашей планеты будет тогда 55 000 000 верст. С тех пор начнет она удаляться.

Господин Араго придает ей необыкновенную важность, опираясь на основания, которые кажутся довольно мечтательными. Он полагает, что это, наверное, та же самая комета, которую китайские летописцы отметили под 218, 760 и 1301 годами нашей эры, хотя между элементами парабол этих четырех комет встречаются разницы в  $60^\circ$ ,  $40^\circ$  и  $55^\circ$ .

Господин Араго уже окрестил ее кометой Ложие, по имени чиновника обсерватории, который первым обнаружил ее, сравнивает с знаменитой Галлеевой кометой, и в каждое заседание академии дает подробный отчет о ее ходе и состоянии. Основательность или опрометчивость его гипотезы может быть проверена не ранее чем через 540 лет».

Ознакомившись с этим сообщением, я хотел бы узнать, что известно современной астрономической науке о бесхвостой комете Ложие? И подтвердилось ли предположение парижских астрономов, что появление кометы Ложие отмечалось китайскими летописцами!

П. Л. ШИРОКИЙ (Москва)

Заметку о «Парижской комете» комментирует кандидат физико-математических наук В. А. БРОНШТЭН.

Речь идет о комете 1842 II, открытой вечером 28 октября 1842 года астрономами Парижской обсерватории Ложье и Мовэ (в заметке Ложье назван чиновником, но это означает

точку зрения В. Гершеля о происхождении астероидов из комет (с. 43) в результате дегазации их ядер развивал известный советский исследователь комет С. В. Орлов. Наконец, говоря о названиях астероидов (с. 9), необходимо отметить возникшую в Советском Союзе благородную традицию увековечивать в именах малых планет память героев Великой Отечественной войны. Не мешало бы тщательно корректировать материал рукописи (грубая ошибка допущена в подписи к рис. 6 на с. 19).

Эти небольшие недостатки не портят хорошего впечатления от брошюры А. Н. Симоненко «Пояс астероидов», которая, безусловно, будет интересна многим любителям астрономии.

## НОВЫЕ КНИГИ

### ЧЕЛОВЕК И «АТМОСФЕРА»

Так называется книга профессора Х. П. Погосяна, выпущенная в 1977 году издательством «Просвещение» в серии «Мир знаний». Книга имеет точный читательский адрес — она предназначена учащимся 9—10 классов и рекомендуется им для внеклассного чтения.

Это книга о достижениях и нерешенных проблемах метеорологии. В ней рассказывается о классических и новейших средствах исследования земной атмосферы, о современных представлениях, о составе и строении атмосферы, взаимодействии океана и атмосферы, о существующих в атмосфере воздушных течениях и таких

атмосферных объектах, как атмосферные фронты, циклоны и антициклоны, струйные течения и ураганы. Прочитав книгу, школьники получают представление также и о прогнозе погоды, узнают о колебаниях и изменениях климата, знакомятся с проблемой искусственного воздействия на погоду и климат.

Большое внимание в книге уделяется информации о глобальных метеорологических экспериментах, в осуществлении которых участвуют многие страны.

В учебном плане общеобразовательной средней школы нет специального предмета, знакомящего учащихся с метеорологией. Новая книга Х. П. Погосяна дает возможность школьникам узнать много интересного о современной метеорологии.



ОТВЕТЫ  
НА ВОПРОСЫ  
ЧИТАТЕЛЕЙ

лишь, что он был штатным сотрудником обсерватории). В ноябре 1842 года комета наблюдалась также в Геттингене, Берлине, Альтоне, Лейдене, Кембридже, Гриниче, Кремс-мюнстере, Марселе, Бонне. Из созвездия Дракона, в котором она была обнаружена, комета прошла через созвездия Лиры, Орла и в конце ноября спустилась к Стрельцу. При открытии комета имела 8—9-ю звездную величину, но затем стала ярче и 21—22 ноября 1842 года, хотя и с трудом, но различалась невооруженным глазом. Появился у нее и хвост. По оценке известного астронома Ф. Аргеландера, 6 ноября он достиг 15' в длину (половина видимого диаметра Луны). Последний раз комета наблюдалась 27 ноября 1842 года. Перигелий она прошла 16 декабря на расстоянии 75 млн. км от Солнца. В это время комета находилась в южном полушарии неба. Тогда еще не существовало крупных южных обсерваторий, а потому комету больше наблюдать не удалось.

Предположение Ф. Араго о тождестве кометы Ложье—Мовэ с кометами 218, 760 и 1301 годов не подтвердилось. Сам Ложье доказал, что в 760 году наблюдалось одно из возвращений кометы Галлея. Она появлялась и в 218, и в 1301 годах, а также в 1378 году, причем вновь именно Ложье доказал, что это была комета Галлея.

Имена Ложье и Мовэ малоизвестны в наше время. Ложье много занимался вычислением орбит древних комет по китайским и европейским наблюдениям (кстати, комета 1301 года была замечена не только в Китае, но и в Европе). Ему принадлежит одно из определений периода вращения Солнца. Мовэ кроме кометы 1842 II открыл также кометы 1843 II, 1844 II и 1847 III. Все они имеют почти параболические орбиты. Так, период обращения кометы 1844 II—около 100 000 лет, кометы 1847 III—45 000 лет. Период кометы Ложье—Мовэ не известен.

!!!

Адрес редакции: 103062 Москва К-62, Подсосенский пер., 21, комн. 2  
Телефон: 227-07-45

Художественный редактор:  
Л. Я. Шимкина

Номер оформили: А. Г. Калашникова, В. И. Кноп, Е. К. Тенчурина, Г. П. Ушакова

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

T-15003. Подписано в печать 26/VII 1978 г.  
Сдано в набор 26/V 1978 г.  
Формат бумаги 84×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. л. 3,0.  
Печ. л. 6,0(10,08). Уч.-изд. л. 10,9.  
Цена 50 коп. Тираж 53.000 экз. Зак. 542.

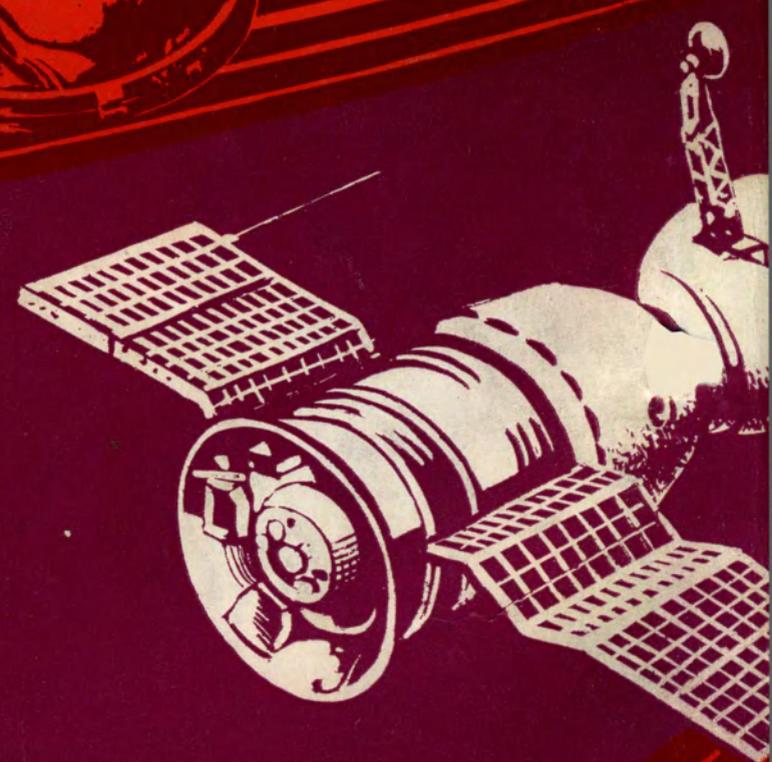
2-я типография изд-ва «Наука»  
121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10.

# 5 СЕНТЯБРЬ ОКТАБРЬ 1978 ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

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

## Редакционная коллегия:

Главный редактор  
доктор физико-математических наук  
Д. Я. МАРТЫНОВ  
Зам. главного редактора  
член-корреспондент АН СССР  
Ю. Д. БУЛАНЖЕ  
Зам. главного редактора  
кандидат педагогических наук  
Е. П. ЛЕВИТАН  
Член-корреспондент АН СССР  
Г. А. АВСЮК  
Доктор географических наук  
А. А. АКСЕНОВ  
Кандидат физико-математических наук  
В. А. БРОНШТЭН  
Доктор юридических наук  
В. С. ВЕРЕЩЕТИН  
Кандидат технических наук  
Ю. Н. ГЛАЗКОВ  
Доктор технических наук  
А. А. ИЗOTOV  
Доктор физико-математических наук  
И. К. КОВАЛЬ  
Доктор географических наук  
В. Г. КОРТ  
Доктор физико-математических наук  
Б. Ю. ЛЕВИН  
Кандидат физико-математических наук  
Г. А. ЛЕЙКИН  
Академик  
А. А. МИХАЙЛОВ  
Доктор физико-математических наук  
Г. С. НАРИМАНОВ  
Доктор физико-математических наук  
И. Д. НОВИКОВ  
Доктор физико-математических наук  
К. Ф. ОГОРОДНИКОВ  
Доктор физико-математических наук  
Г. Н. ПЕТРОВА  
Доктор географических наук  
М. А. ПЕТРОСЯНЦ  
Доктор геолого-минералогических наук  
Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ  
Доктор физико-математических наук  
В. В. РАДЗИЕВСКИЙ  
Доктор физико-математических наук  
Ю. А. РЯБОВ  
Доктор физико-математических наук  
Г. М. ТОВМАСЯН  
Доктор технических наук  
К. П. ФЕОКТИСТОВ



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“

ЦЕНА 50 КОП  
ИНДЕКС 70336