

# Земля и Вселенная

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●  
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО  
ПРОСТРАНСТВА ●

4/87

## На орбите — станция «Мир»

Все больше обживают свой космический дом — пилотируемый комплекс «Мир» — космонавты Ю. В. Романенко и А. И. Лавейкин. И это не только их дом, но и место напряженной работы, кропотливых научных исследований и экспериментов. Напомним, что космонавты уже разгрузили один автоматический транспортный корабль — «Прогресс-27», который затем был отделен и прекратил существование. И вот закончена работа со вторым «грузовиком» — «Прогрессом-28». 26 марта в 8 ч 07 мин московского времени также произвели его отделение от орбитального комплекса, в 5 ч 59 мин включилась двигательная установка этого транспортного корабля, после чего он перешел на траекторию спуска, вошел в плотные слои атмосферы и прекратил существование.

В соответствии с программой исследования космического пространства 31 марта 1987 года в Советском Союзе ракетно-носителем «Протон» на околоземную орбиту был выведен специализированный астрофизический модуль «Квант». Он предназначен для проведения разнообразных исследований в области внеатмосферной астрономии и решения ряда других научных и народнохозяйственных задач. В состав научного оборудования этого модуля входят международная орбитальная обсерватория «Рентген», созданная учеными Советского Союза, Великобритании, Нидерландов, Федеративной Республики Германии и Европейского космического агентства, а также ультрафиолетовый телескоп «Глазар», разработанный в СССР при участии специалистов Швейца-

рии. Маневрирование астрофизического модуля «Квант» на орбите обеспечивается с помощью служебного блока, оснащенного двигательной установкой.

5 апреля 1987 года были проведены маневры дальнего сближения специализированного модуля «Квант» с пилотируемым комплексом «Мир». До расстояния 200 метров полет обоих орбитальных аппаратов проходил по намеченной программе. Однако на заключительном участке из-за нештатной работы системы управления астрофизического модуля «Квант» сближение космических аппаратов пришлось приостановить.

В 4 ч 36 мин московского времени 9 апреля была осуществлена стыковка модуля «Квант» с орбитальным комплексом «Мир». Он пристыкован к станции со стороны агрегатного отсека. На всех этапах сближения и причаливания бортовые системы «Кванта» функционировали нормально. После механического соединения стыковочных агрегатов модуля и станции началось стягивание космических аппаратов. Анализ поступившей с борта телеметрической информации показал, что стягивание модуля «Квант» с орбитальной станцией «Мир» выполнено не полностью.

11 апреля космонавты Ю. В. Романенко и А. И. Лавейкин занимались подготовкой к выходу в открытый космос. Основная его задача — осмотр стыковочного узла модуля «Квант». В тот же день в 23 ч 41 мин московского времени космонавты вышли из станции и переместились к месту стыка с модулем «Квант». При осмотре стыковочных агрегатов модуля и станции космонавты обнаружили, что полному их стягиванию препятствует попавший между ними посторонний предмет.

После выполнения командиром экипажа и борт-инженером необходимых работ было выполнено стягивание космических аппаратов. Этот процесс прошел нормально и завершился полным соединением модуля и станции. Время пребывания космонавтов в открытом космическом пространстве — 3 ч 40 мин. На околоземной орбите начал функционировать пилотируемый космический комплекс «Мир» — «Квант» — «Союз ТМ-2», общая масса которого составляет 51 т, длина — 35 м.

Кроме научной аппаратуры для астрофизических исследований на модуле имеется электрофоретическая установка «Светлана». Она предназначена для проведения экспериментов, цель которых — получение в невесомости опытных партий сверхчистых биологических веществ.

13 апреля в 00 ч 18 мин московского времени был отделен входивший в состав модуля «Квант» служебный блок. В тот же день Ю. В. Романенко и А. И. Лавейкин открыли люк астрофизического модуля и осмотрели прибывшую космическую лабораторию. В последующем экипаж продолжал запланированные операции по переводу «Кванта» в режим пилотируемого полета. На модуле, помимо научной аппаратуры, имеется большое количество приборов и агрегатов, которые космонавтам предстояло ввести в единый контур бортовых систем орбитального комплекса. 15 апреля, в частности, Ю. В. Романенко и А. И. Лавейкин выполнили монтаж нового электрического блока, доставленного модулем «Квант», и проверили его функционирование в составе бортовой вычислительной машины.

Продолжение. Начало в №№ 3—5, 1986; №№ 2 и 3, 1987.

(По материалам ТАСС)  
Продолжение на с. 2.

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

# Земля и Вселенная

• ИЮЛЬ • АВГУСТ • 4/87

*Навстречу 70-летию Великого Октября*

## В номере:

Захаров А. В., Роговский Г. Н.— Проект «Фобос» — новая экспедиция к Марсу . . . . .	7
Ацеров Ю. С.— Искусственные спутни- ки Земли и мореплавание . . . . .	15
Матвеевко Л. И.— Радионтерферо- метрия и дальняя космическая нави- гация . . . . .	20
Гохберг М. Б.— Сейсмологи контроли- руют ядерные взрывы . . . . .	28
<b>ЛЮДИ НАУКИ</b>	
Памяти Андрея Борисовича Северного Мирзоян Л. В., Харадзе Е. К.—Баг- рат Иоаннисиани . . . . .	33
<b>СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ</b>	
Бронштэн В. А., Терентьева А. К.— Конференция по физике и ди- намике метеоров . . . . .	41
<b>МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПРОГРАММЫ</b>	
Егоров В. А.— Программе «Интеркос- мос» — 20 лет . . . . .	44
<b>ЗАРУБЕЖНАЯ КОСМОНАВИКА</b>	
Токовинин А. А.— Космический теле- скоп имени Хаббла . . . . .	49
<b>АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ</b>	
Клевенский Ю. Н.— Астрономиче- ский центр в Шадринске . . . . .	56

<b>ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ</b>	
Пшеничнер Б. Г.— Форум юных аст- рономов и космонавтов . . . . .	60
Иванов А. В., Алексанян Г. Г., Петров А. А.— Визуальные наблюде- ния широких атмосферных ливней . . . . .	65
<b>ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕКОПОСТРОЕНИЕ</b>	
Сикорук Л. Л.— Выбор параметров и расчет оптики телескопов Кассегрена и Грегори . . . . .	68
<b>ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ</b>	
Неяченко И. И.— Овен . . . . .	73
<b>ФИЛАТЕЛИЯ</b>	
Орлов В. А.— Филателия об «Интер- космосе» . . . . .	75
<b>ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ</b>	
Комберг Б. В.— Стихи . . . . .	83
<b>КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ</b>	
Бардин В. И.— «Человек открывает Землю» . . . . .	84
Фесенко Б. И.— Новый «Практикум» по астрономии . . . . .	86
Вьюницкий В. И.— Книга о звездах и людях . . . . .	88
Ответы на вопросы читателей . . . . .	92
<b>В КОНЦЕ НОМЕРА</b>	
Хейфец М. Е.— О гравитации, верблю- дах, голубях и... доверчивых редак- торах . . . . .	93

## НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

На орбите — станция «Мир» [2]; Испытывается «Энергия» [5]; Байконур — полигон передовой инженерной мысли [5]; Академик Л. М. Бреховских — Герой Социалистического Труда [14]; Новые книги [19, 34, 78]; Пульсары из двойных систем [26]; Телескоп, работающий в субмиллиметровом диапазоне [26]; Атлантический «коллега» Эль-Ниньо [27]; Гигантский пояс полезных ископаемых [27]; Самая древняя земная кора [40]; Астери и другие [43]; Изучаются земные токи [59]; Атмосферный метан и геотектоника [59]; Статистика вулканических извержений [64]; Крупнейшие любительские телескопы мира [71]; Использование алмазных паст для обработки зеркал [72]; «Легенды о звездном небе», опубликованные в журнале «Земля и Вселенная» [74]; «Их именами названы планеты» [79]; На пути к Нептуну [82]; Климат Земли в прошлом [87]; Новые книги издательства «Наука» [89]; Еще одна встреча с читателями [90]; Солнце в феврале — марте 1987 года [96].

# На орбите — станция «Мир»

17 апреля завершилась десятая неделя космической вахты Ю. В. Романенко и А. И. Лавейкина. В предыдущий день космонавты выполнили еще один этап работ по переводу астрофизического модуля «Квант» в режим пилотируемого полета. Они провели расконсервацию элементов системы обеспечения газового состава, подключили к системе ориентации солнечных батарей базового блока датчики, установленные на модуле.

В соответствии с программой полета орбитальной научной станции «Мир» 21 апреля 1987 года в 19 ч 14 мин московского времени в Советском Союзе произведен запуск автоматического грузового корабля «Прогресс-29». 23 апреля в 21 ч 05 мин московского времени была осуществлена его стыковка с пилотируемым комплексом «Мир». **Впервые в околоземном пространстве методом последовательной сбор-**

**ки создан сложный научно-исследовательский комплекс из четырех составляющих единую систему космических аппаратов: базового блока, астрофизического модуля, пилотируемого и автоматического кораблей.**

«Прогресс-29» пристыкован со стороны модуля «Квант». На орбиту доставлены топливо для двигательной установки, продукты, вода, оборудование и аппаратура, а также почта.

В последующие дни космонавты занимались в основном разгрузкой автоматического корабля «Прогресс-29». Привезенное им оборудование они размещали в помещениях базового блока и астрофизического модуля.

Затем космонавты отработывали различные режимы ориентации и стабилизации сложного орбитального комплекса, состоящего из четырех космических аппаратов. После предварительных операций по откачке сжатого азота из топливных баков объединенной двигательной установки станции была начата

их дозаправка горючим и окислителем. 1 мая Ю. В. Романенко и А. И. Лавейкин отдыхали. Они смотрели телевизионный репортаж с Красной площади о праздничной демонстрации трудящихся, встречались с семьями.

6 мая завершился третий месяц космической вахты Ю. В. Романенко и А. И. Лавейкина. Космонавты продолжали расконсервацию и проверку функционирования бортовых систем модуля «Квант», готовили к работе новую астрофизическую аппаратуру. Параллельно они занимались разгрузкой автоматического транспортного корабля «Прогресс-29».

В плане мероприятий по расконсервации астрофизического модуля «Квант» 8 мая экипажу предстояло подготовить к работе систему электролиза воды, являющуюся дополнительным источником кислорода на борту пилотируемого комплекса. В соответствии с программой геофизических исследований



В канун Дня космонавтики в Центре управления полетом состоялась необычная «космическая» пресс-конференция. Журналисты многих стран, а также космонавты Сирии, Франции, Болгарии, готовящиеся к полету

на «Мир», имели возможность задать вопросы или просто побеседовать с Ю. В. Романенко и А. И. Лавейкиным, которые находились на борту этого орбитального пилотируемого комплекса. На снимках: (справа)

«Таймыры» отвечают на очередной вопрос; (слева) зал ЦУПа во время пресс-конференции

Фотохроника ТАСС

космонавты регулярно вели наблюдения и съемку ручными фотокамерами отдельных районов земной поверхности. В предыдущий день была проведена еще одна серия экспериментов по отработке различных режимов ориентации и стабилизации сложного орбитального комплекса.

11 мая 1987 года завершился полет автоматического транспортно-космического корабля «Прогресс-29». В этот день в 7 ч 10 мин московского времени «Прогресс-29» отделился от орбитального комплекса «Мир». Потом по командам из Центра управления были проведены ориентация корабля и включение его двигательной установки. В результате торможения «Прогресс-29» перешел на траекторию спуска, вошел в плотные слои атмосферы и прекратил существование. 11 мая экипаж выполнял регламентные мероприятия на станции, очередную серию геофизических экспериментов.

15 мая космонавты опробовали в работе установленную на астрофизическом модуле аппаратуру «Электрон», которая является одним из элементов системы обеспечения газового состава атмосферы пилотируемого комплекса и предназначена для получения кислорода методом электролиза воды. В этот же день экипаж продолжал подготовку астрофизического модуля к проведению научных исследований, выполнялись также технические эксперименты.

В соответствии с программой полета орбитального научно-исследовательского комплекса «Мир» 19 мая 1987 года в 8 ч 02 мин московского времени в Советском Союзе был произведен запуск автомати-

ческого грузового корабля «Прогресс-30». 21 мая в 9 ч 53 мин московского времени осуществлена его стыковка с пилотируемым комплексом «Мир» — со стороны модуля «Квант». Грузовой корабль доставил на орбиту топливо для объединенной двигательной установки станции, продукты, воду, оборудование и аппаратуру, а также почту.

В рамках программы космического материаловедения Ю. В. Романенко и А. И. Лавейкин выполнили ряд экспериментов, цель которых — дальнейшая отработка технологии нанесения металлических покрытий в условиях космического вакуума и невесомости методом электронно-лучевого испарения и последующей конденсации. 22 мая космонавты занимались геофизическими исследованиями и работами по разгрузке корабля «Прогресс-30».

26 мая экипаж орбитального пилотируемого комплекса «Мир» проводил регламентное профилактическое обслуживание отдельных бортовых систем станции, а также эксперименты для получения информации о различных природных объектах в узких спектральных зонах. Продолжалась отработка методов управления движением орбитального комплекса с помощью установленных на модуле «Квант» гироскопических силовых стабилизаторов. Использование их позволяет осуществлять ориентацию и стабилизацию комплекса при значительной экономии топлива объединенной двигательной установки.

29 мая началась семнадцатая неделя космического полета Ю. В. Романенко и А. И. Лавейкина. Ранее в целях увеличения

мощности системы электропитания комплекса космонавты установили в базовом блоке и подключили к общему контуру еще одну аккумуляторную батарею. В рамках научной программы полета экипаж выполнил серию медико-биологических экспериментов. 29 мая «Таймыры» продолжали консервацию и проверку функционирования научной аппаратуры астрофизического модуля «Квант».

2 июня экипаж отработывал методы управления движением орбитального комплекса с использованием силовых гироскопических стабилизаторов и высокоточного астроориентатора. Космонавты занимались также профилактическими работами с оборудованием системы обеспечения жизнедеятельности. По программе биологических исследований начались эксперименты на установках «Фитон» и «Рост». Эти эксперименты запланированы для дальнейшего изучения развития высших растений и различных биологических объектов в условиях космического полета.

В последующие дни Ю. В. Романенко и А. И. Лавейкин дооснащали станцию «Мир» дополнительной научной аппаратурой, выполняли технические эксперименты, готовили оборудование к предстоящим работам. В частности, космонавты смонтировали и подготовили к работе еще два прибора. Один из них — многозональный спектрометр — предназначен для съемки земной поверхности, другой — электронный фотометр — для астрофизических экспериментов. 5 июня экипаж продолжал проверочные испытания новой системы управления движением с применением силовых гироскопи-

ческих стабилизаторов и проводил операции по техническому обслуживанию бортового оборудования.

Затем в соответствии с программой астрофизических исследований с помощью орбитальной международной обсерватории «Рентген», установленной на модуле «Квант», был выполнен первый эксперимент. Объектом наблюдений выбрали сверхновую звезду в Большом Магеллановом Облаке, вспыхнувшую в феврале этого года (Земля и Вселенная, 1987, № 3, с. 111.— Ред.).

Космонавты начали подготовку к выходу в открытое космическое пространство. Они проверяли необходимое для выхода оборудование, скафандры. 9 июня в конце рабочего дня провели медицинское обследование экипажа, цель которого — оценка состояния сердечно-сосудистой системы космонавтов при выполнении физических упражнений.

На космической обсерватории «Рентген» 10 и 11 июня была осуществлена еще одна серия астрофизических экспериментов. Рентгеновские телескопы специализированного модуля «Квант» направили на сверхновую в Большом Магеллановом Облаке и нейтронную звезду в созвездии Лебедя. Потом космонавты провели заключительные операции по подготовке оборудования и аппаратуры, необходимых для работы на внешней поверхности станции.

**12 июня Ю. В. Романенко и А. И. Лавейкин совершили выход в открытое космическое пространство и выполнили пер-**

**вый этап операций по монтажу на базовом блоке орбитального комплекса «Мир» третьей солнечной батареи.** Она предназначена для увеличения мощности системы электропитания. Эта солнечная батарея доставлена на орбиту в модуле «Квант». Конструктивно она состоит из двух агрегатов, каждый из которых включает в себя раздвижную ферму и две секции фотоэлектрических преобразователей.

Работу в открытом космосе экипаж начал в 20 ч 55 мин московского времени. После открытия люка переходного отсека космонавты извлекли из станции находящиеся в сложенном состоянии элементы первого агрегата солнечной батареи и перенесли их в зону проведения работ. На внешней поверхности базового блока комплекса экипаж установил на специальное монтажное устройство раздвижную ферму, после чего прикрепил к ней обе секции фотоэлектрических преобразователей. Завершив эти операции, космонавты возвратились в помещение орбитального комплекса. Продолжительность пребывания Ю. В. Романенко и А. И. Лавейкина в условиях открытого космического пространства составила **1 ч 53 мин.**

**16 июня** в 19 ч 30 мин московского времени **космонавты вновь вышли в открытый космос для продолжения работ.** Они вынесли на внешнюю поверхность станции элементы второго агрегата солнечной батареи. Экипаж состыковал раздвижную ферму этого агрегата с установленным ранее первым

агрегатом. Затем прикрепил к ней две секции фотоэлектрических преобразователей. После соединения электрических разъемов всех секций солнечной батареи космонавты с помощью специальных механизмов раскрыли ее на полную длину **10,6 м.** Общая полезная площадь новой солнечной батареи — **22 м<sup>2</sup>.** Во время работы вне станции экипаж установил на ее поверхности кассеты с образцами различных конструкционных и теплозащитных материалов в целях дальнейшего изучения влияния на них факторов космической среды.

После завершения всех запланированных операций Ю. В. Романенко и А. И. Лавейкин возвратились в помещение станции. Время пребывания космонавтов в открытом космическом пространстве составило **3 ч 15 мин.**

Увеличение мощности бортовой системы электропитания необходимо для повышения эффективности научно-исследовательских работ на комплексе «Мир».

Успешное осуществление запланированных сложных монтажных операций в открытом космосе — это новый этап в отработке технологических методов создания на орбите крупногабаритных пространственных конструкций — важных элементов перспективных пилотируемых комплексов научного и народнохозяйственного назначения.

(По материалам ТАСС)

Продолжение следует

## Испытывается «Энергия»

«Энергия» — новая мощная универсальная ракета-носитель, предназначенная для выведения на околоземные орбиты многоразовых орбитальных кораблей и крупногабаритных космических аппаратов научного и народнохозяйственного назначения. Стартовая масса ракеты превышает 2000 т, а масса полезного груза, выводимого на орбиту, более 100 т.

В сообщении ТАСС о начале летно-конструкторских испытаний «Энергии» говорится, что 15 мая 1987 года в 21 ч 30 мин московского времени с космодрома Байконур был осуществлен первый запуск.

После окончания работы двигателей первой ступени произошло ее отделение и приземление в расчетном районе на территории Советского Союза. Вторая ступень ракеты-носителя продолжала работу в

строгом соответствии с полетным заданием и вывела в расчетную точку габаритно-весовой макет спутника. После разделения с этим макетом вторая ступень приводнилась в заданном районе акватории Тихого океана. Габаритно-весовой макет после разделения должен был с помощью собственного двигателя быть выведен на круговую околоземную орбиту. Однако из-за нештатной работы его бортовых систем макет на заданную орбиту не вышел и приводнился в акватории Тихого океана.

В процессе старта и полета ракеты-носителя подтверждена правильность выбранных инженерно-конструкторских и технических решений, высокая надежность ее конструкции, двигателей обеих ступеней и систем управления. Оборудование и аппаратура автоматизирован-

ного управления стартового комплекса работали нормально. Цели и задачи первого пуска выполнены полностью.

В создании и испытаниях универсальной тяжелой ракеты-носителя нового поколения и уникального стартового комплекса принимали участие коллективы многих научно-исследовательских, конструкторских, производственных, строительно-монтажных организаций и предприятий, а также военные специалисты. Успешное начало летно-конструкторских испытаний ракеты-носителя «Энергия» явля-

ется крупным достижением отечественной науки и техники в год 70-летия Великого Октября, открывает новый этап в развитии советской ракетно-космической техники и широкие перспективы в мирном освоении космического пространства.

## Байконур — полигон передовой инженерной мысли

Все мы, советские люди, всегда с особым волнением произносили слово «Байконур». Оно стало символом величайшего подвига нашего народа, торжества советской науки, больших возможностей социалистического общественного строя.

Здесь, в бескрайних степях Казахстана, испытываешь чувство гордости за разум и дела советских людей, за нашу Советскую Отчизну. Здесь сильнее ощущаешь величие и мощь страны Октября, ее огромные достижения, которые венчают 70-летний путь народов нашего великого многонационального государства после Октябрьской социалистической революции.

Отсюда человечество впервые шагнуло в космос, открыв новую страницу в истории цивилизации. Отсюда, с Байконура, в октябре 1957 года был выведен на орбиту первый искусственный спутник Земли — символ революционной науки и техники. Отсюда же 12 апреля 1961 года был осуществлен первый полет человека в космос — знаменательный полет нашего земляка Юрия Алексеевича Гагарина. Все это великие вехи развития советской науки и техники.

Созданный трудом и талантом советских ученых, рабочих, инженеров, военных специалистов уникальный научно-исследовательский испытательный комплекс — это реальное воплощение ленинской мечты о превращении нашего государства в великую индустриальную державу.

Здесь по сути сосредоточен потенциал интеллекта и конечный итог работы многих десятков научно-исследовательских, конструкторских организаций, крупнейших машиностроительных предприятий страны. Это настоящий полигон передовой инженерной мысли, и, я бы сказал, оснащен он на всех главных направлениях по последнему слову науки и техники.

Хочу особенно выделить следующее. Все здесь, на космодроме, начиная от сложнейших стартовых сооружений, испытательных стендов, лабораторий до мощных ракет-носителей, космических аппаратов, систем их жизнеобеспечения, оснащенных современной вычислительной техникой и высокочувствительными приборами, — все это наше отечественное, все высокого качества и современного технического уровня.

В области ракетно-космической техники всегда трудились крупные ученые, конструкторы нашей страны. У истоков советской космонавтики стояли академики С. П. Королев, М. В. Келдыш, М. К. Янгель, В. Н. Челомей, Н. А. Пилюгин, другие выдающиеся специалисты многих отраслей науки и техники.

Эти люди не щадили себя в работе. Они не гонялись за славой, ибо для них главными были не личные почести и благополучие, а могущество и процветание нашей Родины. Это люди высокой социалистической морали. И когда мы сейчас говорим о нынешнем дне, о наших задачах, я думаю, уместно вспомнить их всех добрым словом. Эти люди опережали свое время по мыслям и взглядам, они по-настоящему были первопроходцами научно-технической революции.

Особо мне хотелось бы приветствовать с этой трибуны советских космонавтов. Работа человека в космическом пространстве требует исключительной подготовленности, глубочайших знаний, проявления максимальных волевых, моральных качеств. На счету советских космонавтов находится самый длительный космический полет в мире.

И сейчас на околоземной орбите работает целая космическая лаборатория. Это само по себе очень показательно, и мы уже видим новые этапы в нашем мирном освоении космоса. Это станция «Мир», научный модуль «Квант», корабли «Союз» и «Прогресс», где несут нелегкую вахту Юрий Романенко и Александр Лавейкин.

Давайте отсюда, с Байконура, поприветствуем наших космонавтов. Приветствуем и всех тех, кто обеспечивает подготовку полета, успех работы в космосе, кто круглосуточно трудится во имя всего этого.

Это порой изнурительный и очень нелегкий ответственный труд. Здесь нет деления на основную и вспомогательную работу, можно сказать, все равны в том смысле, что от каждого зависит многое, да почти все, самое главное — конечный результат. Нельзя ошибиться ни в большом, ни в малом. Это пример для всех советских людей. Пример очень нужный нам сейчас, когда общество поднялось на решение новых задач. А новые задачи старыми

подходами, старым уровнем знаний и профессиональной подготовки не возьмешь. Нам нужно всем так работать, как работают на космодроме над решением поставленных задач: быть патриотом своей страны, жить и работать по совести, компетентно выполнять порученное дело.

Если говорить о перестройке, то я прибегну к такому сравнению. Начатая в стране перестройка — это как прорыв мощной ракеты в космос.

Дело перестройки надо обеспечивать с такой же настойчивостью и добросовестностью, основательностью, с какой мы готовим и обеспечиваем надежность космических полетов.

Надо всем ясно понимать, что Байконур создан надолго, навсегда. Мы не намерены ослаблять наши усилия и терять авангардных позиций в освоении космоса. Мы много получили от исследований, направленных на мирное освоение космического пространства. Но перед нами стоят задачи, о чем нам надо думать всем вместе — как сделать отдачу от космоса более весомой как для науки, так и всего народного хозяйства. Сегодня это практическая задача, которая стоит перед нами во весь рост. Надо смелее переходить от экспериментов и опытных работ к планомерному и широкомасштабному применению имеющихся возможностей в интересах социально-экономического развития страны.

Наш курс на мирный космос — не признак слабости. Он является выражением миролюбивой внешней политики Советского Союза. Мы предлагаем международному содружеству сотрудничество в освоении мирного космоса. Это находит позитивный отклик во всем мире.

Мы категорически против переноса гонки вооружений в космос. Мы видим свой долг в том, чтобы показать серьезную опасность СОИ всему миру.

Мы уверены, что, поступая таким образом, мы действуем в интересах советского народа, в интересах других народов. Мы обращаемся с призывом ко всем — действовать.

Из выступления М. С. Горбачева на встрече с трудящимися г. Ленинска Казахской ССР 13 мая 1987 года.





## Проект «Фобос» — новая экспедиция к Марсу

**По имени одного из естественных спутников «красной планеты» назван многоцелевой международный космический проект, запланированный на середину 1988 года. В рамках проекта кроне Фобоса будет исследоваться сама планета Марс, а также Солнце и межпланетное пространство. В разработке научной программы этой миссии и создании комплекса аппаратуры участвуют специалисты 12 стран и Европейского космического агентства.**

### ЧТО ИЗВЕСТНО О СПУТНИКАХ МАРСА?

С конца прошлого века, когда спутники Марса — Фобос и Деймос — были открыты американским астрономом А. Холлом, они интенсивно изучались наземными средствами. Однако из-за малых размеров марсианских спутников никакими наблюдениями с Земли не удавалось оценить ни их массу, ни даже размеры. И лишь измерения, проведенные с космических аппаратов, позволили составить более или менее определенное представление о Фобосе и Деймосе.

Оказалось, что оба тела имеют неправильную форму и очень темную неровную поверхность, изрытую кратерами ударного происхождения. Размеры Фобоса достигают 27 км в поперечнике, Деймоса — 15 км, масса спутников —  $10^{19}$  г и  $2 \cdot 10^{18}$  г. Оба они, двигаясь по почти круговой орбите, все время повернуты к ней одной и той же стороной. Большие полуоси орбит Фобоса и Деймоса составляют соответственно 9 378 км и 23 459 км, период обращения — 7 ч 39 мин и 30 ч 21 мин.

Особенность рельефа Фобоса — множество почти прямых параллельных глубоких борозд

длиной до 30 км (Земля и Вселенная, 1978, № 5, с. 57.— Ред.). Начинаются они у крупнейшего кратера Стикни (поперечник его, равный 10 км, составляет более трети поперечника самого спутника). Деймос борозд не имеет, и кратеры на нем меньше, чем на Фобосе: самый крупный — 2 км.

Отражательная способность Фобоса и Деймоса, как показали спектральные наблюдения, сильно отличается от Марса, она такая же, как у углистых хондритов, характерных для тел внешнего пояса астероидов. Своей неправильной формой марсианские спутники также напоминают астероиды. А отсюда одна из гипотез их происхождения: Фобос и Деймос — это захваченные Марсом в древности астероиды. Поверхностный слой грунта, реголит, со времени их формирования, несомненно, был сильно переработан метеоритами и другими внешними факторами. Поэтому изучение реголита может дать сведения не только об условиях формирования тел Солнечной системы, но и о последующей их эволюции.

Безусловно, основная проблема исследования спутников Марса — их происхождение. Согласно одним гипотезам, они, как уже говорилось, были захвачены извне, согласно другим — аккумуляровались на околomarсианской орбите. Более убедительные аргументы приводятся все же в пользу захвата спутников, но для доказательства этой гипотезы необходимы тщательные исследования состава грунта, внутренней структуры спутников, нужны тонкие измерения параметров их орбитального движения. Но если спутники Марса, действительно, были захвачены в далеком прошлом, то скорее всего — из внешнего пояса астероидов. Так что, исследуя спутники Марса, мы впервые получим возможность прямыми методами изучать астероиды.

## СЦЕНАРИЙ ПРОЕКТА

«Фобос» — проект многоцелевой, а насколько плодотворна идея таких многоцелевых миссий — показал недавно завершившийся космический проект «Вега» (Земля и Вселенная, 1986, № 5, с. 5; 1987, № 1, с. 2.— Ред.). Новую экспедицию к Марсу намечено начать в июле 1988 года. В это время два советских космических аппарата стартуют с Земли и приблизительно через 200 суток достигают окрестности Марса, попав на первую промежуточную эллиптическую орбиту его искусственного спутника. На этой орбите минимальное расстояние космического аппарата до планеты составит 500—1000 км, максимальное — 79 000 км. Но чтобы подойти к Фобосу — основной цели экспедиции, нужно последовательно изменять орбиту космического аппарата и постепенно приближать ее к орбите Фобоса.

Так, вторая промежуточная орбита при том же апоцентре (79 000 км) будет иметь уже близкий к орбите Фобоса перигеум — 9 700 км. Третья орбита космического аппарата — круговая, ее радиус — 9 700 км, он лишь немного отличается от радиуса орбиты самого Фобоса (9 378 км). Отсюда, проведя детальные навигационные измерения параметров орбиты Фобоса, космический аппарат будет, наконец, переведен на близкую к орбите Фобоса круговую орбиту. Здесь космический аппарат станет двигаться вокруг Марса практически синхронно с движением его

естественного спутника. Именно с этой синхронной орбиты предполагается максимально сблизить космический аппарат с Фобосом и провести исследования «на бреющем полете». Относительная скорость аппарата в это время не превысит 2—5 м/с (она лишь немного больше скорости пешехода) и аппарат, можно сказать, будет висеть над поверхностью Фобоса. За 15—20 минут дрейфа с космического аппарата намечается провести телевизионную съемку, несколько активных экспериментов, от него отделится и совершит посадку на поверхность естественного спутника Марса небольшой посадочный зонд.

Совершив пролет над поверхностью Фобоса, аппарат вернется сначала на синхронную орбиту, а затем — чтобы избежать возможного столкновения с Фобосом — на круговую (третью) орбиту. Пока один из двух космических аппаратов исследует Фобос, другой, находясь на первой промежуточной орбите с минимальной высотой над поверхностью Марса менее 1000 км, будет выполнять исследование планеты.

Общая продолжительность миссии (со времени старта с Земли) составит примерно 15 месяцев.

«Фобос» — первый представитель нового поколения советских научных космических аппаратов, на нем широкое применение получит **вычислительная техника**, способная решать сложные задачи, возникающие в полете. В радиотехническом комплексе предусмотрены бортовые и наземные устройства, которые обеспечат **высокоточные траекторные измерения**, прием и обработку колоссального объема информации. В управляющий комплекс включена специальная бортовая вычислительная машина и прецизионные чувствительные элементы для комплексной программы исследований; разработан алгоритм управления полетом и научной аппаратурой. Высокоэффективные и в то же время экономичные **двигательные установки** предназначены для успешного осуществления весьма энергонапряженного полета к Фобосу.

Космический аппарат обеспечивает постоянную ориентацию по трем осям. Продольная ось (перпендикулярная плоскости солнечных батарей) направлена на Солнце, другая — на звезду Канопус. Точность стабилизации космического аппарата в режиме трехосной солнечно-звездной ориентации —  $\pm 1^\circ$ . В полете воз-

Схема перелета космических аппаратов «Фобос» на трассе Земля — Марс

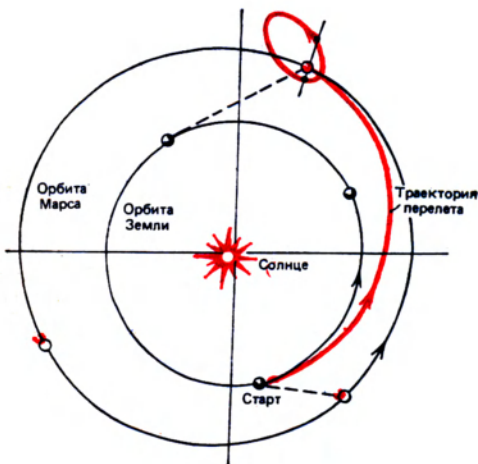


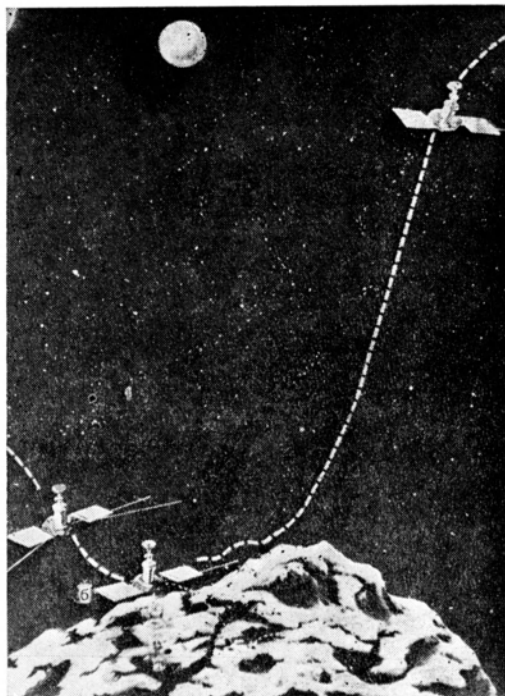
Схема сближения космического аппарата с Фобосом: снижение до высоты  $\sim 50$  м; зависание на высоте 50 м и перелет вдоль поверхности Фобоса в течение 15 мин со скоростью 2—5 м/с; удаление от поверхности спутника

можен режим и одноосной ориентации — относительно направления на Солнце, точность стабилизации аппарата в этом режиме  $\pm 0,5^\circ$ . Возможны и другие режимы ориентации, все они будут использоваться на различных участках баллистического полета в зависимости от решаемой в данный момент научной или навигационной задачи.

## ИЗУЧЕНИЕ ФОБОСА

Пролет в нескольких десятках метров от этого марсианского спутника будет самым главным моментом всей экспедиции, ради него она и готовится. Когда, контролируя свое положение двигателями малой тяги, аппарат почти зависнет над поверхностью Фобоса, намечается провести несколько активных экспериментов. Впервые за всю историю планетных исследований предполагается изучить **массовый и изотопный состав грунта** небесного тела с помощью активного дистанционного зондирования поверхности лазерным лучом и потока ионов. В эксперименте «Лима» лазерный луч с энергией 0,5 Дж будет сфокусирован лазерным дальномером в пятно на поверхности Фобоса диаметром в 1 мм. За короткое время ( $10^{-8}$  с) он вызовет взрывоподобное испарение и ионизацию вещества поверхности. Часть образовавшихся ионов попадет в специальный прибор, установленный на космическом аппарате — рефлектор с тормозящим полем. Он будет анализировать массовый состав ионов по времени пролета частиц от поверхности Фобоса до прибора на борту аппарата. Измерения предполагается проводить через каждые 10—30 м вдоль траектории движения космического аппарата.

В другом активном эксперименте — «Дион» — с борта аппарата в грунт Фобоса будут инжектироваться пучки ионов криптона с энергией 2—3 кэВ. Выбиваемые ими из поверхностного слоя грунта **вторичные ионы** зарегистрирует бортовой квадрупольный масс-анализатор. Приборы зафиксируют также и вторичные ионы, выбиваемые из грунта Фобо-



са естественным потоком ионов — солнечным ветром. Массовые спектры, полученные в эксперименте от двух разных источников вторичных ионов — бортового источника и солнечного ветра — помогут выяснить **физико-химические характеристики подстилающей поверхности**.

Для изучения Фобоса кроме этих новых активных экспериментов будут применены и традиционные методы планетологических исследований. Получать изображения и проводить спектральные измерения поверхности Фобоса станет **видеоспектрометрический комплекс аппаратуры**, включающий три телевизионные камеры, спектрометр и запоминающее устройство. Телевизионные камеры дадут возможность снимать поверхность в трех спектральных каналах, что позволит затем синтезировать цветные снимки и на этих снимках можно будет различать детали с линейными размерами в несколько сантиметров. Снимаемые участки одновременно предполагается спектрометрировать с высоким разрешением в 14 зонах (от 0,4 до 1,1 мкм). Изменяя поле зрения оптической системы с помощью поворотного зеркала, установленного перед объективом, можно будет проводить **плановую и**

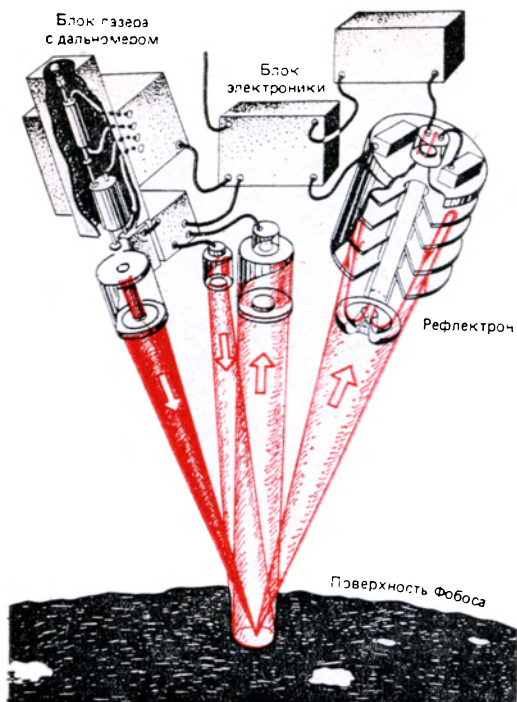


Схема эксперимента «Лима». Лазерный луч с помощью лазерного дальномера предполагается сфокусировать на поверхности Фобоса. При ионизации вещества поверхности часть ионов попадает в рефлектор с тормозящим полем, установленный на космическом аппарате. Он будет анализировать массовый состав грунта Фобоса

панорамную съемку Фобоса и получать его изображения на фоне звезд, что особенно важно для решения навигационных задач полета. Переданные на Землю изображения и спектрограммы поверхности позволят в дальнейшем составить топографические и структурно-морфологические карты Фобоса, карты его спектральных яркостей, помогут также осуществить координатную привязку измерений, выполненных другими научными приборами.

Рельеф, подповерхностную структуру и электрофизические характеристики грунта Фобоса предполагается изучать радиозондированием с космического аппарата. Специальный радиолокационный комплекс во время дрейфа аппарата над Фобосом станет посылать моно-

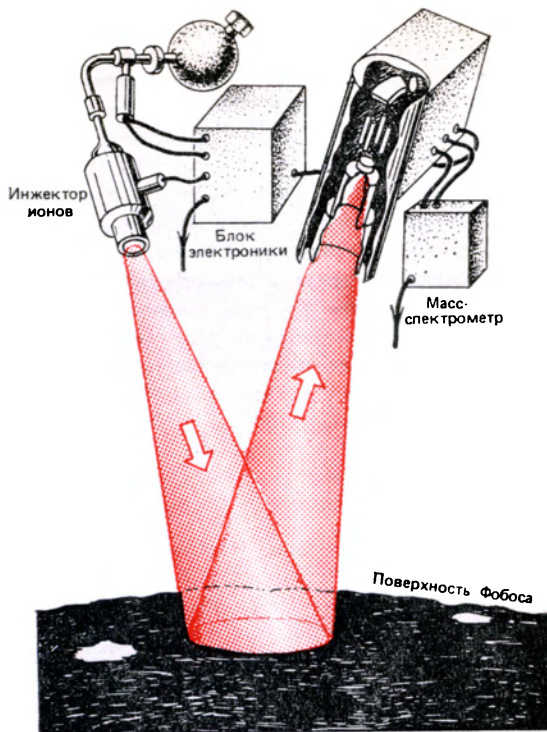


Схема эксперимента «Дион». С борта космического аппарата будут инжектироваться ускоренные ионы криптона. Вторичные ионы, выбиваемые ими из грунта Фобоса, зарегистрирует бортовой масс-спектрометр

импульсы на частотах 500 и 130 МГц и обычные радиоимпульсы на частоте 5 МГц.

Теплофизические и отражательные свойства поверхности Фобоса, ее минералогический состав планируется исследовать в нескольких диапазонах — от 0,3 до 50 мкм. Это будет комплексный эксперимент: измерения задумано выполнять одновременно радиометром, фотометром и инфракрасным спектрометром.

В программу включены еще два эксперимента дистанционного исследования Фобоса. Один из них — измерение нейтронного излучения поверхности Фобоса с тем, чтобы определить наличие водородсодержащих веществ в грунте. Интенсивность нейтронного потока предполагается измерять в трех энергетических интервалах — от 0,025 эВ до 2 МэВ. Другой эксперимент — спектрометрические исслед-

## дования гамма-излучения поверхности Фобоса и Марса.

Как уже говорилось, при максимальном сближении космического аппарата с Фобосом планируется выполнить прямые измерения с помощью посадочных станций. Один из вариантов — долгоживущая автономная станция (ДАС). Как только станция сядет на поверхность, в грунт этого спутника Марса будет введен гарпун-пенетратор, который и зафиксирует ее положение. Пенетратор, связанный со станцией гибким тросиком, подтянет и прижмет ее к поверхности Фобоса (сила тяжести на Фобосе в тысячу раз меньше земной, поэтому необходимо механически закрепить станцию). Затем основная платформа посадочной станции с научной аппаратурой поднимется над поверхностью, раскроются солнечные батареи и по сигналам оптического датчика будут наведены на Солнце. Посадочную станцию оборудуют приемником и передающими радиантеннами для связи с Землей.

Функции такой долговременной автономной станции (ее активное существование продлится около года) состоят в проведении научных экспериментов на поверхности Фобоса. Прежде всего это эксперименты по небесной механике. Дело в том, что Фобос обладает вековым ускорением движения по орбите и в результате постепенно приближается к планете (Земля и Вселенная, 1971, № 1, с. 41.— Ред.). По единодушному мнению ученых, ускорение это связано с приливным воздействием Марса. Но какова величина ускорения — здесь, как говорится, мнения ученых расходятся. Уточнив величину ускорения, можно было бы проследить изменение орбит марсианских спутников в прошлом, что, конечно, чрезвычайно важно для решения вопроса об их происхождении.

Эксперименты по небесной механике будут выполняться с помощью радиосистемы долгоживущей автономной станции и наземных приемно-передающих антенн. Принимать радиосигналы предполагается 70-метровыми антеннами в Евпатории и Уссурийске, 64-метровой антенной под Москвой. Для приема телеметрической информации с автономной станции вне зоны ее видимости с территории СССР планируется использовать радиотелескопы, расположенные в Западной Европе, Северной и Южной Америке, Африке, Австралии.

Одной из характеристик собственного вращения любого небесного тела служит его либ-

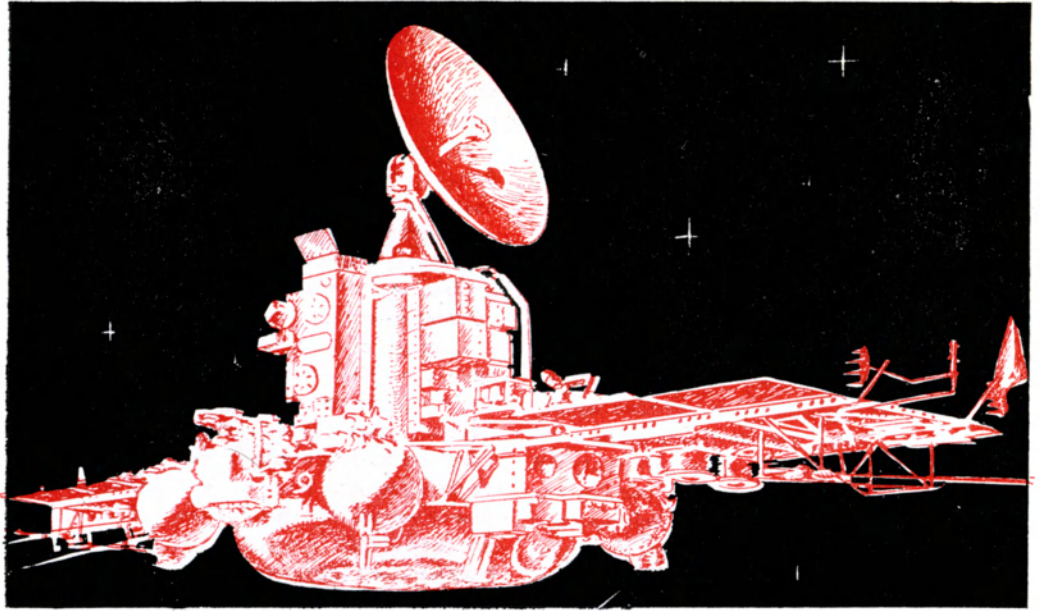
рация, или периодические колебания относительно центра масс. Фобос обладает относительно большой — по сравнению с другими телами Солнечной системы — амплитудой либрации при синхронном вращении, составляющей несколько градусов. Объясняется она близостью периода свободных либраций этого спутника (около 10 ч) к периоду его обращения (около 7,7 ч). Либрации Фобоса будут изучаться оптическим датчиком долгоживущей автономной станции — по измерениям углового положения Солнца.

Наряду с экспериментами по небесной механике автономная посадочная станция выполнит исследования элементарного состава поверхностного слоя с помощью спектрометра обратного альфа-рассеяния и рентгеновской флуоресценции. Эти измерения должны дополнить информацию о химическом составе грунта, которая будет получена дистанционными методами на борту орбитального аппарата. На автономных станциях предусматривается установить также пенетрометр с датчиком температуры, телевизионную камеру с высоким пространственным разрешением.

Кроме долгоживущих автономных станций для работы на Фобосе разрабатывается вариант другого типа станции. Это подвижная станция, способная передвигаться и изучать, таким образом, грунт последовательно в нескольких местах. После посадки на поверхность она переводится в рабочее положение с помощью «кусов» устройства ориентирования, затем выполняются научные измерения. Завершается цикл работы прыжком аппарата на расстояние до 20 м. Приборы этого посадочного аппарата будут исследовать химический состав, физико-механические и магнитные свойства грунта Фобоса.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МАРСА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

При движении космического аппарата по орбите вокруг Марса его поверхность планируется исследовать методами дистанционного зондирования в видимом, инфракрасном и гамма-диапазонах. До сближения с Фобосом аппарат, как уже говорилось, будет находиться последовательно на нескольких переходных орбитах искусственного спутника планеты, в том числе на эллиптической с перигелием всего в несколько сот километров. В этот момент наибольшего сближения с Марсом и предпо-



Общий вид космического аппарата «Фобос»

лагается провести исследования его поверхности, причем тем же самым радиометрическим спектральным комплексом, который предназначен для изучения теплофизических и отражательных свойств поверхности Фобоса. Задачи эксперимента — построить температурную карту поверхности Марса, получить представление о суточной и сезонной динамике его температурного режима, измерить тепловую инерцию марсианского грунта, попытаться, наконец, найти участки, где выделяется тепло из недр планеты.

По гамма-излучению Марса, зарегистрированному на борту автоматической межпланетной станции «Марс-5» еще в 1974 году, впервые был определен характер марсианских пород в обширном районе экваториального пояса планеты (Земля и Вселенная, 1974, № 5, с. 7.— Ред.). В новом эксперименте в рамках проекта «Фобос» эти исследования будут продолжены. Предполагается регистрировать характеристическое гамма-излучение основных породосодержащих элементов — кислорода, магния, алюминия, кремния, кальция, железа и естественных радиоактивных элементов — урана, тория и калия.

Проект «Фобос» включает серию экспериментов по изучению атмосферы и ионосферы Марса. Планируется, в частности, измерить в его атмосфере вертикальное распределение углекислого газа, озона, водяного пара, молекулярного кислорода, пыли, получить вертикальные профили температуры и давления. Основа методики всех этих измерений — регистрация спектра солнечного излучения, которое прошло через атмосферу Марса, при заходе космического аппарата в тень планеты или при выходе из нее. Есть надежда, что эти данные устранят существующую сейчас неопределенность в моделях марсианской атмосферы, измерения же концентрации молекулярного кислорода и углекислого газа дадут сведения о газообмене между атмосферой планеты и его полярными шапками, о зарождении пылевых бурь на Марсе. Изучение еще одного параметра марсианской атмосферы — отношения дейтерия к водороду — возможно, прольет свет на прошлое планеты и объяснит причину исчезновения на ней жидкой воды.

Что же касается ионосферы Марса, то ее предполагается исследовать методом импульсного радиозондирования — с помощью радиолокационного комплекса. Основная цель этого эксперимента — изучить структуру ионопаузы (резкой верхней границы ионосферы) и распределение электронной концентрации в

ионосфере при различных условиях освещенности Солнцем.

Одна из нерешенных пока проблем в изучении Марса — его **плазменное окружение**. Марсианская магнитосфера известна гораздо хуже, чем магнитосферы Венеры, Меркурия и даже далеких Юпитера и Сатурна. Остается пока открытым вопрос о величине **собственного магнитного поля Марса**. Еще в начале 70-х годов советские космические аппараты «Марс-2», «Марс-3», «Марс-5» зарегистрировали ударную волну около планеты, шлейф марсианской магнитосферы, позволили оценить ее форму и размеры. Тогда же были получены свидетельства существования у Марса собственного магнитного поля. На основании этих результатов и сложились современные представления об околосмарсианском пространстве. Но представления эти нуждаются в существенном дополнении и уточнении.

В рамках проекта «Фобос» на космическом аппарате будет работать плазменный комплекс аппаратуры, при подлете к планете и во время орбитального движения вокруг Марса он даст информацию об обтекании планеты солнечным ветром и характеристиках ее магнитосферы. Впервые будет получена **трехмерная функция распределения электронов и основных типов ионов в окрестностях Марса**.

Одним из важных диагностических методов в исследованиях плазмы стало изучение **плазменных волн**, которые во многом определяют характер процессов в космической плазме. Волновой эксперимент в проекте «Фобос», можно сказать, — пионерский. В нем задумано применить комбинированную систему диагностики, включающую измерения электрического и магнитного полей, вариаций потока плазмы, а это обеспечит надежную идентификацию типов колебаний. Подобные эксперименты никогда вблизи Марса не проводились.

## ИЗУЧЕНИЕ СОЛНЦА И МЕЖПЛАНЕТНОГО ПРОСТРАНСТВА

Внеатмосферные исследования Солнца вплоть до последнего времени выполнялись в основном с орбиты Земли, то есть в каждый момент времени по существу только из одной точки пространства. Сейчас ищут пути изучения Солнца одновременно из нескольких точек, и определенные возможности в этом отношении предоставляет проект «Фобос».

В течение всего времени реализации проекта угол Земля — Солнце — космический аппарат будет изменяться от  $0^\circ$  до величин, близких к  $180^\circ$ . Наблюдая Солнце одновременно с борта космического аппарата, с Земли и околоземных спутников, мы получаем уникальную возможность построить **трехмерную структуру хромосферы и короны Солнца**. При достаточно большой величине угла Земля — Солнце — космический аппарат бортовой аппаратура регистрирует на Солнце процессы, не видимые в это время с Земли. Проведение съемок невидимой стороны Солнца в рентгеновском, ультрафиолетовом и видимом диапазонах позволит заблаговременно предупредить о процессах, происходящих на нашем светиле, например о зарождении вспышек.

**Электромагнитное излучение Солнца** в рамках проекта «Фобос» будет изучаться в широком диапазоне частот — от мягкого ультрафиолетового до жесткого гамма-излучения. Ученые надеются получить изображение Солнца в рентгеновском диапазоне, изучить эволюцию крупномасштабных его структур и составить их стереоскопическую картину. Предполагается также исследовать физические условия во вспышках и активных областях Солнца, корональных дырах и ярких точках, выяснить, как магнитная энергия трансформируется в нагрев корональной плазмы и ее движение. Исследования будут выполняться с помощью телескопа-коронографа, в его блоке датчиков предусмотрены три канала: мягкого рентгеновского, ультрамягкого рентгеновского излучений, а также оптический канал.

В изучении процесса зарождения солнечной вспышки большую роль играет информация о гамма-всплесках. Для получения такой информации и для исследования галактических гамма-всплесков в проект включены два эксперимента, в которых предполагается детально изучить энергетические спектры гамма-всплесков в диапазоне от 3 до 1000 кэВ с помощью многоканального амплитудного анализатора.

Наблюдения электромагнитного излучения Солнца будут значительно дополнены информацией о солнечном ветре и солнечных космических лучах, рождающихся во время солнечных вспышек, магнитном поле и волновых процессах — в межпланетном пространстве. Совокупность всех этих данных поможет создать полную картину возникновения и разви-

тия солнечных вспышек, а также исследовать процессы в межпланетном пространстве.

В рамках проекта «Фобос» планируется провести еще один интересный эксперимент, он имеет целью исследовать структуру и динамику внутреннего строения нашего светила, используя регистрацию **солнечных пульсаций**. В основу эксперимента положено длительное непрерывное измерение интенсивности солнечного излучения от всего солнечного диска. Выполняться эксперимент будет в трех узких

спектральных каналах видимого диапазона. Специальный прибор содержит три фотометра с интерференционными фильтрами и двухосевой датчик положения Солнца, который будет служить для введения поправок.

Подготовка к предстоящей космической экспедиции продолжается. Это будет новый шаг в познании малых тел Солнечной системы, и начало нового этапа интенсивного исследования Марса.

---

**АКАДЕМИК Л. М. БРЕХОВСКИХ —  
ГЕРОЙ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОГО ТРУДА**



**У К А З  
ПРЕЗИДИУМА ВЕРХОВНОГО  
СОВЕТА СССР**

**О присвоении звания Героя  
Социалистического Труда  
тов. Бреховских Л. М.**

За большие заслуги в развитии советской науки, подготовке научных кадров и в связи с семидесятилетием со дня рождения присвоить академику **Бреховских Леониду Максимовичу** звание **Героя Социалистического Труда** с вручением ему ордена Ленина и золотой медали «Серп и Молот».

**Председатель Президиума  
Верховного Совета СССР  
А. ГРОМЫКО**

**Секретарь Президиума  
Верховного Совета СССР  
Т. МЕНТЕШАШВИЛИ**

Москва, Кремль,  
5 мая 1987 г.

Редакционная коллегия, редакция и авторский коллектив журнала «Земля и Вселенная» от всей души поздравляют Леонида Максимовича с юбилеем и высокой наградой, желают ему долгого здоровья и больших творческих успехов.





## Искусственные спутники Земли и мореплавание

**Космическая техника все активнее внедряется в повседневную жизнь людей. Большие изменения происходят ныне и в такой древнейшей области человеческой деятельности, как мореплавание.**

Прошло почти тридцать лет с тех пор, как Советский Союз вывел на орбиту первый искусственный спутник Земли. С 4 октября 1957 года все человечество отсчитывает начало новой космической эры. И что интересно, уже тогда родилась идея практического использования спутников для нужд мореплавания. Под руководством академика В. А. Котельникова группа ученых разработала и применила метод слежения за спутниками и определения их траектории, основанный на измерении доплеровского смещения частоты. Позже была высказана мысль о возможности решения «обратной» задачи, то есть когда с помощью сведений о траекторных параметрах движения спутника вычисляются координаты объекта, находящегося на Земле. Такая обратная задача оказалась даже проще, чем основная, поскольку для ее решения достаточно вести измерения не на всем витке орбиты спутника, а лишь на ограниченном его участке. Сейчас из 75 тысяч судов морского флота всего мира — грузоподъемностью от 100 регистровых тонн и более — около 60 тысяч оборудовано приборами спутниковой навигации, причем свыше 3 тысяч судов принадлежат ответственному транспортному и рыбопромысловому флоту.

### ИНМАРСАТ — СЕГОДНЯ

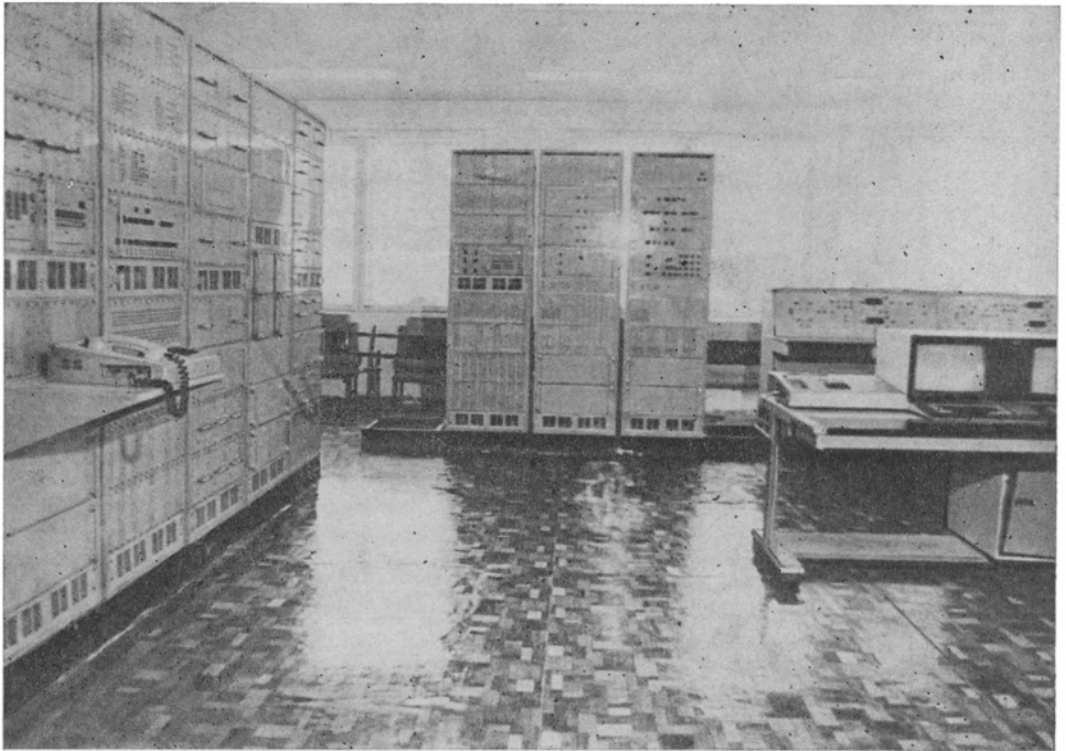
Спутники в настоящее время широко применяются и для связи с морскими судами по телеграфу, телефону, для передачи данных, факсимильных передач. Кроме того, начаты эксперименты по ретрансляции на суда цветных телевизионных программ через спутники

международной организации ИНМАРСАТ (Земля и Вселенная, 1985, № 2, с. 41.— Ред.). Ныне ИНМАРСАТ охватывает 48 государств. В сентябре 1986 года ГДР стала пятым социалистическим государством в этой международной организации, где СССР, будучи одним из ее основоположников, пользуется большим авторитетом. Активная работа Советского Союза и других социалистических стран в ИНМАРСАТе служит блестящим примером сотрудничества в мирном использовании космического пространства, что так важно в наше время — время бурного научно-технического прогресса, особенно в космической технике.

Более 4500 судов мирового флота оснащено судовыми станциями спутниковой связи, в том числе около 200 — отечественных. Шесть спутников ИНМАРСАТа на орбите (три рабочих и три запасных) обслуживают суда в трех океанах — Атлантическом, Индийском и Тихом. Пятнадцать наземных станций (среди них — четыре советских) работают с этими спутниками. Центр международной спутниковой связи в Одессе (ЦМСС-1) обеспечивает координацию деятельности по двум спутникам в Атлантическом и Индийском океанах, а введенный в эксплуатацию в 1986 году ЦМСС-2 в Находке — работу по двум спутникам в Тихом и Индийском океанах. СССР является единственной страной, которая благодаря своему географическому положению имеет доступ ко всем спутникам системы ИНМАРСАТ.

Международная организация ИНМАРСАТ успешно развивается, она построена на коммерческой основе. Доходы участников позволяют совершенствовать систему и заказывать спутники следующего поколения.

Ассамблея ИНМАРСАТа в 1985 году приняла важное решение: предоставлять услуги по спутниковой связи не только морским судам, но и воздушным, для чего были приняты соответствующие поправки к Конвенции и Эксплуа-



Так выглядит центральная аппаратная ЦМСС-2 (г. Находна)

тационному соглашению об ИНМАРСАТе. Поэтому ИНМАРСАТ занимается сейчас связью как для морских, так и для воздушных судов. Изучается вопрос и об охвате системой ИНМАРСАТ наземного транспорта — подключения к ней автомобилей, железнодорожных поездов, совершающих международные, перевозки, а также других средств передвижения. Европейское космическое агентство (ЕКА), финансируемое 11 западноевропейскими странами, уже приступило к разработке и испытаниям аппаратуры для этих целей. Применение на морских судах спутниковой связи позволит морьякам еще и оперативно обмениваться сообщениями с грузоотправителями, грузополучателями, судовладельцами во время стоянки судов в портах или плавания в территориальных водах других стран, что даст немалый экономический эффект, поскольку быстрее можно принимать управленческие решения по перевозке грузов. (Такой факт: применяя спутниковую связь, судно грузоподъемностью

порядка 20 тыс. тонн получает в год дополнительную прибыль в размере 35—45 тысяч рублей.) Этот вопрос рассмотрен Ассамблеей ИНМАРСАТ в 1985 году, так как международные правила запрещают использовать традиционные средства связи при стоянках судов в портах из-за возможности создать помехи в работе радиоэлектронных средств данной страны.

#### БЛИЖАЙШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

В настоящее время ИНМАРСАТ ведет большую работу, связанную с созданием **спутников второго поколения**, которые начнут запускаться на орбиту с 1989 года. Эти спутники будут иметь по 125 телефонных каналов, в отличие от 35—40 каналов на действующих ИСЗ. Дополнительно на спутниках и береговых наземных станциях установят аппаратуру, обслуживающую воздушные суда, а также аппаратуру, которая позволит поддерживать связь не только с одним судном в море, но одновременно с группой судов. Комбинации здесь возможны

такого рода: связь между судами одного флага (одной страны); судами одного судовладельца; группой судов по усмотрению судовладельца; всеми судами подспутниковой зоны, то есть находящимися в одном океане; всеми судами в определенных районах, установленных Международной морской и Международной гидрографической организациями для передач навигационных предупреждений мореплавателям; судами, находящимися в каком-либо квадрате моря любого заданного размера; судами в круговой зоне моря заданного радиуса.

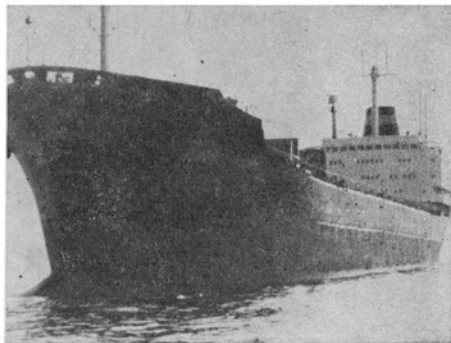
На спутниках второго поколения планируется использовать **антенны с узконаправленной диаграммой**, что даст возможность получить энергоемкие пучки каналов для отдельных районов Мирового океана и, следовательно, позволит применять в этих районах аппаратуру с меньшим диаметром антенн, более простую и дешевую. Это упростит технику спутниковой связи на бурильных и нефтедобывающих платформах, которых в мире сейчас насчитывается более 15 тысяч, а также на судах, работающих только в одном районе моря.

Рост «обязанностей» ИНМАРСАТа, естественно, требует более широкого спектра частот по сравнению с тем, что определен Регламентом радиосвязи. В настоящее время для связи в направлении «спутник — судно» выделена полоса 1530—1544 МГц, плюс 1 МГц для совместной работы с воздушной службой; в направлении «судно — спутник» отведены частоты 1626,5—1645,5 МГц, плюс 1 МГц также для совместной работы с воздушными судами.

Потребность в связи с подвижными объектами уже теперь исчисляется десятками тысяч единиц, а в перспективе ожидают сотни тысяч и даже миллионы единиц, и для удовлетворения такого спроса необходимо освоение новых диапазонов частот.

Ресурсы частотного спектра, как и геостационарной орбиты, к сожалению, ограничены, поэтому их использование должно осуществляться разумно, учитывать интересы разных стран. И здесь особое значение приобретает международное сотрудничество, на основе которого и построена деятельность ИНМАРСАТа.

Кроме вопросов связи в Конвенции об ИНМАРСАТе регламентируются пока нереализованные функции, которые призваны обеспечивать охрану человеческой жизни на море путем совершенствования методов радиоопре-

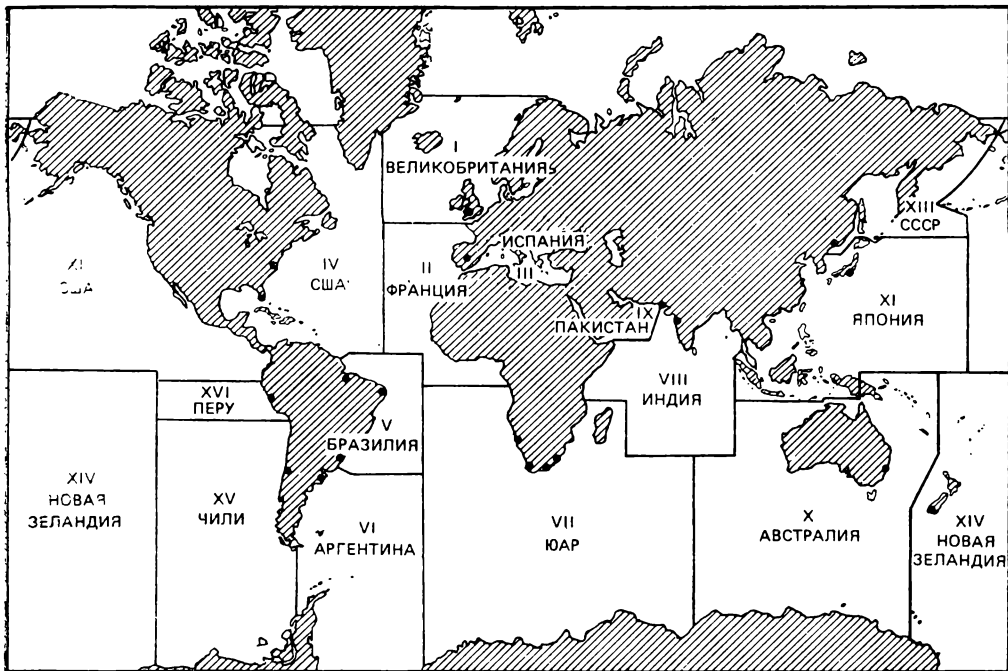


Теплоход «Художник Кустодиев» — одно из судов, на которых установлены станции спутниковой связи

деления координат судов, более оперативного оповещения о бедствиях. Тут полезно вспомнить систему КОСПАС — САРСАТ (Земля и Вселенная, 1983, № 6, с. 8.— Ред.), которая продолжает успешно работать: на орбите находятся три советских и два американских спутника, один из пяти — резервный. Эта система применялась более чем в 200 аварийных случаях, с ее помощью спасено более 650 человеческих жизней. Имеется договоренность четырех стран — СССР, США, Канады и Франции, — что секретариат Руководящего комитета системы КОСПАС — САРСАТ будет размещаться в штаб-квартире ИНМАРСАТа в Лондоне. 25 сессия Совета ИНМАРСАТа, состоявшаяся в ноябре 1986 года, одобрила соглашение между ИНМАРСАТом и этими четырьмя странами об учреждении такого секретариата.

Возвращаясь к вопросам расширения функций ИНМАРСАТа в области навигации, улучшения поисково-спасательных работ с использованием спутников, следует сказать, что они требуют срочного изучения в интересах судоходства всего мира, поскольку эксплуатирующиеся ныне национальные спутниковые навигационные системы «Транзит» (США) и «Цикада» (СССР) не могут считаться перспективными для обеспечения требований судоходства во всех районах плавания судов, кроме того, их применение не оформлено международной договоренностью.

Уже сейчас в СССР и США разрабатываются более совершенные спутниковые системы («ГЛОНАСС» и «НАВСТАР» соответственно), с повышенной точностью и оперативными воз-



Зоны ответственности стран по передаче с помощью спутников навигационных предупреждений мореплавателям. Черным кружком помечены радиостанции, передающие районные предупреждения

возможностями. Их приемники могут быть портативными, дешевыми и даже для индивидуального пользования. Эти системы будут использоваться не только при плавании в открытом море, в узких проливах, но и даже для высокоточной проводки судов в каналах, то есть выполнять задачу, которую сейчас осуществляют береговые радиолокационные системы управления движением судов.

### ЗАГЛЯДЫВАЯ В ВЕК ГРЯДУЩИЙ

Спутники, без сомнения, будут играть все большую роль в жизни человечества. В XXI веке на орбитах появятся целые платформы, состоящие из отдельных модулей, которые примут на себя функции автоматических телефонных и телеграфных коммутаторов, полностью или частично заменяющих наземную сеть связи. Спутниковая связанная аппаратура пользователей существенно уменьшится в размерах — по ве-

личине она будет почти такой же, как наручные часы. Развитие техники самих спутников пойдет по пути повышения надежности, заменять и ремонтировать отдельные модули на орбите станут роботы.

Ожидается, что уже в ближайшие годы спрос на каналы связи увеличится более чем в десять раз. Перспективное значение приобретают поэтому методы «сжатия» информации, цифровой интерполяции речи, которые позволяют уже сейчас, не изменяя конструкции спутника, повысить эффективность его использования в несколько раз. Дальнейшее развитие получают в будущем спутниковое радиовещание, телевидение, видеотелефонная связь.

Если говорить о морском судоходстве, то ждут своего решения вопросы, относящиеся к разработке системы и аппаратуры спутникового телевизионного вещания для советских моряков. В ледовой разведке применение спутников значительно повысит эффективность судоходства в арктических районах нашей страны. В дальнейшем совершенствование спутниковых навигационных систем и их использование совместно со связными системами может привести к созданию глобальной спутниковой системы управления движением судов и системы управления воздушным движением.

В нашей стране координирует деятельность по развитию спутниковых систем для морского судоходства всесоюзное объединение «Мор-связьспутник». Впереди у него еще много работы, чтобы сделать перевозки морем более производительными, эффективными, чтобы нелегкий труд советских моряков был как можно безопаснее и они не чувствовали себя оторванными от Родины, находясь подолгу в открытом океане.

С незапамятных времен плавают люди по морям. Ныне эта древнейшая область челове-

ческой деятельности благодаря системам спутниковой связи и навигации поднимается на качественно новую ступень. И в бурном «космическом» прогрессе мореплавания особенно велика роль международного научного сотрудничества, когда достижения в космосе используются на благо всего человечества, во имя мира.

## НОВЫЕ КНИГИ

### Атлантиды далекого прошлого

Существовала ли легендарная Атлантида и где она находилась — об этом ученые спорят уже не одно столетие. Но само слово «Атлантида» стало теперь нарицательным, этим словом принято называть земли, которые некогда были затоплены и ныне скрыты под толщей морских и океанских вод. Таким землям, существовавшим в древности в районе Средиземного, Черного и Каспийского морей, посвящена новая книга А. М. Кондратова «Атлантиды моря Тетис» (Л.: Гидрометеиздат, 1986).

Книга состоит из пяти глав. В первой автор подробно рассказывает об Атлантиде, источниках легенды о ней, гипотезах о географическом положении этой загадочной земли, о сложном и противоречивом пути развития атлантологии с древности до наших дней. Атлантиду приписывали в разное время самым различным цивилизациям. Автор приводит любопытную гипотезу: названия греческих букв — альфа, бета, гамма и так далее — являются... поэмой на языке майя, повествующей о гибели Атлантиды.

Тема второй главы — Эгеида, некогда единый массив суши, который образовывали материковая Греция, Ионические острова, полуостров Малая Азия и Эгейское море с

его нынешними многочисленными островами. Отдельные участки Эгеиды «крошились» уже на памяти людей (сохранились хроники о мощнейшем землетрясении в VI веке н. э., сильно изменившем подводный рельеф Эгейского моря). Гипотеза о том, что Атлантида располагалась на одном из островных архипелагов Средиземноморья и погибла при извержении вулкана Санторин, подробно обсуждается в третьей главе книги.

Об Адриатиде, а также других ныне затопленных землях Средиземноморья — Мальтиде, Тритониде, Лигуриде — читатель узнает из четвертой главы книги. Пятая глава посвящена землям, которые ныне стали дном Азовского, Черного и Каспийского морей — реликтов древнейшего моря Тетис. Это Понтида, следы которой теряются на обширных пространствах черноморского шельфа, Хазарида и Каспида, располагавшиеся там, где сейчас плещутся волны Каспия.

Вопросы, связанные с «атлантидами моря Тетис», с затонувшими землями, перерастают, как говорит автор книги в эпилоге, в глобальные проблемы, касающиеся истории нашей планеты, судеб целых материков и океанов.

### Природные ориентиры

Школьникам, увлекающимся туризмом, адресована книга А. Е. Меньчукова «В мире ориентиров». Она выпущена издательством «Недра» в 1986 году в серии «Научно-популярная библиотека школьника».

В книге собраны разнообразные сведения из области географии, астрономии и биологии, которые могут быть использованы для приближенной ориентировки на местности и определения времени.

Прежде всего читатели знакомятся с картографическими проекциями, определением координат по топографической карте, ориентированием на местности с помощью карты и компаса. Затем в книге рассматриваются способы определения сторон горизонта не только по Солнцу, Луне и звездам, но и по растениям, рельефу местности и так далее. Отдельная глава книги посвящена особенностям ориентирования в различных природных условиях (в лесу, в степи, в горах и др.). Школьникам сообщается и о том, как ориентируются космонавты во время орбитального полета и экспедиций на Луну.

В главе «Ориентирование во времени» рассказывается о приближенных способах определения времени по Солнцу и компасу, Луне и компасу, по созвездиям Большой Медведицы, а также по птицам и растениям.



## Радиоинтерферометрия и дальняя космическая навигация

**Как устанавливают положение в пространстве движущихся космических аппаратов! Может ли точность определения их координат экономить топливо двигателей! Обо всем этом и рассказывается в статье.**

### ПЕРВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

4 октября 1957 года мир облетела радостная весть — Советский Союз вывел на орбиту первый искусственный спутник Земли. Вскоре ряд институтов Академии наук СССР и ведомств получили задание — в срочном порядке развернуть работы по созданию и вводу в действие измерительных комплексов для определения траекторий движения космических аппаратов. Прежде всего нужны были крупные антенны, расположенные в южных районах страны и обеспечивающие прием слабых сигналов в течение максимально возможного времени.

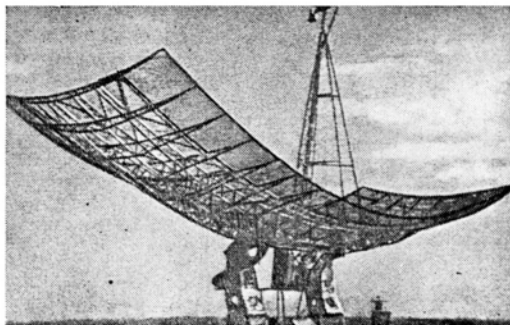
Такие антенны, сравнительно небольшие по современным представлениям, имелись в Крыму близ поселка Качивели на радиоастрономической станции Физического института АН СССР. Это были полноповоротные антенны с усеченными параболическими зеркалами, с их помощью осуществлялись наблюдения Солнца и спектральные исследования. Заведующий лабораторией колебаний ФИАНа член-корреспондент АН СССР А. М. Прохоров (ныне академик) весной 1958 года выехал в Крым для организации работ, связанных с созданием необходимого измерительного комплекса. Радиоастрономы ФИАНа обладали большим опытом по определению координат источников космического радиоизлучения. Для этого они использовали **радиоинтерференционные методы измерений** (Земля и Вселенная, 1983, № 1, с. 4.— Ред.). Но такие источники неподвижны на небе, их положение устанавливалось путем длительных наблюдений. Здесь же требова-

лось находить положения подвижной цели, расчетную траекторию которой можно было указать лишь приблизительно, причем ее координаты надо было давать в реальном времени, по крайней мере в пределах нескольких часов. Да и точность измерений по тем временам требовалась весьма высокая — около одной минуты дуги.

А. М. Прохоров четко сформулировал задачи коллектива и сроки выполнения работ, организовал оперативную группу во главе с В. В. Виткевичем. Группа определила методику измерений и параметры радиоинтерферометра. Вообще радиоастрономы ФИАНа всегда работали с достаточно широким размахом, но то, что предстояло решить, ставило и их порой в тупик. Чего нельзя было сказать о наших смежниках и помощниках.

Для начала следовало разместить на территории станции большое количество людей и аппаратуры, в том числе и командно-измерительный комплекс на горе Кошка. Нужны были помещения. За два-три месяца построили дома и даже открыли два ресторана в Качивели и на горе Кошка, обеспечившие круглосуточным питанием сотрудников и участников работ. Большую трудность представляли перемещение антенн и установка их на новых местах с точностью до нескольких миллиметров — чтобы образовать **интерферометр с базой строго определенной длины и ориентации**. Но и эта задача оказалась преодолимой: срочно вызвали геодезистов, в течение нескольких дней заложили необходимые фундаменты, пришли мощные тягачи — и за два часа антенны были установлены. Это так открыло наших коллег, что они решили заодно перенести в Крым и 22-метровый радиотелескоп. В Пуццино выехала комиссия и приняла конкретный план, как провести такую операцию. Здесь уж потребовался весь авторитет ФИАНа и даже президента АН СССР, чтобы отстоять уникальный радиотелескоп.

Одна из антенн радиоинтерферометра ФИАН в СССР в Кацивели, на котором проводились измерения координат первых космических ракет. Размеры параболического зеркала  $18 \times 8$  м

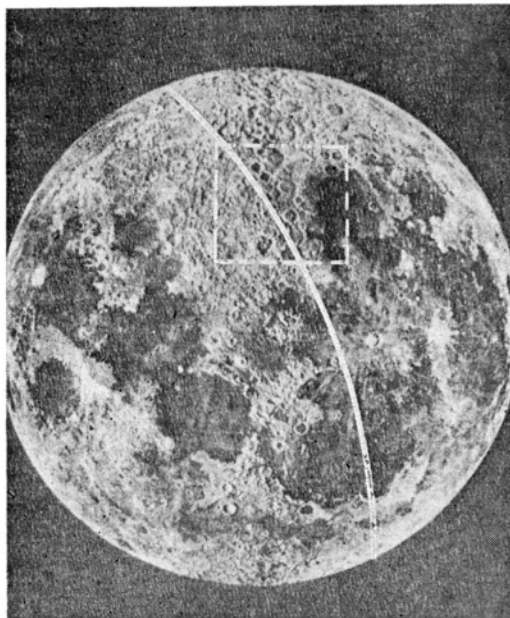


Передатчики на первых космических ракетах имели длину волны 1,7 м; к осени 1958 года изготовили специальные **облучатели**. Стали их проверять, и выяснилось, что электрические параметры не соответствуют заданным. В течение суток были вызваны из Москвы и Ленинграда ведущие антенщики страны — в чем дело, почему такое расхождение? Профессор Б. В. Браудэ спокойно подошел к облучателю (дипольной решетке) и спросил: «А вы настроили их? Длина облучателей сделана специально с припуском, чтобы на месте подогнать точно. Отрезать ведь всегда проще»... В течение нескольких часов технику настроили как надо. Сейчас все это вспоминается с юмором, а тогда было не до шуток, счет шел на дни. Назавтра облучатели полностью установили, и началась настройка антенн, а затем и радиоинтерферометра. Тут тоже получалось не очень гладко. Радиоастрономы обратились к своим привычным средствам — источникам космического радиоизлучения. Но антенщики не верили им: как это можно без передатчиков измерить параметры антенн по каким-то Лебедам и Девам? (Лебедь А и Дева А — сильные источники космического радиоизлучения, плотности потоков радиоизлучения и координаты которых хорошо известны радиоастрономам).

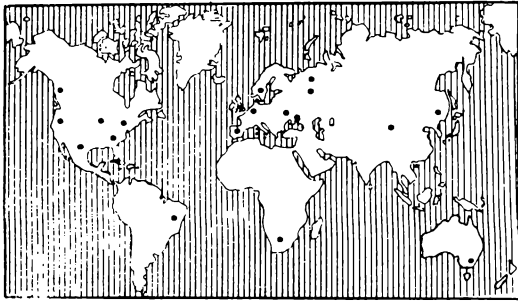
полагалось находиться на оси антенны в течение всего времени юстировки, то есть несколько часов, а это не под силу никакому вертолету. Поэтому, полетав несколько дней, вертолет ушел, так и не решив поставленную задачу. Пришлось примириться с радиоастрономическими методами. И фиановцы начали ловить «дев», «лебедей» и прочих экзотических «животных».

Через некоторое время построили карты — пересечения **радиоинтерференционных лепестков** с небесной сферой, а уж по таким картам можно было оперативно определять положение измеряемого источника на небосводе.

Антенщики настаивали на своих традиционных методах: определению параметров по сигналам передатчика. Но передатчик требовалось вынести в дальнюю зону, что для радиоинтерферометра — достаточно большое расстояние. Кроме того, и это усложняло дело, передатчик должен был медленно проходить через **диаграмму направленности**. Иначе приборы не успевали отслеживать изменения сигналов. Не говоря уже о том, что при измерении параметров антенны источнику сигналов



**Место прилунения контейнера, доставленного второй космической ракетой. Оно определялось с помощью измерений на радиоинтерферометре ФИАН (данные показаны линией) и измерений специального автоматизированного комплекса (данные показаны квадратом)**



Глобальная радиоинтерференционная сеть, использованная для определения траектории движения аэростатных зондов (проект «Вега»)

Все это выглядело весьма экзотично и вызвало нескрываемую иронию, если не недоверие со стороны наших смежников. Однако несмотря ни на что к концу 1958 года все было готово к измерениям.

В начале января 1959 года стартовала первая ракета, развившая вторую космическую скорость и покинувшая Землю, она стала первым искусственным спутником Солнца. Вторая ракета «Луна-2» стартовала в сентябре, а третья — в октябре 1959 года. Поскольку измерения проводились с помощью **одного радиоинтерферометра**, определить удавалось только **одну координату**. В сочетании с другими данными, в том числе измерительного комплекса радиоконтроля, было установлено, что место прилунения второго аппарата находится в районе кратера Архимед. Сигнал от «Луны-2» прекратился 14 сентября 1959 года в 0 ч 02 мин 22 с по московскому времени. Учитывая, что электромагнитные волны от Луны до Земли идут 1,2 с, нетрудно подсчитать: встреча с лунной поверхностью произошла примерно в 0 ч 02 мин 21 с.

Но чтобы измерить **обе координаты**, необходимо иметь **два интерферометра** с соответствующими ориентациями баз, либо располагать тремя антеннами, образующими **интерференционный треугольник**. В том случае, если известен закон движения измеряемого источника, можно определить обе координаты, проведя измерения при разных позиционных углах, то есть на восходе и на заходе.

## ПОРАЗИТЕЛЬНЫЕ УСПЕХИ РАДИОИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

Космическая техника бурно развивается — созданные людьми аппараты покидают околоземное пространство и уходят к ближайшим планетам. Это требует развития наземных средств связи. Под руководством академика В. А. Котельникова строятся огромные антенны, сверхчувствительные усилители, охлаждаемые жидким гелием. Вблизи Евпатории организован специальный Центр дальней космической связи, который вошел в строй уже в начале 60-х годов. Здесь создаются специальные радиоинтерферометры, необходимые для решения конкретных астронавигационных задач.

По мере того, как космические аппараты все дальше уходят от Земли, требуется все большая **угловая точность**, чтобы определить их положение. Немалых успехов достигли и в радиоинтерферометрии. В начале 60-х годов в нашей стране был предложен **метод сверхдальней радиоинтерферометрии** (Земля и Вселенная, 1978, № 1, с. 4.— Ред.), который заключается в приеме сигналов исследуемого источника далеко разнесенными антеннами, преобразовании их (понижении частоты) и регистрации на магнитофонах. Преобразование сигналов и синхронизация записей производится с помощью высокостабильных атомных стандартов частоты. Антенны интерферометра не связаны между собой каналами связи, и расстояние между ними (а следовательно — и угловое разрешение) может быть сколь угодно большим. Сигналы, зафиксированные на магнитных лентах, в дальнейшем считываются ЭВМ и перемножаются. Выделяемые коррелированные сигналы соответствуют интерференционным лепесткам. Первые разработки аппаратных комплексов основывались на стандартной вычислительной технике типа IBM, а сигналы регистрировались в машинном коде на цифровых магнитофонах — в полосе 360 кГц.

13 ноября 1969 года радиоинтерференционным методом было измерено положение синхронного спутника с точностью 5 см (США). Наблюдения проводились одновременно на антеннах, расположенных в Грин Бенк (Западная Вирджиния), Тигборо (Массачусетс) и Овенс Велли (Калифорния). Передатчик спут-



ника излучал псевдодушумовой сигналом мощностью 1 кВт в полосе 10 МГц. Этот сигнал принимался антеннами и регистрировался в полосе 360 кГц, а в дальнейшем обрабатывался на ЭВМ типа IBM. Измерения проводили последовательно на 8 частотах, расположенных в пределах 10 МГц, это исключало неоднозначность в определении координат спутника. Синхронизация времени в пунктах приема осуществлялась по наблюдениям квазаров.

26 июля 1971 года стартовал космический корабль «Аполлон-15», 7 августа он вернулся на Землю. По программе экспедиции астронавты Д. Скотт и Дж. Ирвин спустились на лунную поверхность и совершили поездку на лунном ровере «Ровер». В общей сложности они проехали около 27 км с удалением от лунного модуля на расстояние до 5 км. Каждый шаг астронавтов в буквальном смысле слова контролировался наземной сетью станций, расположенных во Флориде, в Испании и на острове Вознесения, — по сигналам, передаваемым с «Ровера» и лунного модуля. Точность определения координат «Ровера» относительно лунного модуля составляла 15 см, время этого измерения было всего 0,05 секунды. Инструментальная ошибка составляла 1,5 см. Такой точности можно позавидовать и на Земле. Абсолютная же точность, с какой устанавливалось положение астронавтов на Луне, была 1—3 м и зависела от ошибок определения эфемерид.

#### ВСЕ ДАЛЬШЕ ОТ ЗЕМЛИ...

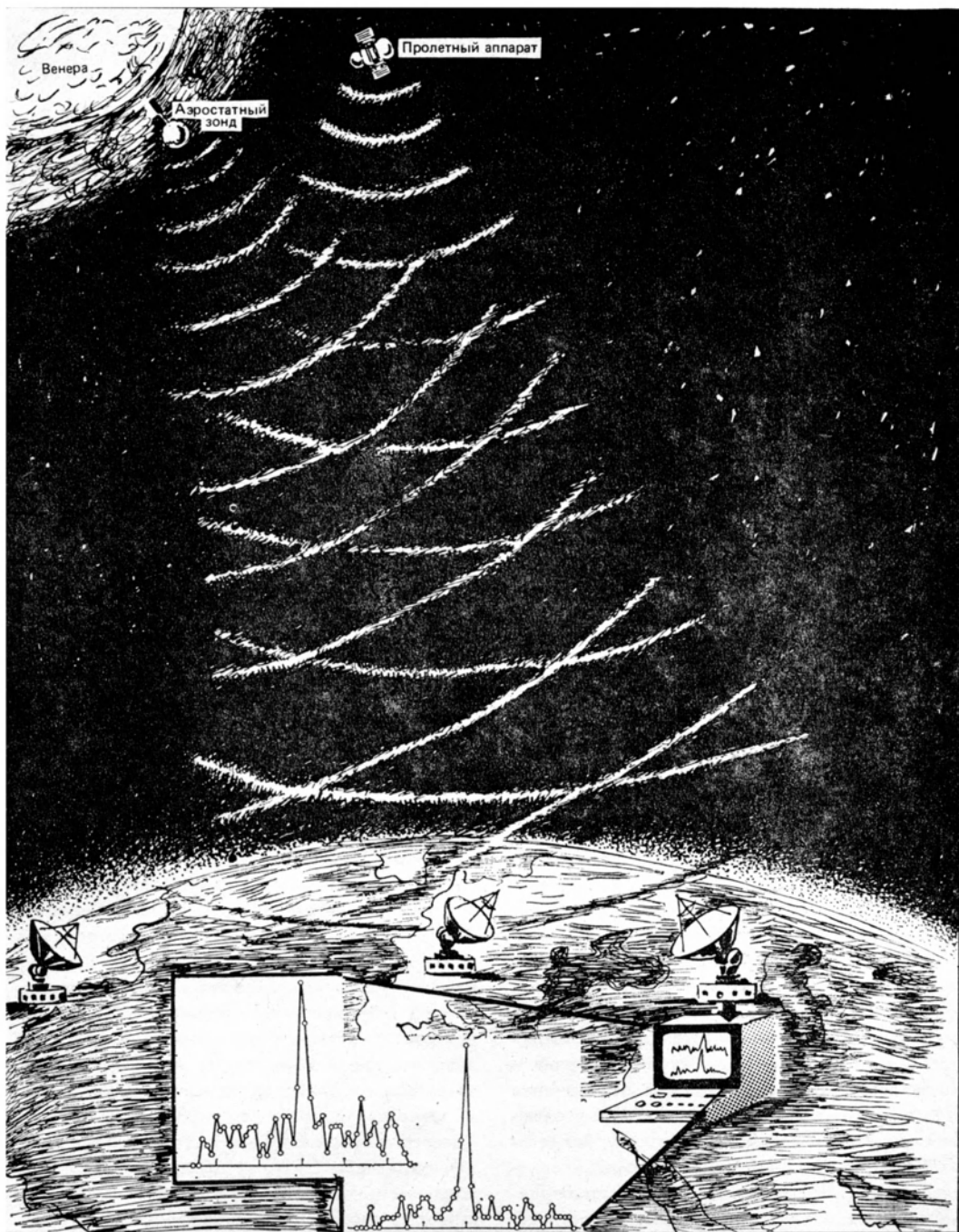
Развитие космонавтики ставит все более сложные задачи перед наземными измерительными комплексами. В то же время успехи наземных средств способствуют большим космическим достижениям. Одним из таких примеров могут служить миссии «Вояджеров», направленных к Юпитеру, Сатурну, Урану и Нептуну. Полет продолжается, «Вояджер-2» пролетел около Юпитера, Сатурна и Урана и теперь движется к Нептуну. Для обеспечения связи с космическими аппаратами сеть наземных станций близ Мадрида в Испании, Голдстоуне (США) и Тидбинбилле (Австралия) оснастили специальными усилителями, охлаждаемыми до температуры, близкой к абсолютному нулю. Кроме того, повысили эффективность антенн: так, антенна в Тидбинбилле скоро будет наращена с 64 до 70 м. Была укорочена и длина волны — до 2 см. Значительное совершенствование наземной аппаратуры облегчи-

ло требования к космическому аппарату, его энергетике. Это позволило снизить мощность бортового передатчика, сэкономить топливо маневровых двигателей.

Чтобы точно установить координаты космического аппарата в пространстве, пришлось проделать огромную работу по определению точного положения **опорных источников** на небесной сфере. Теперь это были квазары. Точность измерения их координат составила несколько тысячных долей секунды дуги, что соответствует ошибке примерно в 1 км для расстояния в 100 млн. км. Такие исследования дали возможность выводить космический аппарат на заданную траекторию с минимальным расходом топлива.

Еще один пример. В декабре 1984 года советские межпланетные станции «Вега-1» и «Вега-2» стартовали с Земли и в июне 1985 года подошли к Венере. Забросив научный «десант» на планету, космические аппараты направились дальше — к комете Галлея.

Надо сказать, к этому времени **сверхдальняя радиointерференционная сеть** охватила почти все континенты — практически все крупные радиотелескопы мира были объединены в один глобальный радиотелескоп. На этом мощном инструменте исследовались сверхтонкая структура ядер квазаров и галактик, области образования звезд и планетных систем; изучались подвижки литосферных блоков и дрейф континентов. Но такую сеть нужно было расширить — заполнить брешь на азиатском континенте. В нашей стране в срочном порядке начали сооружать 70-метровые полноповоротные параболические антенны. Одну антенну построили в Евпатории (в Центре дальней космической связи), вторую — в Уссурийске. Их оснастили необходимыми аппаратурными комплексами, включая водородные стандарты частоты. Кроме этих антенн использовались также 22-метровые антенны в Симеизе и Пущино, 64-метровая антенна в Медвежьих Озерах и 26-метровая в Улан-Удэ. Оснастили необходимой аппаратурой и Центры дальней космической связи НАСА. К моменту подхода космических станций «Вега-1» и «Вега-2» к Венере глобальная радиointерференционная сеть была готова к приему сигналов. Всего в работе участвовало 20 крупных антенн, расположенных в разных странах и на разных континентах, в том числе крупнейший полноповоротный 100-метровый радиотелескоп в Эффел-



Сигналы от аэростатного зонда и пролетного аппарата (проект «Вега») принимались на 70-метровой антенне в Евпатории. Сравнение их фаз (сигналы показаны

на экране дисплея) позволяло установить положение аэростатного зонда относительно пролетного аппарата и узнать траекторию движения зонда в атмосфере Венеры

сберге (ФРГ) и 300-метровый инструмент с неподвижным сферическим зеркалом в Аресибо (Пуэрто-Рико).

Этот эксперимент имел некоторую специфику: передатчики аэростатных зондов, сброшенных в венерианскую атмосферу, излучали **монохроматические сигналы**, и мощность их была чрезвычайно мала. Чтобы различить столь слабые сигналы, пришлось создать специальное математическое обеспечение, с помощью которого выделялся сигнал в очень узкой полосе, равной сотым герца. Поиск сигнала требовал большого машинного времени, поэтому сначала обрабатывались данные наблюдений на самых крупных инструментах, обладавших высокой чувствительностью. Например, на 70-метровой антенне этот сигнал можно было «увидеть» в течение одной секунды, а затем, выделив его и определив точную частоту, уже обрабатывать данные только на такой частоте, что существенно сэкономило время ЭВМ. Далее, имея «частотную легенду» сигнала, вычисляли ожидаемую частоту его в месте расположения радиотелескопов меньших размеров, меньшей чувствительности. Подобный пересчет был необходим, поскольку **из-за вращения Земли частота принимаемого сигнала на каждом из радиотелескопов смещается под действием эффекта Доплера**. Скорости радиотелескопов по отношению к источнику сигналов разные (один радиотелескоп, к примеру, движется по направлению к источнику, а другой в это время — наоборот, удаляется от него), стало быть, частоты принимаемых сигналов отличаются. После выделения монохроматических сигналов можно было переходить к определению разности фаз сигналов, принятых на разных антеннах, то есть к установлению интерференционного сигнала и нахождению координат исследуемого источника.

По земным масштабам точность такого определения была на первый взгляд, возможно, и не очень большой — несколько сот метров. Абсолютное же положение требовалось определить с точностью до нескольких десятков километров, тогда как скорость движения аэростатного зонда составляла около 3 км/ч — это скорость обычного пешехода. Но нужно помнить, что все это происходило на расстоянии 110 млн. км от Земли. Для исключения всевозможных ошибок измерений, в том числе влияния атмосферы и ионосферы Земли,

аппаратурные ошибки определяли относительно самой космической станции, которая излучала сигнал, аналогичный сигналу аэростатного зонда. Условия приема обоих сигналов идентичны, они принимаются одновременно, и поэтому различные ошибки практически исключены. Высокая монохроматичность излучения бортовых генераторов, большая стабильность их частоты позволили **по доплеровскому смещению частоты передатчика установить продольную скорость его движения** и в дополнение к радиоинтерференционным измерениям в картинной плоскости **определить полный вектор** — истинную величину скорости и ее направление.

Уникальная космическая экспедиция прошла успешно. Уже предварительная обработка данных наблюдений показала, что аэростатные зонды были выведены точно в расчетные области Венеры на ночной стороне, около полуночи по местному времени, в точки с координатами: «Вега-1» — широта  $+8,1^\circ$ , долгота  $176,9^\circ$ ; «Вега-2» — соответственно  $-7,5^\circ$  и  $179,8^\circ$ . Аэростаты пролетели около трети окружности планеты в широтном направлении, высота 53—54 км, средняя скорость 69 м/с («Вега-1») и 66 м/с («Вега-2»). Закончили они работу уже на дневной стороне, когда Солнце было над горизонтом — под углом около  $30^\circ$ . Обработка данных измерений продолжается, и в скором времени мы получим еще более детальную информацию об «Утренней звезде».

Космические станции «Вега-1» и «Вега-2», сбросив контейнеры с аппаратурой на Венеру, совершили сложный маневр и направились к своей основной цели — комете Галлея. Так как масса головы кометы невелика, ее гравитационное притяжение не могло помочь в сближении. Станции требовалось вывести в нужные точки, координаты которых к тому же были известны достаточно приближенно. Ответственность еще больше возростала, поскольку следом шел аппарат «Джотто» (Европейское космическое агентство). Определив точное положение головы кометы с борта наших станций, можно было «подогнать» «Джотто» еще ближе к голове кометы. Радиointерферометры установили координаты «Веги-1» и «Веги-2» и вывели их к комете. Получив корректирующие данные с помощью наших станций, удалось провести «Джотто» настолько близко от головы кометы, что он прошел сквозь достаточно плотную среду, испаряемую ядром,

в результате чего даже на время была потеряна связь.

В заключение хотелось бы отметить, что эта выдающаяся космическая экспедиция стала возможной не только благодаря высокому развитию науки и техники — важную роль сыграло объединение усилий ученых и специалистов разных стран и, конечно, интеграция тех-

нических средств, в том числе создание мощных радиоинтерференционных сетей. Без преувеличения можно сказать: проект «Вега» стал принципиально новой формой международного научного сотрудничества, новым шагом человечества в исследовании и освоении космического пространства.

## Пульсары из двойных систем

Вскоре после открытия радиопульсаров астрофизиков заинтересовала такая проблема: как отличить пульсары, образовавшиеся в двойных системах, от подобных объектов, возникших при взрывах одиночных звезд? Очевидно, это можно сделать, определив пространственную скорость пульсара, выброшенного из двойной системы. Она должна быть больше, чем скорость движения пульсара, образовавшегося из одиночной звезды. Но измерение собственных движений — задача чрезвычайно сложная.

Итальянские ученые М. Фраккасини, П. Магги и Л. Пасинетти исследовали, как распределены пульсары на небе, и выделили несколько пар пульсаров. В каждой такой паре они расположены на небольшом угловом расстоянии друг от друга — значит, можно предположить, что эти пульсары когда-то образовались в двойной системе, то есть после взрыва сверхновой система распалась, а пульсары разлетелись в разные стороны. Правда, здесь нужно учесть, что пульсары образовались не одновременно: сначала закончила эволюцию более массивная звезда и возник первый пульсар. Причем при этом первом взрыве сверхновой двойная система не распалась. Затем закончила эволюцию вторая звезда, и вот тогда новый взрыв и разорвал систему. Значит, если пары



пульсаров действительно существуют, а не являются результатом случайной проекции, то один пульсар должен быть старше другого на тот промежуток времени, который прошел между первым и вторым взрывами сверхновых в двойной системе.

Ученые разделили все пульсары по возрастам (современная классификация их на Р- и О-типы позволяет это сделать; Р-пульсары считаются более молодыми, чем О-пульсары). Были отобраны пары, каждая из которых содержала бы пульсары разных типов. Когда же была исследована разность возрастов этих объектов в каждой паре, оказалось, что в среднем она составляет 4,8 млн. лет. То есть по мнению итальянских ученых около 1/3 всех известных сейчас пульсаров могли образоваться в двойных системах. Если же учесть, что многие пульсары не могут наблюдаться с Земли, получается: именно большинство пульсаров, существующих в Галактике, образовалось в двойных системах.

Astrophysical and Space Science,  
1986, 128, 2

## Телескоп, работающий в субмиллиметровом диапазоне

В декабре 1986 года ученые Королевской обсерватории в Эдинбурге (Шотландия) приступили к пробным работам на новом телескопе, расположенном на горе Мауна-Кеа (Гавайи). Принципиальное отличие прибора заключается в том, что он способен принимать излучение в диапазоне субмиллиметровых длин волн — от 0,3 до 1 мм, то есть волн, лежащих между радиои и инфракрасным диапазонами. Телескоп находится на высоте 4200 м над уровнем моря выше слоя воздуха, в котором заключена основная часть атмосферной влаги, препятствующей прохождению субмиллиметровых волн.

Чашеобразная антенна телескопа диаметром 15 м состоит из 276 отдельных панелей, способных самостоятельно перемещаться.

В первые дни работы телескоп, которому присвоено имя выдающегося английского физика Джеймса Максвелла, принял субмиллиметровые сигналы Луны, Юпитера и Марса и зарегистрировал излучение в полосе окиси углерода, поступающее из туманности Орiona.

New Scientist, 1986, 112, 1539

## Атлантический «коллега» Эль-Ниньо



Изучив метеорологические и океанологические данные в Атлантическом океане в 1984 году, научный сотрудник Геофизической лаборатории динамики жидкостей (Принстон, штат Нью-Джерси, США) Дж. Х. Филандер заявил, что в Атлантике возникает явление, сходное с тихоокеанским Эль-Ниньо. Это резкое потепление вод и воздушного пространства на огромной акватории.

В изучаемый период в экваториальной Атлантике поверхностный слой воды необычайно потеплел, а скорость ветра существенно уменьшилась. Полоса облачности, которая каждую весну простирается вблизи экватора между Африкой и Южной Америкой, с наступлением лета, против обыкновения, не исчезла. Она вызвала мощные осадки на востоке Бразилии и на западе Анголы. Зато к северу от этих регионов — в бассейне Амазонки и на примыкающих к Сахаре территориях — усилилась засуха.

В проявлениях таких аномалий, как и в Эль-Ниньо, заметна известная цикличность, но возникают они реже. Если Эль-Ниньо регистрируется один раз в 3—5 лет, то его аналог в Атлантике, судя по архивным метеоокеанологическим данным, наблюдается с периодом примерно в 20 лет. Последний раз он проявлялся в 1963 году.

Биологические последствия обоих событий сходны. В результате катастрофического потепления в Атлантике в 1984 году у побережья Анголы погибло огромное количество сардин, макрели и анчоуса, то есть тех же самых видов рыбы, что погибают во время Эль-Ниньо у побережья Перу.

Как известно, Эль-Ниньо отражается на погодных явлениях буквально во всех районах земного шара. События в Атлантике также повлияли на осадки и температуру в Западной Европе и в Африке,

но повлияли меньше, что, вероятно, объясняется втрое меньшими размерами Атлантического океана по сравнению с Тихим.

Чем же все-таки отличается Эль-Ниньо от атлантического потепления 1984 года? В Тихом океане с наступлением подобных событий облачность, располагавшаяся над островами в западной его части, передвинулась на восток, в более теплую область, вызвав засуху в Австралии, Индонезии и на Филиппинах. В Атлантике же этого не случилось: облака остались в обычном для них районе Бразилии. Выясняется предположение, что разогретая суша Южной Америки не позволила облачным образованиям сместиться на восток.

Nature, 17 июля 1986 г.

## Гигантский пояс полезных ископаемых

Урал, как считалось еще полвека назад, — это часть трансконтинентальной зоны глубинных разломов, часть «Урало - Омано - Мадагаскарской оси», отделяющей Европу от Азии. Геолого-геофизические исследования, выполненные в последние годы на территории СССР, Ирана и Омана, подтвердили существование такой зоны. Проанализировав комплекс данных, член-корреспондент АН СССР Л. Н. Овчинников и Ф. Я. Корытов (Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии рудных элементов) установили, что меридиональные разломы, действительно, тянутся южнее Урала — вплоть до границы СССР с Ираном и еще

дальше — по территории Омана. Пояс разломов продолжается затем в Индийском океане, где образует несколько ветвей. К северу от Урала пояс разломов тянется в Северном Ледовитом океане, проходя по острову Новая Земля и желобу Святой Анны, котловине Нансена, поднятию Ломоносова и хребту Гаккеля. Состоящий из множества мегаблоков, протяженный и проникающий вглубь до ядра Земли, этот пояс разломов представляет собой звено глобальной системы рифтовых структур.

Одновременно это крупнейший на Земле минерагенический пояс, где обнаружены полезные ископаемые. На северном его мегаблоке — Новой Земле — обнаружены проявления свинца, цинка, барита, марганца. На Полярном и Приполярном Урале оруденение включает к тому же железо, медь, хромиты. Южнее, в Приаралье, имеются гидротермальные месторождения железных руд и сульфата натрия, а в Центральном-Каракумском мегаблоке — месторождения газа. На Восточно-Иранском мегаблоке известны оруденения меди, свинца, цинка, железа, хромитов; на Оманском мегаблоке — цинка, золота; а на острове Мадагаскар — самом южном мегаблоке пояса разломов, — как и на Урале, найдены месторождения редких металлов и графита. С обеих сторон Урало-Ирано-Оманского минерагенического пояса располагаются нефтеносные провинции, которые являются и крупнейшими соленосными бассейнами мира. Формирование полезных ископаемых в Урало-Ирано-Оманском поясе связано с подъемом флюидов различных веществ из мантии Земли в верхние слои по разломам земной коры.

Доклады АН СССР, 1986, 290, 5



## Сейсмологи контролируют ядерные взрывы

**Год назад начался совместный советско-американский эксперимент по контролю за проведением ядерных испытаний. О нем рассказывает один из организаторов эксперимента, заместитель директора Института физики Земли имени О. Ю. Шмидта АН СССР профессор М. Б. Гохберг.**

### БЕЗОПАСНЫ ЛИ ПОДЗЕМНЫЕ ЯДЕРНЫЕ ВЗРЫВЫ?

Иногда говорят—такое мнение бытует в западной прессе,—будто испытания ядерного оружия под землей не представляют почти никакой опасности для жизни людей. Проводятся, дескать, эти испытания в достаточно глубоких скважинах, и при соблюдении определенных условий радиоактивного выброса в атмосферу не происходит. Но так ли это? На первый взгляд подземные ядерные взрывы менее опасны, чем, скажем, взрывы в атмосфере, но только на первый взгляд. Вот как они проводятся. Заряд обычно закладывается в специально пробуренные скважины или штольни глубиной от 200 до 600 м (по американским данным). При этом стремятся выдерживать определенное соотношение между величиной заряда и глубиной, на которую его помещают. Если оно строго выдерживается, то теоретически радиоактивный выброс исключен.

Однако на практике часто получается иначе. В момент самого взрыва, вспучивающего огромный массив пород, на поверхности массива образуются трещины. Если ошибочны расчеты заряда и глубины скважины или если реальная порода, из которой сложен массив, отличается от предполагаемой (а такой риск всегда есть), то по этим трещинам могут утекать радиоактивные вещества. И, конечно, чем больше производится взрывов, тем выше общая радиоактивная зараженность почвы,

а значит, и грунтовых вод. Радиоактивные вещества могут разноситься подземными водами на сотни километров вокруг.

В результате различных просчетов, включающих и конструктивные ошибки, радиоактивные газы и золи выбрасываются в атмосферу, а затем при неблагоприятных условиях растекаются в ней. Во время одного из подземных ядерных испытаний в Неваде в туннеле, где был заложен заряд, не закрылась одна из перегородок. Туннель заполнился радиоактивными веществами. Затем один за другим произошло несколько взрывов, что, конечно, привело к резкому повышению уровня радиации вблизи испытательного полигона. Свидетельство тому — протесты и демонстрации жителей окрестных районов Невады.

Без сомнения, опасность, которую приносят подземные ядерные взрывы, не ограничивается только утечками радиоактивных веществ. Дело еще и в том, что испытания — это предпосылка совершенствования ядерного оружия, они неизбежно приводят к новым и более устрашающим его видам и к накоплению оружия в громадных масштабах.

### КОНТРОЛЮ ПОДДАЕТСЯ

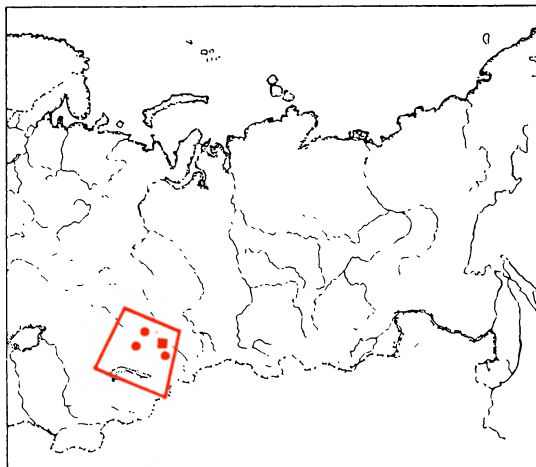
Известно, что на предложение Советского Союза объявить мораторий и заключить договор о запрещении ядерных испытаний США и Великобритания не раз отвечали отказом. Главный аргумент выдвигался такой: соблюдение договора невозможно, поскольку технические средства, имеющиеся на сегодняшний день, не обладают достаточной чувствительностью, чтобы обнаружить и зафиксировать все ядерные взрывы. Однако аргумент этот несостоятелен. Можно сказать со всей определенностью, что проблемы обнаружения подземных ядерных взрывов в настоящее время просто-напросто не существует. Все до одного взрывы могут находиться под контролем. Сейсмические станции, расположенные в раз-

личных точках планеты, способны дать совершенно четкую картину всех изменений, происходящих в земной коре в тот или иной интервал времени. Мало того, можно только поражаться точности, с которой станции «рисуют» эту картину: достаточно сказать, что место взрыва сегодня определяется с погрешностью в доли географического градуса.

Вот что происходит во время ядерного взрыва глазами сейсмолога. Какая-то доля энергии взрыва идет на создание сейсмических волн — упругих колебаний земного вещества. Однако каждый сейсмолог, имеющий опыт работы с аппаратурой, скажет, что спектр этих волн совершенно иной, чем спектр волн, распространяющихся от землетрясений. Чтобы не спутать их с последними, ученые разработали специальные алгоритмы, имеющие математическую фильтрацию. По ним несложно выделить волны от ядерных испытаний.

Скрыть ядерные испытания очень трудно, даже невозможно. Хотя в западной печати и говорят о специальных «мерах сокрытия» взрывов. Но способы эти скорее теоретические, они мало эффективны. Например, говорят о возможности проведения ядерных испытаний на фоне землетрясений. Но ведь специалисты прекрасно понимают, что если взорвать ядерное устройство во время естественного сейсмического толчка, то на каких-то участках его сигнал, действительно, наложится на сигнал от взрыва. Однако в других местах обязательно будет зарегистрировано явное расхождение — сигналы от землетрясений и ядерных взрывов идут из разных мест и потому приборы их регистрируют в разное время. Да и форма записи этих сигналов сильно отличается. Я уж не говорю о том, что сейсмологи еще не умеют достаточно точно предсказывать время толчка, о каком же «фоне землетрясений» может идти речь?

Называют еще один способ сокрытия ядерного испытания: проводить его во время мощного неядерного, например промышленного, взрыва. Но опять-таки это только теоретическая возможность, ведь величина «фонового взрыва» должна составить десятки тысяч тонн тротила! Более или менее реальный способ состоит в том, чтобы ядерный взрыв меньшей мощности проводить в полости, образованной от уже проведенного ранее мощного подземного испытания. Однако при этом теряется практический смысл таких взрывов,



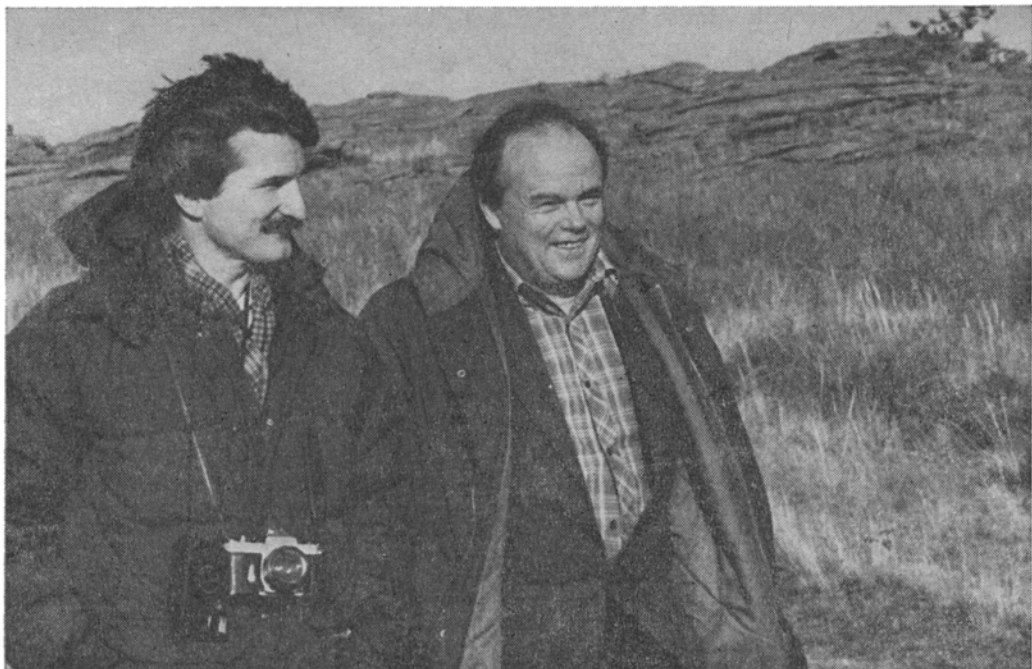
Расположение сейсмических станций (показаны кружками внутри рамки) вблизи Семипалатинского испытательного полигона (показан квадратиком)

ведь их цель — испытывать новое, более мощное оружие... Так что средства утаивания ядерных взрывов едва ли действенны. А если учесть, что будет налажена система взаимного контроля на территории США и Советского Союза, то возможность скрыть ядерные взрывы полностью исключается. Именно на это и направлен советско-американский проект размещения сейсмических станций.

### ХОТЕЛОСЬ БЫ СЛУШАТЬ ТИШИНУ...

Самым важным событием в области контроля за проведением подземных ядерных испытаний является сотрудничество между Академией наук СССР и Советом по защите природных ресурсов США. В рамках соглашения между ними созданы сейсмические станции вокруг советского испытательного полигона вблизи города Семипалатинска и полигона в Неваде. Одна из целей эксперимента — провести совместный контроль на территории этих стран. Аппаратура устанавливалась в тех местах вблизи Семипалатинска, где на поверхность выходят скальные породы древнего фундамента, по которым почти идеально распространяются сейсмические колебания.

Измерительные станции кольцом охватывают советский испытательный полигон, что необходимо для правильной оценки естественных шумов, для детального изучения спектра помех в данном районе. Учитывая помехи,



специалисты расширяют возможности технических средств контроля за взрывами, смогут точнее регистрировать даже самые маломощные взрывы. На первом этапе эксперимента аппаратура была установлена на поверхности, но на втором этапе эксперимента высокочувствительные приборы спрятаны в скважины на глубину до сотни метров.

Уже первые недели работы дали важные результаты. Сейсмическая аппаратура зарегистрировала большое количество промышленных взрывов, которые проводятся в горных карьерах прилегающей территории. Мощность их невелика, всего несколько десятков тонн тротила, но они были зафиксированы надежно, с большим превышением полезного сигнала над фоном. Это хорошая иллюстрация возможностей современной сейсмометрической аппаратуры. К тому же данные эти и записи нескольких землетрясений, произошедших на расстоянии 600—1500 км, говорят, что земная кора в районе Семипалатинского полигона сложена более древними и жесткими породами, чем породы Невадского испытательного полигона. А это означает, что взрыв на Семипалатинском полигоне должен возбуждать более интенсивные сейсмические волны, чем аналогичный взрыв в Неваде.

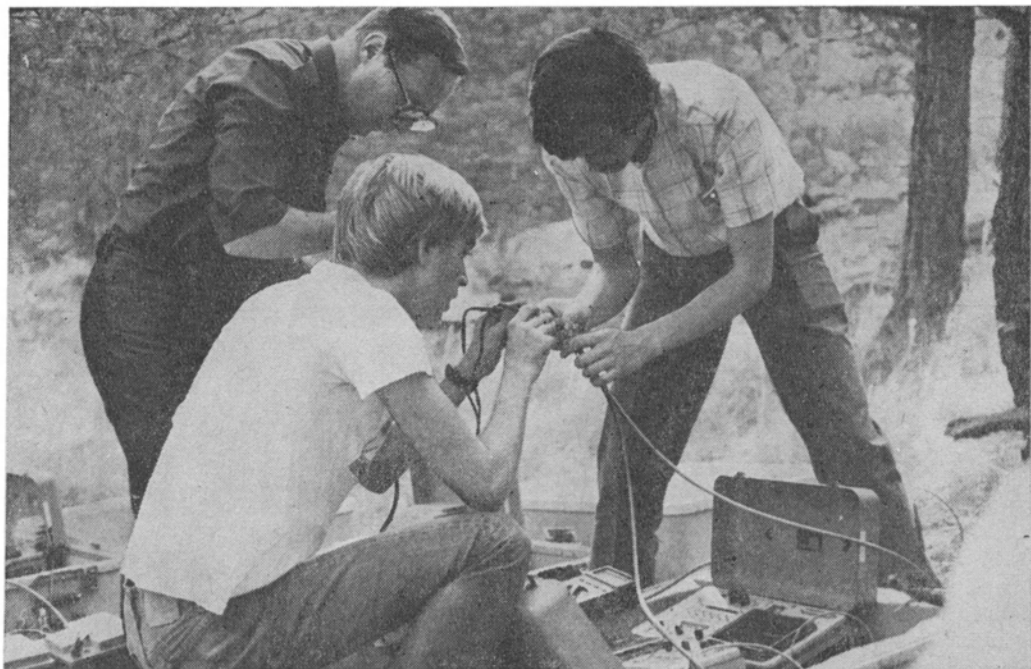
Руководители эксперимента вице-президент АН СССР академик Е. П. Велихов и главный геофизик Комитета по защите природных ресурсов США Т. Кохрэн

Фото АПН

И если для определения мощности взрыва по этим волнам использовать зависимость «мощность — амплитуда сейсмической волны», полученную по данным в Неваде, то мощность «семипалатинского» взрыва будет завышена. Экспериментальное подтверждение этого эффекта сразу же ставит под вопрос претензии американской стороны к СССР по поводу якобы превышения предельной разрешенной мощности испытательных ядерных взрывов в 150 килотонн.

Группу наших ученых пригласили в Неваду для установки советского измерительного оборудования. Совместная советско-американская группа создана и для обработки полученных научных данных. В нее вошли сотрудники Института физики Земли АН СССР и американских исследовательских центров, участвующих в эксперименте. С советской стороны программу возглавил вице-президент АН СССР академик Е. П. Велихов и директор ИФЗ АН СССР академик М. А. Садовский. С американской —





Советские специалисты Евгений Сизов (справа), Евгений Сутулов и американский специалист Дэвид Кэррел (в центре) налаживают оборудование цифрового регистратора SHR-104

Фото АПН

доктор Томас Кохрэн, доктор Чарльз Арчамбо и Джонатан Берджер.

Хочется особо подчеркнуть, что нам быстро удалось найти общий язык с американскими учеными, ведь всем нам ясно, что кроме очень важного в политическом отношении эксперимента научное сотрудничество дает много полезного и для развития фундаментальной науки. Это, например, исследование структуры земной коры и верхней мантии Центрального Казахстана, которые в силу особенностей расположения данного региона, видимо, отличаются от коры и мантии других районов Земли. Выяснение этих отличий может дать значительный вклад в изучение геологического развития нашей планеты.

И еще одна особенность эксперимента: договоренность по всем вопросам достигалась незамедлительно. 28 мая 1986 года в Москве было заключено соглашение между Академией наук СССР и Комитетом по защите при-

родных ресурсов США о проведении эксперимента, а уже 4 июля — чуть больше, чем через месяц, — в нашу страну прибыли американские ученые, и на следующий же день состоялась научная дискуссия по эксперименту. Дальше события развивались столь же быстро: через шесть дней оборудовали первую станцию, а 21 июля дала научную информацию и вторая станция.

Первая сейсмограмма на советском испытательном полигоне была записана буквально через три дня после приезда американских ученых на Семипалатинскую станцию. Эта запись, не искаженная ядерными взрывами, была продемонстрирована на проходившем летом 1986 года в Москве Международном форуме ученых за прекращение ядерных испытаний. Этот исторический документ, на котором поставили свои подписи все участники эксперимента, передан в Центральный музей В. И. Ленина.

Однако спустя меньше двух недель, 18 июля, американские участники эксперимента зафиксировали на советском полигоне ядерный взрыв, проведенный в Неваде. На устройстве визуализации (у американцев оно представляет собой барабан с закопченной бумагой, по которой стальным пером чертится

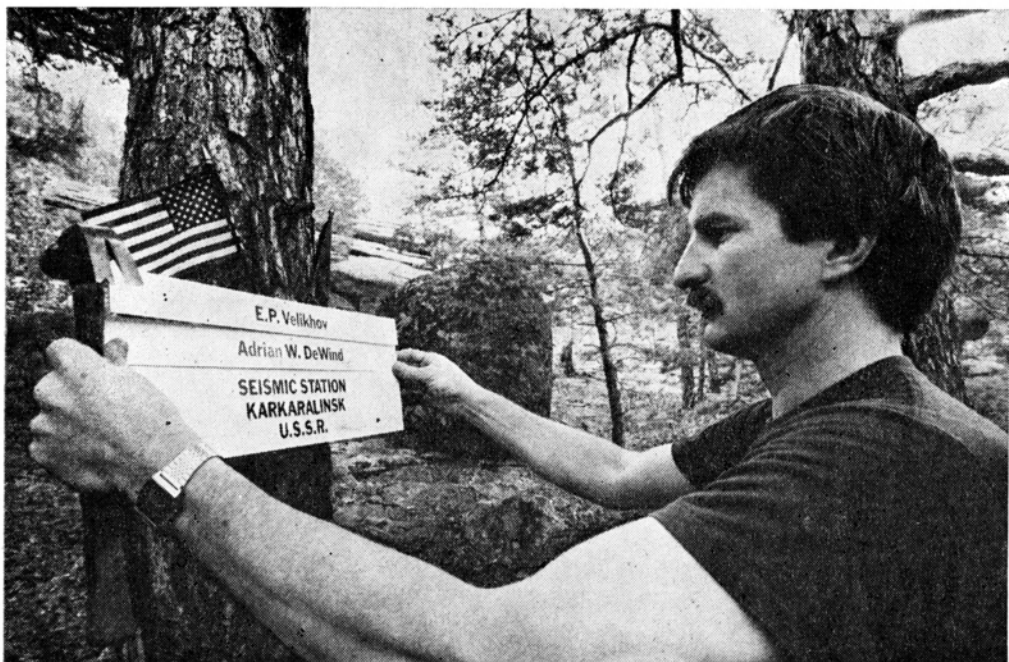


график) прямая линия, фиксировавшая до тех пор только тишину советского полигона, внезапно превратилась в резкий пик совершенно особой формы! Американский сейсмолог Пол Бодин огорченно заметил: «Как инженер я очень доволен, что наша аппаратура прекрасно работает. Но как гражданину мне грустно, что приходится „слушать“ взрыв, волны которого пришли из Соединенных Штатов. Очень бы хотелось, чтобы советские ученые, которым предстоит работать на наших сейсмических станциях, слушали в Неваде тишину — такую же, как мы зафиксировали на вашем полигоне».

**К сожалению, в начале 1987 года положение изменилось. Поскольку США не прекратили проведение ядерных взрывов, Советский Союз был вынужден прервать мораторий на ядерные испытания. Но этот мораторий, длившийся полтора года, не пропал даром: стало ясно, что непроведение испытаний и контроль за ними — дело реальное, была бы только на то политическая воля.**

Томас Кохрэн устанавливает символическую табличку в районе проведения экспериментов

Фото АПН

Окончательные результаты советско-американского эксперимента еще впереди, но хочется надеяться: настанет время, когда характерный импульс, возвещающий о подземном ядерном взрыве, никогда больше не исказит записи спокойного «дыхания» нашей планеты.

Призыв к этому содержится и в Коммюнике совещания Политического Консультативного комитета государств — участников Варшавского Договора от 29 мая 1987 года, где сказано:

«Добиться полного запрещения ядерных испытаний в качестве первоочередной меры в деле прекращения разработки, производства и совершенствования ядерных вооружений, их сокращения и ликвидации. Государства — участники Варшавского Договора предлагают незамедлительно начать полномасштабные переговоры для достижения соответствующих договоренностей в этой области».

# Памяти Андрея Борисовича Северного



Андрей Борисович Северный (1913—1987)

Советская наука понесла тяжелую, невосполнимую утрату. 4 апреля 1987 года скоропостижно скончался крупный ученый-астрофизик, директор Крымской астрофизической обсерватории АН СССР, Герой Социалистического Труда, лауреат Государственных премий СССР, академик Андрей Борисович Северный.

А. Б. Северный родился 11 мая 1913 года в городе Туле. Отец его был научным работником, впоследствии профессором психологии Московского университета, мать преподавала литературу. В школьные годы будущий академик увлеченно занимается астрономией в коллективе наблюдателей при Московском обществе любителей астрономии. С 1928 по 1931 год он работает в гравиметрической лаборатории Московского исследовательского института нефти.

В 1931 году А. Б. Северный поступил в Московский государственный университет, который успешно закончил в 1935 году. Молодой

специалист был принят в аспирантуру, а затем прошел докторантуру. Еще в студенческие годы начал А. Б. Северный свою научную деятельность в области теоретической астрофизики, где получил важные результаты, исследуя внутреннее строение звезд.

В годы Великой Отечественной войны, находясь в эвакуации в Свердловске, Андрей Борисович выполнял большую и ответственную работу по организации Государственной службы времени, столь важной в тот тяжкий период.

Еще осенью 1944 года в Крыму начались работы по определению места для строительства новой обсерватории, которая должна была заменить разрушенную оккупантами обсерваторию в Симеизе. А. Б. Северный энергично включился в эту работу, проведя два сезона в экспедициях, что в то время было далеко не легким делом.

С 1946 года Андрей Борисович в штате нового научного учреждения — Крымской астрофизической обсерватории АН СССР. Он участвует в восстановлении обсерватории в Симеизе, а также в строительстве другой вблизи Бахчисарая, где теперь находится поселок Научный. Здесь все напоминает о Северном, повседневными заботами и усилиями которого Крымская обсерватория стала одной из крупнейших в мире как по оснащению большими телескопами, светоприемниками, средствами вычислительной техники, так и по широте тематики исследований, охватывающей наиболее актуальные проблемы современной астрофизики.

В Симеизе Андрей Борисович начал вести исследования по новому для обсерватории направлению — физике Солнца. Дальнейшее развитие эти исследования получили в более современной обсерватории, где была создана мощная инструментальная база. Впервые в нашей стране А. Б. Северный совместно с сотрудином Института кристаллографии А. Б. Гильваргом изготовили интерференционно-поляризационный фильтр и установили его на внезатменном коронографе. Кроме того, были впервые проведены количественные спектральные исследования солнечных вспышек и других нестационарных процессов на Солнце. Систематические измерения магнитных полей на Солнце позволили выявить тесную связь возникновения вспышек с характерными особенностями магнитных полей. Это составило основу методики прогнозирования вспышек, что имело особенно важное значение для обеспечения радиационной безопасности полетов космонавтов.

Советское правительство высоко оценило работы А. Б. Северного по физике Солнца. В 1952 году за спектральные исследования хромосферных вспышек он вместе с Э. Р. Мустелем был удостоен Государственной премии СССР. С 1968 года Андрей Борисович — действительный член Академии наук СССР. В 1973 году в связи с 60-летием со дня рождения и за большие заслуги в развитии науки

А. Б. Северному присвоено звание Героя Социалистического Труда.

По проекту Андрея Борисовича в Научном построен один из крупнейших в мире башенный солнечный телескоп, введенный в эксплуатацию в 1954 году. Одним из наиболее важных результатов, полученных на этом телескопе в последнее время (инструмент в 1974 году полностью реконструировали), было обнаружение А. Б. Северным с сотрудниками обсерватории В. А. Котовым и Т. Т. Цапом глобальных осцилляций Солнца с периодом 160 минут и амплитудой 10 км.

По инициативе Андрея Борисовича (и при его активном участии) начались наблюдения искусственных объектов — лунных и межпланетных автоматических станций, зондов. В обсерватории разработали методику оперативного определения небесных координат таких объектов и на основе этих работ в дальнейшем был создан целый комплекс специальных станций.

Ученый сумел правильно оценить перспективы и возможности внеатмосферных астрофизических исследований с помощью космической техники, и уже с начала 1960-х годов по его инициативе обсерватория энергично включилась в работы по внеатмосферной астрономии. Созданные под руководством А. Б. Северного приборы успешно функционировали на первых (беспилотных) кораблях-спутниках, на нескольких ИСЗ серии «Космос», на «Луноходе-2», на «Салюте-4», на высокоапогейных спутниках «Прогноз-6 и -7». С использованием этих приборов проводились фотометрические и спектральные наблюдения различных объектов в ультрафиолетовой области спектра.

В марте 1983 года на высокоапогейную орбиту была выведена астрофизическая станция «Астрон», на которой установлен ультрафиолетовый телескоп с диаметром главного зеркала 80 см — крупнейший в мире из выведенных до

сих пор в космос. Телескоп построен в Крымской астрофизической обсерватории совместно с Бюраканской обсерваторией АН АрмССР и при участии ряда промышленных предприятий. За создание этого телескопа и проведенные на нем исследования А. Б. Северному в составе авторского коллектива присуждена Государственная премия за 1984 год.

Научные заслуги А. Б. Северного получили широкое международное признание. Он был академиком Международной академии астронавтики и Геттингенской академии наук, членом-корреспондентом Гейдельбергской академии, членом Королевского астрономического общества (Англия) почетным доктором университетов в Нью-Касле и Вроцлаве, в течение шести лет был вице-президентом Международного астрономического союза.

Перу А. Б. Северного принадлежит более 270 работ. Большое внимание уделял Андрей Борисович и подготовке научных кадров. Более 25 его учеников, как советских, так и иностранных граждан, успешно защитили кандидатские и докторские диссертации, стали известными учеными.

Академик А. Б. Северный активно участвовал в общественной жизни. Его не раз избирали членом Ялтинского горкома и Бахчисарайского райкома, Крымского обкома Компартии Украины, депутатом Крымского областного Совета народных депутатов. Он был делегатом XXII и XXIII съездов КПСС. А. Б. Северный награжден многими орденами и медалями Советского Союза, а также орденом Кирилла и Мефодия I степени Народной Республики Болгарии.

Из жизни ушел крупный ученый, выдающийся организатор науки, светлая память о нем навсегда сохранится в сердцах всех, кто его знал.

Группа товарищей

## НОВЫЕ КНИГИ

### Спутники планет

В астрономической серии «Итогов науки и техники, ВИНИТИ АН СССР» (М., 1986, т. 28) вышла книга Е. Л. Рускол «Естественные спутники планет». В ней освещено современное состояние науки о спутниках Марса, Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна и Плутона, включая вопросы их происхождения, внутреннего строения и эволюции.

Книга состоит из двух частей. В первой — главы, дающие описание отдельных спутников. Во второй изложены

основные принципы происхождения и эволюции спутников планет. Автор книги, будучи крупным специалистом в области происхождения спутников, внес значительный вклад в решение этой фундаментальной проблемы астрономической науки, и поэтому в последнем разделе представлено много оригинальных результатов.

Надо сказать, что в последнее десятилетие интерес к спутникам планет заметно возрос. В первую очередь это связано с итогами полетов космических аппаратов к спутниковым системам далеких планет-гигантов, благодаря

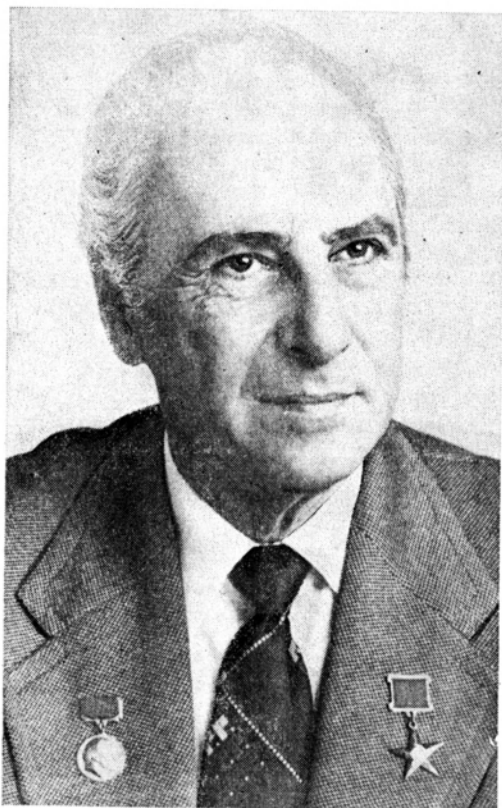
чему перед нами открылись новые удивительные миры — Ио с его мощными вулканами, ледяные равнины Ганимеда и Каллисто, Титан, окруженный плотной атмосферой. Особый интерес вызывают спутники Марса — Фобос и Деймос. К одному из них в середине будущего года стартует космическая экспедиция — в рамках международного проекта «Фобос», предложенного СССР. Книга Е. Л. Рускол найдет своего читателя как среди специалистов-астрономов и исследователей космического пространства, так и среди широких кругов любителей науки о небе.

Член-корреспондент АН АрмССР  
Л. В. МИРЗОЯН  
Академик  
Е. К. ХАРАДЗЕ



## Баграт Константинович Иоаннисиани

[к 75-летию со дня рождения]



**Баграт Константинович Иоаннисиани**  
(1911—1985)

Выдающиеся достижения современной астрофизики, благодаря которым существенно обогатились наши знания о Вселенной и значительно углубились представления о космических телах и явлениях, обусловлены небывалым развитием астрономического приборостроения, прежде всего применением круп-

нейших телескопов. В частности, отечественная астрофизика, чей вклад в мировую науку существенен, многими своими достижениями обязана советскому телескопостроению. Развитие отечественного оптического телескопостроения, в свою очередь, неразрывно связано с неумолимой деятельностью Героя Социалистического Труда, лауреата Ленинской премии, доктора технических наук Баграта Константиновича Иоаннисиани (Иоаннисяна).

Его работы ознаменовали наиболее плодотворную стадию отечественного телескопостроения, стадию творческой зрелости и больших успехов, принесших ученому мировое признание.

Б. К. Иоаннисиани родился в 1911 году в Ереване, в семье известного в свое время инженера Константина Иоаннисиани. Маленький Баграт рано лишился родителей. Осенью 1924 года, после смерти отца, он переезжает в Ленинград, где в то время учились его сестры и брат. Этот переезд оказался решающим в судьбе Баграта Иоаннисиани. В первые годы жизни в Ленинграде материальное положение семьи Иоаннисиани было тяжелым. Все учились, и единственным источником существования была стипендия старших. Сам Баграт учился в общеобразовательной девятилетней школе.

Тогда в Ленинграде, в этом центре научно-технической мысли, под влиянием брата Андраника (впоследствии талантливый инженера-конструктора) у юного Баграта появился интерес к технике. Именно здесь раскрылся редкий научно-технический талант Баграта Иоаннисиани, который он унаследовал от отца и который, пожалуй, остался бы без применения, живи он в другом городе.

Однако молодому Баграту еще предстояло пройти путь, полный трудностей и испыта-

ний. После окончания школы он сразу начинает трудовую деятельность на Ленинградском машиностроительном заводе «Красная Заря», сначала рабочим, а затем чертежником. Стремясь к самостоятельной творческой деятельности, он поступает на конструкторские курсы, где учится без отрыва от производства. В 1936 году Багра́т Иоаннисиани переходит на знаменитый Государственный оптико-механический завод (ГОМЗ), тут он может заниматься самостоятельной конструкторской работой. Как в эти годы, так и в дальнейшем, Иоаннисиани не удается закончить свое образование и единственной возможностью для него остается самообразование.

На Государственном оптико-механическом заводе постепенно проявляется замечательное конструкторское дарование Багра́та Иоаннисиани, которое вскоре обращает внимание создателя первого советского телескопа (с диаметром главного зеркала 0,33 м) Н. Г. Пономарева. В тот период астрономическое приборостроение в нашей стране еще только зарождалось. В Государственном оптическом институте (ГОИ) имени С. И. Вавилова в Ленинграде по инициативе Н. Г. Пономарева создается конструкторская группа по астрономическому приборостроению, в которую вошел и Иоаннисиани. Начиная с этого времени Багра́т Константинович отдает себя делу развития отечественного астроприборостроения, главным образом телескопостроения.

Вскоре начинается Великая Отечественная война. Как и для всего нашего народа, для Б. К. Иоаннисиани годы войны были периодом тяжелых испытаний и потерь, но одновременно и периодом беззаветного труда и больших творческих достижений. Работы по астрономическому приборостроению прекращаются. В самом начале войны в окруженном врагом Ленинграде от голода умирает брат Андраник, на фронте погибает Н. Г. Пономарев. Сам Иоаннисиани вместе с Государственным оптико-механическим заводом эвакуируется в Казань. Здесь он работает над заданиями, имеющими важное оборонное значение. Правительство высоко оценило его труд, наградив орденом «Знак Почета».

В 1945 году, после победного завершения Великой Отечественной войны, вместе с эвакуированными подразделениями ГОМЗа Б. К. Иоаннисиани возвращается в Ленинград.

Несмотря на то, что страна залечивала тяжелые раны, нанесенные войной, интересы науки не были забыты. Ленинградский ГОИ становится центром исследований по астрономическому приборостроению. Б. К. Иоаннисиани снова в этом институте. Здесь началось его плодотворное творческое сотрудничество с создателем менисковой оптической системы, известным специалистом по астрономической оптике, членом-корреспондентом АН СССР Д. Д. Максудовым.

Уже первые астрономические приборы, созданные Багра́том Константиновичем — **небулярный спектрограф** и **телескоп-спектрограф** с диаметром объектива 0,25 м — отличались оригинальной конструкцией. Небулярный спектрограф (крупнейший в мире), созданный по заказу Бюраканской и Крымской обсерваторий для наблюдений спектров газовых туманностей оказался эффективным прибором для исследований ярких туманностей. Более долгую жизнь имел 0,25-метровый телескоп-спектрограф. Первый экземпляр его установили в Бюракане; второй в летние и осенние месяцы 1949 и 1950 годов работал на южном склоне горы Арагац, на высоте 3200 метров над уровнем моря — в экспедициях, организованных совместно Академиями наук СССР и Армянской ССР. Впоследствии он получил постоянную «прописку» в Главной (Пулковской) астрономической обсерватории Академии наук СССР. Позже такой же телескоп долгие годы работал в горах Алатау (Казахская ССР) на высокогорной станции Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга.

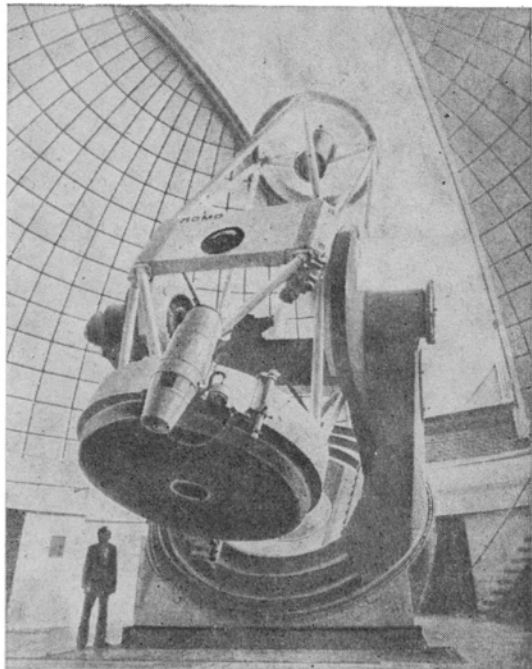
0,25-метровый телескоп-спектрограф Багра́т Константинович создал в содружестве с членом-корреспондентом АН СССР О. А. Мельниковым. В инструменте остроумно используется давно известная оптическая система: падающий на вогнутое параболическое зеркало пучок света диаметром 25 см после отражения вторым выпуклым параболическим зеркалом, без заметной потери энергии, преобразуется в параллельный пучок диаметром 4 см. Затем этот пучок разлагается кварцевой призмой в спектр. Применение кварцевой призмы позволило провести с помощью нового телескопа первые в нашей стране исследования ультрафиолетового излучения звезд. Работы выполнялись под руководством О. А. Мельникова в Бюраканской и Пулковской обсерваториях.

Для Б. К. Иоаннисиани, да и для всего отечественного телескопостроения большим достижением было проектирование и изготовление в 1950 году первого телескопа системы **Максутова** сравнительно больших размеров (диаметр зеркала 66 см, а входного отверстия — 50 см) для Астрофизического института АН КазССР.

Менисковая оптическая система, которая в настоящее время носит имя Д. Д. Максутова, была изобретена еще в 1941 году. Однако из-за несовершенства механических конструкций все телескопы, построенные по системе Максутова, не обеспечивали теоретически ожидаемых преимуществ. Новый телескоп Астрофизического института АН КазССР был первым телескопом такой системы, имеющим совершенную механическую конструкцию.

Следующий телескоп системы Максутова Б. К. Иоаннисиани создал в 1955 году для Абастуманской астрофизической обсерватории АН ГССР. Этот телескоп, в своем роде крупнейший в мире (диаметр зеркала 97,5 см, входного отверстия — 70 см), будучи одним из лучших, сконструированных Иоаннисиани, и в настоящее время, являясь весьма эффективным наблюдательным прибором Абастуманской обсерватории, играет большую роль в спектральных исследованиях.

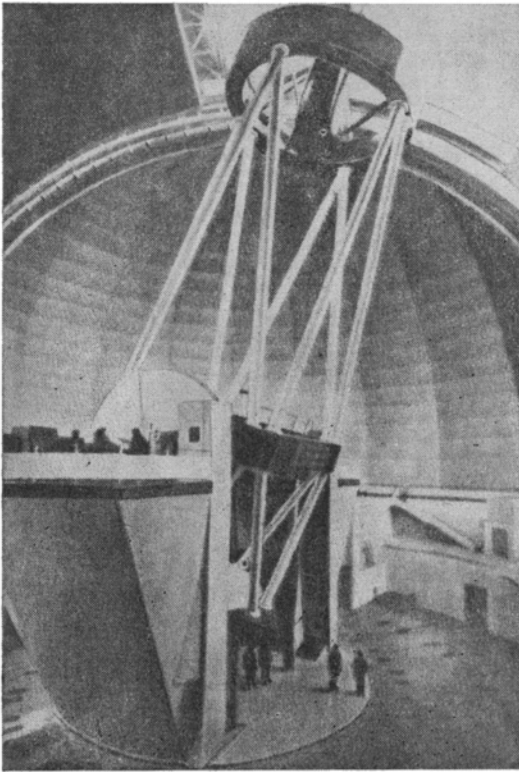
Качественно новую ступень в советском телескопостроении ознаменовало создание крупнейшего тогда (конец 50-х годов) в Европе и третьего в мире телескопа (диаметр главного параболического зеркала 2,6 м), имеющего классическую оптическую систему и оригинальную конструкцию. Телескоп был построен на Ленинградском оптико-механическом заводе, куда Б. К. Иоаннисиани был приглашен на должность начальника Специального конструкторского бюро. Создание **2,6-метрового телескопа** — результат целеустремленной и упорной работы, новое свидетельство зрелости таланта конструктора. Благодаря этому телескопу, действующему в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР с 1960 года, отечественная астрофизика по своей оснащенности вышла на одно из ведущих мест в мире. С помощью нового телескопа ученые получили большое число ценных данных о слабых звездах и галактиках. На заре космической эры на телескопе были выполнены многочисленные наблюдения советских космических аппаратов, с целью уточнения их орбит. До насто-



**2,6-метровый телескоп Бюраканской астрофизической обсерватории АН АрмССР (1976 г.)**

ящего времени он — один из наиболее мощных советских телескопов.

После введения в строй 2,6-метрового телескопа Крымской астрофизической обсерватории по предложению Баграта Константиновича в руководимом им конструкторском бюро начались работы по созданию усовершенствованного варианта этого телескопа для Бюраканской астрофизической обсерватории. Новый 2,6-метровый телескоп был построен в Ленинградском оптико-механическом объединении (ЛОМО), которое было образовано на базе Государственного оптико-механического и родственных заводов. Б. К. Иоаннисиани, несмотря на свою чрезвычайную занятость (в то время уже были начаты работы по проектированию более крупного телескопа), много внимания уделял проектированию и изготовлению, а в последующем и установке инструмента в Бюракане. Баграт Константинович присутствовал на торжествах, посвященных вводу в строй нового телескопа (1976 год) и радовался тому, что на его родине благодаря советской власти



**6-метровый телескоп-рефлектор БТА**

и колоссальному прогрессу отечественной науки начинает работать один из крупнейших в Европе телескопов.

Следует отметить, что Б. К. Иоаннисиани еще с 1949 года имел прочные творческие и дружеские связи с сотрудниками Бюраканской астрофизической обсерватории и Оптико-механической лаборатории АН АрмССР (в последние годы — Специальное конструкторско-технологическое бюро Бюраканской обсерватории). Он помогал решать разные вопросы астрономического приборостроения, в частности в деле подготовки специалистов в этой области.

Наряду с проектированием и постройкой нового 2,6-метрового телескопа, конструкторское бюро, руководимое Б. К. Иоаннисиани, было занято и другой, очень важной работой. Речь идет о создании **крупнейшего в мире телескопа с диаметром зеркала 6 метров**, который стал вершиной творчества Баграта Иоаннисиани в полном смысле этого слова.

Интересы дальнейшего развития астрофизики в нашей стране в начале 60-х годов выдвигали перед отечественным телескопостроением настоятельное требование — создавать новые, еще более крупные телескопы. Конструкторской группе Б. К. Иоаннисиани поручают разработку телескопа с диаметром зеркала 6 метров. Дело столь же трудное и ответственное, сколь и почетное. Как уже отмечалось, до этого диаметр главного зеркала самого большого советского телескопа был 2,6 м, то есть более чем в два раза меньше. А размеры и вес телескопа, а следовательно, и трудности, связанные с его построением, обычно возрастают пропорционально кубу диаметра зеркала, в данном случае более чем в десять раз. В те годы диаметр зеркала крупнейшего в мире телескопа Паломарской обсерватории (Калифорния, США) был 5 м, и среди специалистов господствовало мнение, что создать эффективно работающие более крупные оптические телескопы невозможно.

Б. К. Иоаннисиани со своими помощниками удалось опровергнуть это ошибочное мнение и не только создать самый большой в мире 6-метровый телескоп, но и доказать принципиальную возможность постройки еще более крупных оптических телескопов. О новом, известном теперь как БТА (Большой телескоп азимутальный), 6-метровом телескопе некоторые представления дают его характеристики. Масса главного зеркала составляет 42 т, оптической трубы — почти 300 т, общая масса телескопа — более 600 т, длина трубы — 27 м. Телескоп установлен в башне диаметром 44 м, а масса вращающегося полусферического купола — 1000 т (Земля и Вселенная, 1977, № 6, с. 49.— Ред.).

Уже свыше 10 лет БТА успешно работает в построенной для него Специальной астрофизической обсерватории АН СССР, которая находится на Северном Кавказе, недалеко от станции Зеленчукская, на высоте около 2100 м над уровнем моря.

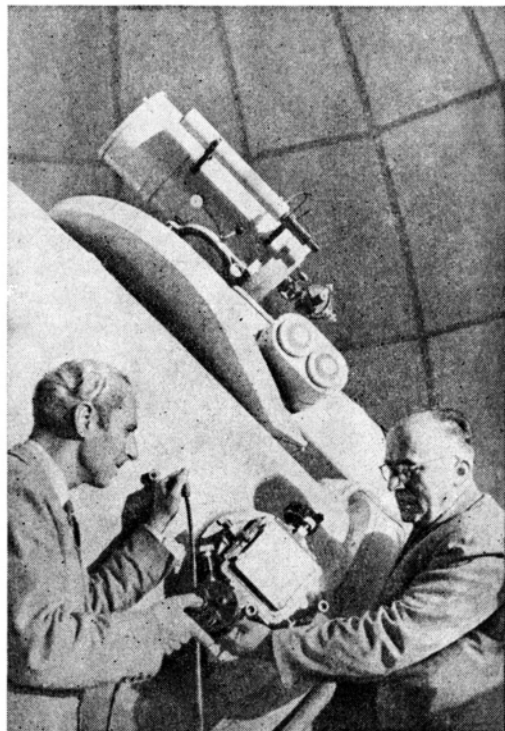
Впервые в оптическом телескопостроении в конструкции 6-метрового телескопа была применена **альт-азимутальная монтировка**, которая позволяет оптической трубе вращаться вокруг вертикальной и горизонтальной осей. Все построенные до этого телескопы имеют экваториальную монтировку, при которой телескоп во время наблюдений вращается только вокруг оси, параллельной оси вращения



Земли. Такая монтировка позволяет в течение всего наблюдения (а они иногда длятся несколько часов) непрерывно следить за небесным объектом. При экваториальной монтировке масса телескопа, а следовательно, и его размеры могут быть не очень большими. В слишком крупном телескопе механические гнутия разных его частей, из-за наклона оси вращения, приводят к искажению изображений небесных объектов. Это и ограничивает размеры телескопа. При альт-азимутальной установке вращение происходит, главным образом, вокруг вертикальной оси, а слежение за объектом осуществляется с помощью специальной электронной системы управления, она также была успешно разработана под руководством Б. К. Иоаннисиани. Альт-азимутальная монтировка не только обеспечивает лучшее качество изображения наблюдаемых объектов, но и оказывается значительно экономичнее экваториальной. Несомненно, монтировка найдет широкое применение в мировом телескопостроении при постройке оптических телескопов очень больших размеров.

Создание крупнейшего в мире 6-метрового телескопа оригинальной конструкции — большая победа отечественного телескопостроения. Изготовление БТА было осуществлено на заводах Ленинградского оптико-механического объединения, с участием нескольких десятков научно-исследовательских, проектных и промышленных организаций. Советское правительство высоко оценило эту работу. Группа участников проектирования и сооружения телескопа в 1978 году была удостоена Ленинской премии, а руководителю работ Баграту Константиновичу Иоаннисиани, получившему Ленинскую премию еще раньше (в 1957 году), присвоили звание Героя Социалистического Труда. Разработка крупнейшего в мире телескопа, образно говоря, — апогей творчества Б. К. Иоаннисиани, а сооружение гигантского инструмента в Советском Союзе — новое слово в мировом телескопостроении.

Трудно переоценить роль Баграта Константиновича Иоаннисиани, этого неутомимого и талантливого труженика, в деле оснащения отечественной науки мощными оптическими телескопами и первоклассными астрономическими приборами. Оптические инструменты, созданные под его руководством и при его непосредственном участии, работают с большой эффективностью на всех крупных обсер-



После завершения монтажа телескопа системы Максутова:

Б. К. Иоаннисиани (слева)  
и М. А. Вашихидзе (1956 г.)

ваториях нашей страны. Благодаря им стали возможны многие важные достижения отечественной наблюдательной астрофизики и внегалактической астрономии.

Отметим, что до войны ни один из телескопов, установленных в обсерваториях Советского Союза, не входил в десятку крупнейших телескопов мира. В настоящее время ситуация резко изменилась, и в этом, несомненно, велика роль плодотворной творческой деятельности Баграта Константиновича. Созданные под его руководством 2,6-метровые телескопы — крупнейшие в Европе, а 6-метровый телескоп — единственный в мире.

Помимо напряженной проектно-конструкторской работы Б. К. Иоаннисиани совместно с Д. Д. Максутовым возглавлял научно-исследовательскую деятельность Отдела астрономического приборостроения Пулковской обсерватории. Здесь под их руководством были созданы многие важные астрономические приборы, которые успешно применялись в совет-

ских астрономических исследованиях. Именно тут родилась очень смелая и плодотворная идея, казавшаяся в свое время неосуществимой — создание телескопа диаметром 6 метров.

Перу Б. К. Иоаннисиани принадлежат многочисленные труды по самым разнообразным вопросам астрономического приборостроения, им сделаны многие открытия и выполнены разработки, которые основываются на новых технических направлениях. Приведем два высказывания, прекрасно характеризующие деятельность Б. К. Иоаннисиани.

Академик В. А. Амбарцумян: «В последние два десятилетия астрономическое приборостроение развивается совершенно невиданными темпами. В этом деле большую роль сыграл лауреат Ленинской премии Б. К. Иоаннисиани. Под его непосредственным руководством был разработан ряд астрономических приборов, некоторые из которых не имеют себе равных в мире».

Член-корреспондент АН СССР Д. Д. Максутов: «Астрономической оптикой я занимаюсь с детства и в настоящее время, приближаясь к старости, я могу сказать, что мне не выпало встречаться с более талантливым конструктором астрономических приборов, чем Б. К. Иоаннисиани. Почетный значок лауреата Ленинской премии достойно украшает его грудь».

По специальному постановлению Президиума Академии наук СССР Баграту Константиновичу Иоаннисиани была присуждена степен доктор технических наук без защиты диссертации. Этот факт исключителен в том смысле, что по стечению обстоятельств он не только не имел никакой ученой степени, но даже и высшего образования.

Следует обратить внимание, что приведенные высокие оценки деятельности Баграта

Константиновича даны еще до создания БТА, инструмента, занимающего совершенно особое место в мировом оптическом телескопостроении.

Б. К. Иоаннисиани много внимания уделял вопросам подготовки и совершенствования профессионального мастерства молодых конструкторов по астрономическому приборостроению. Многие из этих специалистов — его непосредственные ученики. Талантливый конструктор-инженер Иоаннисиани был многосторонне развитым и чрезвычайно скромным человеком, очень приятным и остроумным собеседником. Он был настоящим патриотом своей страны. Для него одинаково дороги важные научные результаты, полученные в Абастуманской и Алма-Атинской, Бюраканской и Крымской обсерваториях. Он действительно жил достижениями нашей науки, радуясь им и тяжело переживая неудачи. Вместе с тем очень близким его сердцу был любой вопрос, связанный с многовековой культурой его родины, с наукой, сегодняшней жизнью Советской Армении.

Выдающиеся заслуги в телескопостроении Баграта Константиновича Иоаннисиани получили высокую оценку. Он один из первых лауреатов Ленинской премии по науке и технике, награжден тремя орденами Ленина, а за создание крупнейшего в мире оптического телескопа, как уже говорилось выше, он удостоен звания Героя Социалистического Труда.

Имя Баграта Константиновича Иоаннисиани золотыми буквами вписано в историю мирового астрономического приборостроения, а оригинальные телескопы, созданные им, еще долгие годы будут служить делу развития отечественной науки.



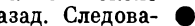
## Самая древняя земная кора

Сотрудники Технологического института штата Западная Австралия (г. Перт) Б. Пиджин и С. Уайлд определили возраст образцов земной коры из района Джек-Хиллс, находящегося в 700 км к северо-

востоку от Перта. Установлено, что кристаллы циркона, содержащиеся в этих образцах, сформировались около 4,3 млрд. лет назад. Следова-

тельно, их возраст примерно на 200 млн. лет превосходит возраст таких же кристаллов, обнаруженных ранее в другом районе Австралии и считавшихся до этого древнейшими.

Science News, 1986, 130, 9



Кандидат физико-математических наук  
В. А. БРОНШТЭН  
Кандидат физико-математических наук  
А. К. ТЕРЕНТЬЕВА



## Конференция по физике и динамике метеоров

Изучение малых тел Солнечной системы — комет, астероидов, метеорных тел — крайне важно для понимания происхождения и эволюции всей Солнечной системы. Но являются ли, например, кометы и метеорные тела остатками первичной газовой-пылевой туманности, окружавшей когда-то молодое Солнце, или же они образовались (или даже сейчас образуются) в последующие периоды ее эволюции? Для ответа на этот вопрос нужны разносторонние многолетние исследования с использованием новых методов и приборов, включая прямые исследования комет и астероидов с космических аппаратов. Начало этому уже положено — вспомним о проекте «Вега», аппарате «Джотто», о других космических станциях, летавших к комете Галлея.

Регулярно, раз в два года, проблемная группа «Метеорное вещество», созданная при Астрономическом совете АН СССР, проводит всесоюзные конференции, посвященные данной проблеме. Очередная конференция по физике и динамике метеорных тел проходила с 14 по 17 октября 1986 года в поселке Качивели (Крым), в Доме творчества ученых АН УССР. 52 представителя 18 учреждений различных ведомств заслушали и обсудили 46 научных докладов.

Большой интерес вызвали сообщения о пылевой оболочке Земли и аналогичных оболочках, вероятно, существующих вокруг Луны, планет и их спутников. Так, Т. Н. Назарова (Институт геохимии и аналитической химии имени В. И. Вернадского) познакомила присутствующих с экспериментальными результатами, полученными с помощью метеорных датчиков, установленных на ИСЗ «Электрон-1, -2» и «Геос-2». Обработка их измерений, проведенная новым способом, позволила доказать наличие (и даже выявить структуру) стабильного пылевого образования вокруг Земли. Пылевые частицы этого образования в виде отдельных сгущений движутся вокруг Земли по более или менее постоянным орбитам, находящимся на определенных расстояниях от Земли. Аналогичные исследования с искусственного спутника Луны («Луча-10») показали, что и вокруг Луны существует стабильное пылевое образование такой же структуры. А в результате экспериментов на космических аппаратах «Венера-2» и «Зонд-3» — были обнаружены элементы пылевых кольцевых систем, окружающих Солнце.

Интересную теоретическую интерпретацию обнаруженных пылевых колец вокруг Земли, Луны и Солнца предложил

Ю. К. Гулак (Полтавский пединститут). Согласно построенной им модели, в устойчивой планетной системе формируются стабильные кольцевые пылевые структуры, разделенные «пустыми» областями, в которых таких пылевых образований нет. Влияние возмущений планет приводит к возникновению кольцевых систем с соизмеримыми (или почти соизмеримыми) элементами орбит. Происходит как бы сепарация (разделение) частиц по кольцевым системам. Частицы «сортируются» внутри самих кольцевых систем, что может порождать недавно обнаруженные «спицы» в кольцах Сатурна. Метеорные эксперименты на советских космических аппаратах, а также на американских подтверждают эту модель.

Проблему взаимосвязи между кометами, астероидами и метеорными телами рассмотрели в своих докладах авторы этой статьи. В. А. Бронштэн (Комитет по метеоритам АН СССР) сопоставил распределение элементов орбит ярких болидов (360 орбит), зафиксированных фотографическим методом, с соответствующими элементами орбит комет и астероидов. При этом он учел эффект астрономической селекции, состоящий в том, что метеоры и болиды с определенными элементами орбит встречаются с Землей чаще,



Участники конференции знакомятся со стендовыми докладами

Фото В. В. Калининченко

Большое внимание в последнее время уделялось наблюдениям метеорных потоков  $\eta$ -Акварид и Орионид, связанных с кометой Галлея. Такие наблюдения были включены в международную программу исследований кометы Галлея. Изучению этих метеорных роев и был посвящен доклад академика АН ТаджССР П. Б. Бабаджанова и других. Проведя численное интегрирование движения частиц роев (методом Эверхарта), авторы работ установили, что наблюдающиеся ныне метеоры обоих потоков порождены теми частицами, которые выброшены из кометы несколько тысячелетий назад. За прошедшее с тех пор время метеорные частицы сильно рассеялись, в силу чего заметного увеличения активности этих потоков при приближении кометы к Солнцу не наблюдалось.

Г. В. Андреев (Томский университет) подверг критике существующие модели выброса пылевой составляющей из ядер комет и пришел к выводу, что подобные модели, в частности модель Ф. Уипла, не могут объяснить структурные особенности метеорных роев. Построение новой модели — задача будущих исследований.

Во многих докладах рассказывалось об исследовании структуры и процессов образования метеорных роев Таурид, Персеид, Геминид, Драконид и других, о влиянии планетных возмущений на распределение элементов орбит метеорных тел, о вероятности встречи с Землей астероидов групп Аполлона, Амура и Атона.

чем другие малые тела. После учета селекции оказалось, что у болидов помимо типично кометных и типично астероидальных орбит наблюдаются и орбиты промежуточного типа, которых не имеют ни кометы, ни астероиды. Они расположены как бы на окраинах пояса астероидов. Возникает вопрос: а может быть, там тоже есть астероиды, но мы не обнаруживаем их из-за большой удаленности и слабого блеска?

А. К. Терентьева (Астрономический совет АН СССР) исследовала распределение малых тел (комет, астероидов, крупных метеорных тел и метеорных роев) по определенной комбинации элементов орбит. Рассматривая задачу трех тел, французский ученый конца прошлого века Ф. Тиссеран доказал, что эта комбинация не изменяется в течение всего времени движения малого тела. По этой величине (называемой постоянной Тиссерана) можно судить о генетических связях между различными малыми телами. Используя фотографические наблюдения ярких болидов, выявлены орбиты 34 тел, которые должны были вы-

пасть на Землю в виде метеороидов. Среди них есть уникальный класс объектов, имеющих чрезвычайно короткий период и расположенных целиком внутри земной орбиты. Но большая часть метеоритообразующих тел генетически связана с астероидами, а не менее 10% из них могут иметь кометное происхождение. В целом делается вывод, что возможна единая генетическая природа короткопериодических комет (группы Юпитера) и астероидов.

В. И. Цветков (ГЕОХИ имени Вернадского) предложил метод определения орбит метеоритных дождей по баллистическому моделированию рассеяния их фрагментов. Из 14 найденных им орбит — две типично кометные, остальные имеют скорее всего астероидальное происхождение.

Новая обработка свидетельств очевидцев о падении знаменитого Тунгусского метеорита была проведена с помощью ЭВМ И. Т. Зоткиным (ГЕОХИ) и А. Н. Чигориным (ВАГО). Она показала, что Тунгусский метеорит летел с востока под углом около  $20^\circ$  к горизонту.

Благодаря усилиям нескольких научных коллективов разработана физико-математическая теория квазинепрерывного дробления метеорных тел в атмосфере Земли. Метеорные тела в силу различий по составу и структуре, проходя сквозь атмосферу Земли, разрушаются по-разному и зачастую такой процесс носит сложный характер. На фотографиях метеоров он проявляется в пульсациях блеска, многократных вспышках метеора или в одиночной, но очень яркой вспышке в конце его пути. Разработана модель разрушения метеорного тела, учитывающую различные формы дробления, П. Б. Бабаджанов, Г. Г. Новиков и Н. А. Коновалова (Институт астрофизики АН ТаджССР) применили ее к анализу фотографий нескольких ярких метеоров. Оказалось, что преобладающая форма дробления — квазинепрерывное дробление, когда от главного тела постоянно отделяются мелкие фрагменты, тут же испаряющиеся.

Применение теории квазинепрерывного дробления к сотне фотографий метеоров позволило В. Н. Лебединцу (Институт экспериментальной метеорологии Госкомгидромета) получить более надежные, чем прежде,

оценки плотности метеорных тел. Выяснилось: наиболее распространенные среди метеорных тел, влетающих в земную атмосферу, — это углистые хондриты С I (37%), затем идут обыкновенные хондриты (26%) и углистые хондриты С II (18%). Более редки железные метеороиды (7%), железокремниевые (4%) и гипотетические рыхлые тела и пылевые «комочки» (8%).

В. С. Гетман (Институт астрофизики АН ТаджССР) в своем докладе показал: значения плотности метеорных тел, равные  $1 \text{ г/см}^3$  (и меньше) и полученные по фотографическим наблюдениям, могут быть следствием того, что в расчетах не учитывалось дробление этих тел в земной атмосфере. Среди найденных на Земле и наблюдаемых при падении метеоритов углистые хондриты составляют всего около 1%. Это объясняется именно тем, что они интенсивно разрушаются в атмосфере и не могут достигнуть земной поверхности. Но зато доли железных (6%) и железокремниевых (2%) среди найденных и наблюдаемых метеоритов близки к полученным В. Н. Лебединцем. Таким образом, в межпланетном пространстве углистых хондритов

гораздо больше, чем можно судить из анализа выпавших метеоритов. Интересно, что в 70-х годах А. А. Явнель, а позднее В. А. Бронштэн, анализируя спектры метеоров из потоков Драконид и Персеид (имеющих, как известно, кометное происхождение), пришли к выводу, что их состав близок к углистым хондритам.

Когда конференция закончилась, выступил сотрудник НПО космических исследований АН АзербССР Л. В. Тимошенко. Но это был не научный доклад, а... авторский концерт фортепианной музыки, в основе которого — композиции на космические темы («Молодая Вселенная», «Космическая легенда» и другие). Прекрасное исполнение интересных и сложных композиций, яркая эмоциональность игры оставили сильное впечатление у слушателей.

Участники конференции побывали на экскурсии в городок Севастополе, осмотрели панораму героической обороны города в 1854—1855 годах и диораму штурма Сапун-горы советскими воинами в дни Великой Отечественной войны, а также посетили Алушкинский дворец-музей и Алушкинский парк.

## Астери и другие

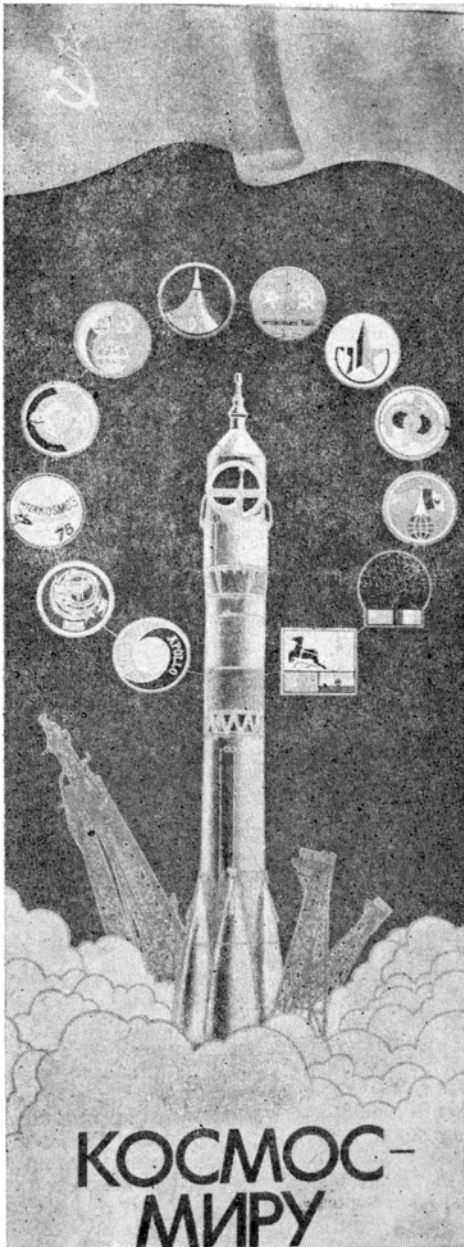
Межзвездный газ в окрестностях Солнца весьма неоднороден. К такому выводу пришла группа французских исследователей, наблюдавших линии поглощения межзвездного кальция ( $\lambda = 393 \text{ мкм}$ ) в спектрах двадцати ярких звезд, расположенных не далее 20 пк от Солнца. Измерив лучевые скорости звездных облаков, авторы попытались выяснить, нельзя ли объяснить наблюдаемые скорости

единым движением облаков в пространстве. Удалось выделить четыре межзвездных потока вещества. Каждому дали имя одного из героев популярного во Франции мультфильма: Астери, Обели, Панорами и Идефи. Потoki частично проникают друг в друга, так что у некоторых звезд линии

имеют две и даже три компоненты. Скорости потоков — порядка  $10 \text{ км/с}$ . Три из них подходят к Солнцу ближе, чем на 5 пк, и, скорее всего, наше светило попадает в них. По ширине линий спектра удалось установить, что температура газа в наиболее удаленном потоке не превышает  $5 \cdot 10^3 \text{ К}$ , в то время как температура межзвездной среды в непосредственной близости от Солнца гораздо выше.

Astronomy and Astrophysics,  
1986, 168, 225

## Программе «Интер- космос» — 20 лет



В международной программе «Интеркосмос» участвуют десять социалистических стран. За время ее осуществления было запущено 23 спутника серии «Интеркосмос», 11 высотных геофизических ракет «Вертикаль», на борту космических аппаратов работало более 200 научных приборов и устройств, созданных специалистами социалистических стран. Итоги проведенных с их помощью исследований стали общим достоянием всех партнеров.

4 октября 1957 года весь мир оказался свидетелем эпохального события — в Советском Союзе был осуществлен запуск первого искусственного спутника Земли. С тех пор космонавтика стала неотъемлемой сферой человеческой деятельности. Сегодня невозможно представить себе развитие таких областей науки и техники, как связь, телевидение, поиск полезных ископаемых, прогнозирование погоды, без использования космических аппаратов. Они помогают исследовать Землю и околоземное космическое пространство, Луну и планеты Солнечной системы.

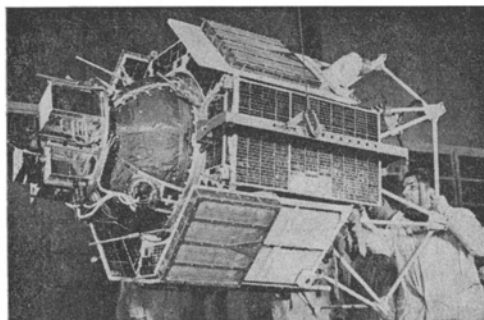
Решаемые с помощью космической техники научные и прикладные задачи отличаются широтой и многообразием, а проводимые эксперименты глобальны и комплексны. Не удивительно поэтому, что для их осуществления необходимо международное сотрудничество. Советский Союз всегда выступал за развитие такого сотрудничества в исследовании и использовании космического пространства, и началось оно сразу же после запуска первого искусственного спутника. По мере развития космических исследований, возрастания их прикладного значения стали вырисовываться различные формы сотрудничества (на начальном этапе это были совместные обсуждения результатов научных исследований, составление методик, координация международных

проектов). Одновременно укреплялись и деловые дружеские связи научных коллективов и ученых разных стран, занимающихся космическими исследованиями.

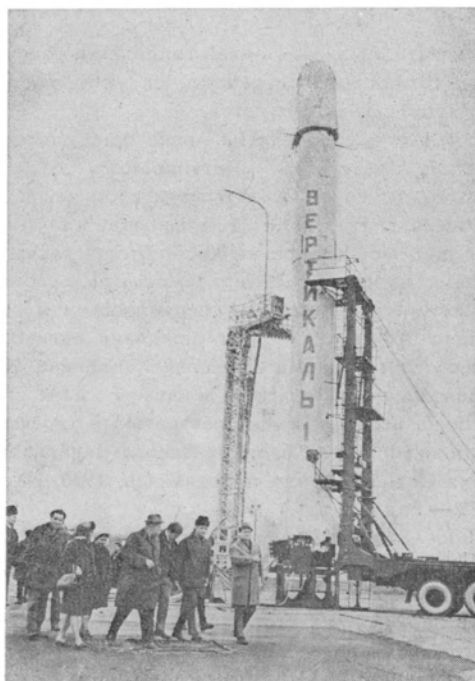
Весной 1965 года правительство СССР направило правительствам других социалистических стран письмо с предложением обсудить конкретные шаги по объединению усилий в области исследования и использования космического пространства в мирных целях. А уже в ноябре того же года в Москве состоялось первое совещание, где представители девяти стран — НРБ, ВНР, ГДР, Республики Куба, МНР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР — обменялись мнениями о содержании, формах и направлениях такого сотрудничества. Особый акцент был сделан тогда на возможности совместного создания и запуска спутников, разработке специалистами заинтересованных стран приборов и оборудования для космических исследований. Не прошло и двух лет, как на совещании представителей этих девяти стран (апрель 1967 г.) приняли комплексную программу совместных работ в космосе. А в 1970 году, на встрече во Вроцлаве руководителей национальных координационных органов стран-участниц сотрудничества, эта программа получила название «Интеркосмос».

Во всех сотрудничающих странах были созданы национальные координационные органы, отвечающие за выполнение всей программы и ее отдельных проектов, тем и экспериментов. Высший орган «Интеркосмоса» — совещание руководителей этих национальных координационных органов, которое рассматривает и решает принципиальные вопросы организации и выполнения совместных работ в космосе. Для практической же реализации программ и планов работ созданы постоянно действующие рабочие группы из представителей стран-участниц.

Совместные работы проводятся в следующих пяти научно-технических областях: исследования физических свойств космического пространства, космическая метеорология, космическая биология и медицина, космическая связь, а с декабря 1974 года — дистанционное зондирование Земли из космоса. Советский Союз безвозмездно предоставляет своим партнерам по сотрудничеству средства ракетно-космической техники, но каждая страна-участница программы «Интеркосмос» сама финансирует ведущиеся ее научными учреждениями



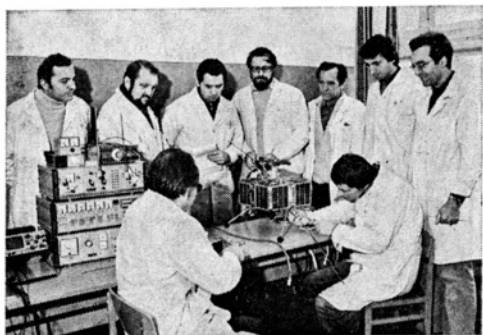
Спутник «Интеркосмос-1»



Геофизическая ракета «Вертикаль-1»

работы — это создание приборов и устройств для спутников и исследовательских ракет, научные исследования по согласованным темам.

В области космической физики усилия ученых социалистических стран направлены на изучение верхней атмосферы, магнитосферы, Солнца и солнечно-земных связей, космических лучей и твердой компоненты межпланетного вещества, наблюдения искусственных



Специалисты Геофизического института АН ЧССР готовят к запуску первый чехословацкий спутник «Магион»

спутников Земли для целей геодезии и геофизики, совместные разработки служебных систем космических аппаратов.

Ученые и специалисты некоторых стран-участниц программы «Интеркосмос» создали с помощью советских коллег свои научные спутники. В 1973 году был запущен спутник «Интеркосмос-Коперник-500». Этот девятый спутник из серии «Интеркосмос» разработан польскими и советскими специалистами и посвящен 500-летию со дня рождения великого польского астронома Николая Коперника. По предложению Польской академии наук со спутника исследовались спектральные характеристики всплесков спорадического радиоизлучения Солнца (Земля и Вселенная, 1976, № 3, с. 28.— Ред.).

Восемнадцатый по счету спутник серии «Интеркосмос» был выведен на орбиту в 1978 году. Некоторое время он выполнял роль носителя первого чехословацкого искусственного спутника Земли «Магион». А когда этот спутник отделился от «Интеркосмоса-18», он провел эксперимент по изучению низкочастотных электромагнитных полей в ионосферно-магнитосферной плазме (Земля и Вселенная, 1980, № 1, с. 44.— Ред.).

Спутник «Интеркосмос-Болгария-1300», созданный совместными усилиями болгарских и советских ученых, был выведен на орбиту в 1981 году. Основная его научная программа — получение данных об ионосфере и магнитосфере Земли. Из пятнадцати научных приборов, установленных на его борту, двенадцать были болгарского производства (Земля и Вселенная, 1982, № 6, с. 4.— Ред.). В рамках того

же проекта был осуществлен запуск спутника «Метеор-Природа», с которого проводилось дистанционное зондирование атмосферы и земной поверхности (Земля и Вселенная, 1984, № 6, с. 31.— Ред.).

Много экспериментов в рамках «Интеркосмоса» выполнено на спутниках типа «Космос», «Метеор», «Прогноз» и космических аппаратах, запущенных по советской национальной программе. Среди них — дистанционное зондирование атмосферы Венеры разработанным и изготовленным в ГДР инфракрасным фурье-спектрометром, проводилось оно с космических аппаратов «Венера-15 и -16» в 1983 году (Земля и Вселенная, 1986, № 4, с. 6.— Ред.), изучение межпланетных и околоземных ударных волн научной аппаратурой, созданной специалистами СССР и Чехословакии и установленной на автоматической станции «Прогноз-10» (проект «Интершок», 1985 год).

Значительное развитие в рамках программы «Интеркосмос» получили совместные работы в области космической метеорологии. Для изучения верхних слоев атмосферы используются различные метеорологические ракеты — с высотой подъема от 60 до 170 км, разрабатываются новые методы и приборы для ракетных измерений температуры, скорости и силы ветра и других атмосферных параметров. По согласованным программам запущены сотни метеорологических ракет с аппаратурой, разработанной учеными социалистических стран.

Совместные исследования по космической биологии и медицине направлены на изучение того, как различные факторы космического полета влияют на биологические объекты, и в первую очередь на организм человека... Первоначально такие исследования проводились только на земле, в них имитировались условия космического пространства, но позднее, согласно специальному перспективному плану, они начались непосредственно в космосе. С 1973 года в Советском Союзе было запущено 7 биологических спутников, учреждения стран-участниц программы «Интеркосмос» поставляли биологические объекты для экспериментов, бортовую аппаратуру, специалисты этих стран принимали активное участие в разработке программы исследований, в изучении биологических объектов до полета и после него и анализе полученных данных.

Работы в области космической связи привели к созданию международной системы





космической связи: в ноябре 1971 года представители девяти социалистических стран подписали в Москве соглашение о создании специальной системы «Интерспутник». В ней используются спутники связи СССР. С помощью «Интерспутника» осуществляется широкий обмен информацией о важных политических, международных, культурных, спортивных событиях, происходящих в мире. Кроме того, проводятся научно-исследовательские, опытно-конструкторские и экспериментальные работы, помогающие решать актуальные проблемы создания и развития систем спутниковой связи.

В Советском Союзе, в Дубне, на базе оборудования, разработанного в странах-участницах программы «Интеркосмос», создан особый международный опытный участок, где для нужд космической связи осваиваются новые диапазоны частот. Это позволяет значительно улучшить качество передаваемых и принимаемых сигналов, сократить энергетические и материальные затраты, и в то же время увеличить поток телевизионной, звуковой и другой информации через спутники.

Сотрудничество социалистических стран в области дистанционного зондирования Земли из космоса развивается по трем основным направлениям. Во-первых, разрабатываются

На XVIII Совещании руководителей национальных координационных органов стран — участниц программы «Интеркосмос» (Москва, октябрь 1985 года). Глава советской делегации академик В. А. Котельников подписывает итоговый документ Совещания

Фото АПН

методы и экспериментальные средства изучения Земли из космоса, во-вторых, совершенствуется обработка данных дистанционного зондирования и, наконец, улучшаются способы интерпретации и использования аэрокосмической информации. Космические методы дают массу преимуществ. Они отличаются глобальностью обзора и возможностью проводить его в короткие промежутки времени, а также оперативностью доставки информации о процессах, происходящих в любых, даже весьма труднодоступных районах нашей планеты. В этой области исследований проведены важные международные исследования, среди них — эксперименты «Черное море-83, -84 и -85», в которых изучались гидрооптические и гидрофизические характеристики, а также биоактивность морской поверхности. Эксперимент носил «многоэтажный» характер: одновремен-

но измерения шли с орбитальной станции «Салют-7», самолета-лаборатории АН-30, научно-исследовательского судна «Профессор Колесников» и океанографической платформы. Эксперимент «Гюнеш-84» на территории Азербайджанской ССР был посвящен изучению геосистем дистанционными методами, эксперимент «Курск-85» — разработке дистанционных методов изучения динамики геосистем.

С 1976 года работы по программе «Интеркосмос» вступили в новую фазу. Исходя из стремления закрепить опыт совместных работ и содействовать дальнейшему развитию сотрудничества в этой области, представители правительств НРБ, ВНР, ГДР, Республики Куба, МНР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР 13 июля 1976 года в Москве подписали соглашение о сотрудничестве в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях. 17 мая 1979 года к этому соглашению присоединилась Социалистическая Республика Вьетнам, которая стала десятой страной-участницей программы «Интеркосмос». Одновременно Советский Союз выступил с новой инициативой. Он предложил, чтобы граждане этих стран участвовали в полетах на советских космических кораблях и станциях вместе с советскими космонавтами.

С марта 1978 года по май 1981 года состоялись полеты девяти международных экипажей, в состав которых, кроме советских космонавтов, вошли космонавты — граждане ЧССР, ПНР, ГДР, НРБ, ВНР, СРВ, Республики Куба, МНР и СРР. Члены международных экипажей выполняли научные эксперименты, продолжающие исследования в рамках «Интеркосмоса». Около 150 научных экспериментов, подготовленных учеными и специалистами социалистических стран, было проведено в ходе этих полетов.

Двадцатилетнее сотрудничество по программе «Интеркосмос» подтвердило жизнеспособность ее принципов и организационных форм. Непрерывно расширялись масштабы сотрудничества, ставились и решались все более крупные научные задачи. Окрепли созданные в социалистических странах научные центры космических исследований, выросли коллективы квалифицированных специалистов, способные разрабатывать и осуществлять сложные эксперименты в космосе. Сотрудничество помогает развивать сильные стороны каждого из партнеров в общих интересах всех, это способствует

только успешному решению чисто научных задач, но и эффективному применению космической техники в народнохозяйственных целях. Например, используя высокий технический уровень оптической и электронной промышленности Германской Демократической Республики, ученые и специалисты ГДР и СССР создали многозональную космическую фотосистему МКФ-6М — для изучения природных ресурсов Земли. Эту фотосистему впервые использовали в сентябре 1976 года В. Ф. Быковский и В. В. Аксенов на космическом корабле «Союз-22». Нужно заметить, что полученные фотографии земной поверхности подтвердили высокое качество аппаратуры (Земля и Вселенная, 1977, № 2, с. 10.— Ред.).

Благодаря помощи, оказанной советскими учеными, наши коллеги из социалистических стран достигли значительных успехов в изучении космоса, а некоторые их коллективы стали ведущими в области космических исследований. Это как нельзя лучше продемонстрировал научный проект «Венера — комета Галлея» («Вега») — один из самых сложных в истории исследований Солнечной системы (Земля и Вселенная, 1986, № 5, с. 5.— Ред.). Из девяти стран, участвовавших в его осуществлении, шесть сотрудничают по программе «Интеркосмос».

А впереди новые задачи. Близится к завершению подготовка комплексных проектов по исследованию активными методами плазменных процессов в околоземном космическом пространстве. Готовится также проект по изучению солнечно-земных связей и магнитосферы Земли с помощью двух искусственных спутников типа «Прогноз» и двух субспутников с комплексами научных приборов, разработанных в Чехословакии. Полным ходом идет подготовка к новой космической экспедиции — исследованию Марса и его естественного спутника Фобоса, а также Солнца и межпланетного пространства с помощью космических аппаратов (проект «Фобос» — см. статью в данном номере журнала). В реализации этого важного проекта кроме специалистов из социалистических стран принимают участие ученые из ряда европейских капиталистических стран. И это весьма показательно. Советский Союз всегда выступал за коллективные усилия в освоении космоса, за деятельное участие в международном сотрудничестве, которое способствует упрочению мира во всем мире.

КОСМОНАВИНА  
ЗА РУБЕЖОМ

# Космический телескоп имени Хаббла

**Вскоре на околоземной орбите начнет работать крупный оптический телескоп, и астрономы всего мира уже готовят программу наблюдений. В статье рассказывается об устройстве телескопа и его приборов.**

мы Локхид и подвергнутся серии дополнительных проверок, которые ради экономии времени и средств были отменены руководством НАСА, — чтобы не оплачивать лишние месяцы труда огромной армии занятых в этой программе специалистов.

из всех телескопов мира. Добиться такого качества на наземных инструментах не позволяет беспокойный воздушный океан, искажающий изображения небесных тел. Поэтому для того, чтобы обнаружить предельно слабый объект на фоне свечения ночного неба, очень важно сконцентрировать скудное количество квантов, собираемых телескопом, в изображении как можно меньшего размера. Такова неумолимая закономерность, установленная самой природой и ставящая космический телескоп с его сравнительно скромным по наземным меркам зеркалом впереди таких гигантов, как крупнейший в мире 6-метровый БТА и проектируемые многозеркальные телескопы с диаметрами зеркал 10—15 м. Подчеркнем, что речь идет о наблюдениях предельно слабых звездобразных объектов. Для решения многих других задач, где качество изображения не столь важно, наземные телескопы оказываются предпочтительнее космических.

Возможность заглянуть в еще неизведанные глубины Вселенной стала для астрономов главным стимулом, побуждающим к созданию большого космического телескопа. В работу над проектом включилось немало видных американских ученых, а для того, чтобы конгресс США выделил

## ЗАПУСК ОТЛОЖЕН

О космическом телескопе астрономы говорят очень давно. Уже через 3 года после запуска первого искусственного спутника Земли в США состоялась конференция под названием «Астрономические наблюдения за пределами земной атмосферы», где в числе прочего рассматривался и проект большого космического телескопа. С той поры минуло более четверти века, и теперь мы стоим на пороге события, которое должно превратить мечты в реальность. Если, конечно, не случится чего-либо непредвиденного... Трагическая катастрофа «Челленджера» отменила график полетов по программе «Спейс Шаттл», и запуск Космического телескопа имени Хаббла (КТХ), намечавшийся на июнь—август 1986 года, вновь (уже в который раз!) переносится. Многоотонной громаде КТХ суждено задержаться в испытательном цехе фир-

## ИСТОРИЯ, НАУКА И ПОЛИТИКА

Космический телескоп носит имя Эдвина Хаббла (1889—1953), выдающегося американского астронома, открывшего космологическое расширение Вселенной. Продолжение работ Хаббла — одна из главных задач инструмента, который имеет диаметр зеркала 2,4 м и мало похож на свой прообраз, задуманный еще в 1960 году. Тогда предполагалось сделать зеркало диаметром в 60 см; уже 4 телескопа с такими или большими зеркалами работали с тех пор на околоземных орбитах, в их числе и советский «Астрон» (Земля и Вселенная, 1984, № 5). Телескоп имени Хаббла — это следующий крупный шаг внеатмосферной астрономии.

Исключительно высокое качество изображения, достижимое лишь в условиях космоса, сделает этот космический телескоп самым «дальнобойным»

соответствующие средства, понадобилась активная и единомышленная поддержка всей астрономической общественности страны. Финансирование программы начали лишь в 1978 году, после четырех лет предварительной проработки, и ее общая стоимость была ограничена суммой в 575 млн. долларов. Однако фактические затраты на программу телескопа имени Хаббла (не считая самого запуска) уже превысили 1,2 млрд. долларов, что отрицательно сказалось на других космических программах НАСА. Для сравнения укажем, что проектируемый в США 15-метровый «Национальный телескоп новой технологии» должен стоить «всего» около 100 млн. долларов, и, стало быть, у КТХ есть все шансы войти в историю науки как самое дорогостоящее астрономическое предприятие нашего века.

Мы не случайно начали рассказ о космическом телескопе с финансирования, без чего он мог бы так и остаться несбыточной мечтой. В данном случае чисто американское стремление иметь все «самое-самое» приносит вполне реальную пользу науке. Как тут не вспомнить историю некогда самого крупного телескопа мира — 102-сантиметрового рефлектора, который был построен в начале века на деньги американского миллионера Йеркса, пожелавшего увековечить таким образом свое имя. Придет время, когда научные достижения станут основным способом национального самозащиты, а пока на средства, ежегодно затрачиваемые в США на гонку вооружений, можно было бы построить несколько сотен таких космических телескопов.

## ДОЛГОВРЕМЕННАЯ КОСМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

Важно подчеркнуть, что в отличие от большинства других телескопов, работавших на орбите и предназначавшихся для решения какой-то одной задачи или группы однородных задач, КТХ будет многоцелевым универсальным инструментом и в полной мере заслуживает названия космической обсерватории. Аналогичный статус имели рентгеновский спутник «ХЕАО-2» (обсерватория имени Эйнштейна) и действующий до сих пор IUE (Международный спутник для ультрафиолетовых исследований). Организация наблюдений на таких спутниках во многом напоминает распределение времени работы наземных телескопов, когда специальный комитет рассматривает поданные заявки и отбирает наиболее актуальные задачи. В Балтиморе (США) создан специальный научный институт, в задачи которого входит отбор предложений, составление программы исследований на космическом телескопе, помощь наблюдателям в обработке полученных данных. Первые полгода телескоп будет отдан в полное распоряжение его создателей, и по обсерваториям уже разослана программа наблюдений на этот период, представляющая собой довольно объемистую книгу. Приглашенные наблюдатели не должны в своих заявках дублировать опубликованную программу. Наблюдателями могут стать ученые всех стран, и в том числе советские астрономы. Конечно, не приходится сомневаться, что при распре-

делении времени приоритет будет сохранен за странами, участвовавшими в создании КТХ, то есть за США и странами — членами Европейского космического агентства (ЕСА). Однако руководители программы прекрасно понимают и то, что привлечение мирового сообщества астрономов к работе на космическом телескопе должно повысить эффективность исследований и научную отдачу инструмента.

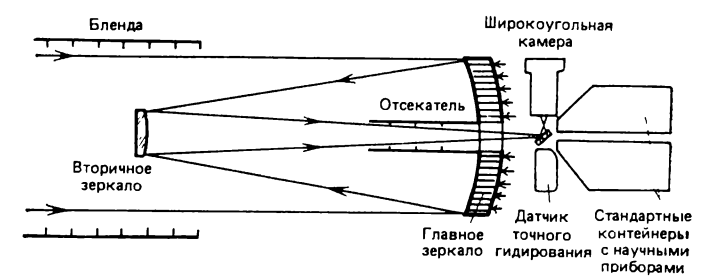
Главное зеркало телескопа изготовлено из стекла со сверхнизким коэффициентом теплового расширения и представляет собой две тонких пластины, соединенные множеством перегородок. Подобная конструкция обеспечивает нужную жесткость при малом весе и уже применена в некоторых наземных телескопах. Безусловно, отлить такую заготовку из стекла было совсем непросто. Непросто и обработать поверхность с точностью в одну стотысячную долю миллиметра. Попробуйте представить себе деталь размером в 2,4 м, обработанную с точностью 0,01 мкм, и вы получите представление о сложности задач, стоявших перед оптиками. На всякий случай было заказано два зеркала у разных фирм, применявших различную технологию, но обе они успешно справились с заданием. И все же остается опасность, что зеркало прогнется в условиях невесомости, но на этот случай позади него имеются 24 «толкателя», способных исправить положение по командам с Земли.

## ОРИЕНТАЦИЯ

Способность телескопа, лишенного опоры, производить развороты, наводиться на звезд-

ды и стабилизировать свое положение вряд ли может вызвать удивление в наш космический век. Действительно, чтобы обеспечить космическим аппаратам возможность маневров и связи, пришлось создавать системы ориентации спутников уже на самых ранних этапах освоения околоземного пространства, причем в качестве ориентиров все искусственные спутники используют астрономические объекты — Солнце, Землю и яркие звезды.

Но требования к точности ориентации КТХ далеко выходят за привычные рамки: положение его оси должно сохраняться неизменным с точностью до 0,007" — в противном случае все преимущества высококачественного космического телескопа будут сведены на нет. Датчики точного гидирования относятся к числу наиболее сложных узлов телескопа. В них используется интерференция света, собираемого противоположными краями зеркала телескопа: малейшее смещение звезды изменяет разность хода между интерферирующими пучками. Светоприемники фиксируют это изменение интенсивности результирующих сигналов и подают сигнал для коррекции положения телескопа. Но прежде чем начать работать интерферометры, надо найти опорные звезды. Приемные головки датчиков (а их всего три) обследуют поле зрения в том месте, где должны находиться звезды. После «захвата» двух звезд проверяются их яркость и взаимное положение, и если будет обнаружена ошибка, то поиск повторяется или запрашиваются запасные звезды. Излишне говорить, что весь процесс происходит автоматически под управлением

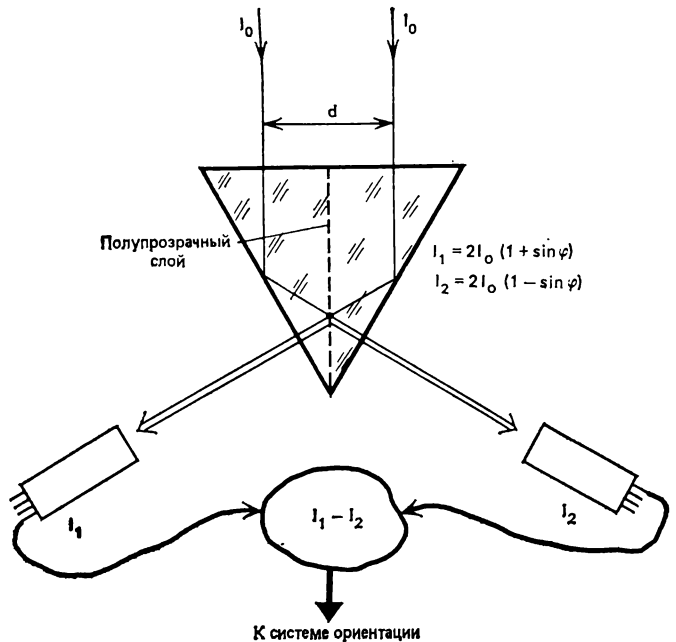


бортовой ЭВМ. Для нормальной работы телескопа достаточно двух датчиков, третий зарезервирован на случай отказа и может применяться также для координатных измерений.

В качестве исполнительных механизмов, поворачивающих телескоп в нужном направлении, служат тяжелые маховики: вращение маховика двигает телескоп за счет отдачи. Ясно, что присутствие человека на борту спутника недопустимо, ибо любое его движение тоже приведет к повороту телескопа. Правда, на ранних этапах раз-

Оптическая схема КТХ

Чувствительный элемент датчика точного гидирования состоит из светоделительной призмы (интерферометра), двух приемников света  $I_1$  и  $I_2$  (фотоумножителей) и электронной схемы обработки сигнала. В каждом из трех датчиков имеется пара таких элементов, регистрирующих малые смещения звезды по двум координатам



ПАРАМЕТРЫ КОСМИЧЕСКОГО ТЕЛЕСКОПА  
ИМЕНИ ХАББЛА

Диаметр главного зеркала	2,4 м
Светосила в фокусе Кассегрена	1 : 24
Расстояние между главным и вторичным зеркалами	4,9 м
Количество научных приборов	5
Точность слежения	0,007"
Масса спутника	10,4 т

работки программы рассматривался и пилотируемый вариант КТХ, но он был отвергнут из-за высокой стоимости, ограничений на длительность полета и уже отмеченных трудностей с ориентацией.

Кстати, некоторые из готовящихся к запуску телескопов все же будут работать на обитаемом корабле «Спейс Шаттл», но они будут располагаться на грузовом отсеке и для них создана специальная система наведения, функционирующая независимо от ориентации корабля. Роль астронавтов в программе КТХ сводится к редким посещениям с целью мелкого ремонта или замены научных приборов. Предполагается, что раз в пять лет телескоп будет возвращать на Землю для доработок и более тщательного ремонта. Вообще расчетный срок его работы на орбите составляет 20 лет. Ожидается, что за это время многое изменится в науке и технике, поэтому и предусматривается замена научных приборов КТХ.

УПРАВЛЕНИЕ

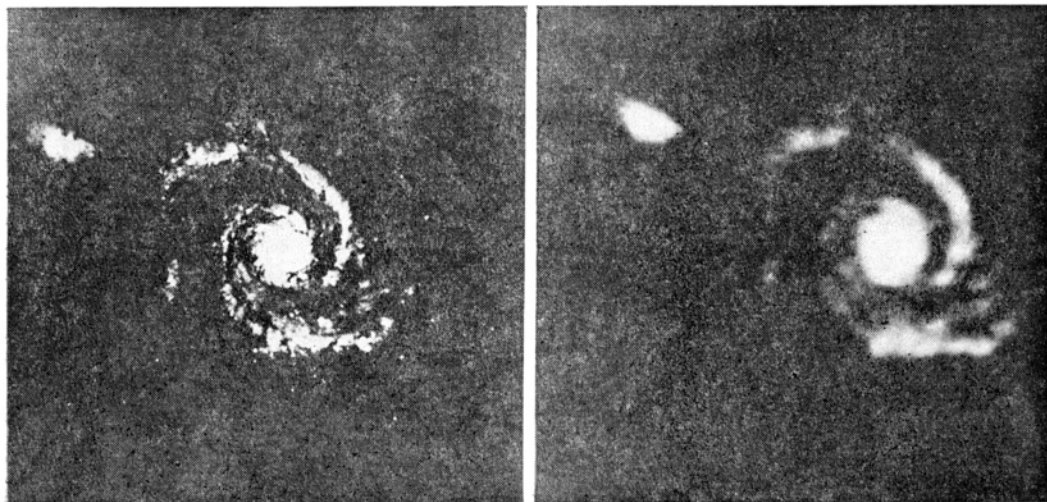
Космический телескоп имени Хаббла намечено вывести на круговую орбиту высотой 500 км. Связь с ним будет осуществляться через ретрансляционные геостационарные спутники общего назначения; один из них уже работает, второй погиб при катастрофе «Челленджера», всего же их должно быть три. Спутники связи будут принимать и передавать данные с наземной станции, которая в свою очередь будет связана через другой спутник с Научным институтом КТХ. Иногда астрономы смогут участвовать в наблюдениях, внося коррективы по ходу дела, но

основной режим работы — автоматический, когда телескоп регулярно получает с Земли задания, а в следующем сеансе связи передает полученные результаты. Составление заданий — дело чрезвычайно сложное, требующее учета множества факторов и ограничений. Помимо приоритета той или иной задачи тут играет роль техническое состояние оборудования. Должны учитываться возможность одновременного включения нескольких приборов (это связано с мощностью бортовой системы энергоснабжения), взаимное расположение объектов наблюдения и расположение объектов относительно ярких источников света — Солнца, Земли и Луны. Необходимо предусматривать и затраты времени и энергоресурсов на перевод телескопа с одного участка неба на другой. При работе на освещенной половине орбиты крайне трудно устранить попадание рассеянного света в фокальную плоскость. Несмотря на все меры предосторожности, область неба, в которой можно наблюдать слабые объекты, ограничена: их угловое расстояние от Солнца должно быть не меньше 50°, от освещенной части Земли — не меньше 70°, от Луны — не меньше 15°. Предварительная прикидка показала, что на полезные наблюдения космический телескоп будет тратить

всего лишь около 40% времени, не сильно отличаясь в этом отношении от наземных телескопов. Добавим, что для каждого объекта необходимо выбрать основные и запасные опорные звезды, по которым будут работать датчики точного гидрирования. Координаты опорных звезд и объекта следует знать с точностью в доли секунды дуги, в противном случае некоторые приборы просто не смогут работать. Точность имеющихся звездных каталогов оказалась недостаточной, и пришлось заново сделать быстрый обзор всего неба на широкоугольных телескопах. Теперь эта кропотливая работа близка к завершению и скоро весь каталог опорных звезд будет записан на магнитных дисках, чтобы при составлении программы наблюдений ЭВМ могла сама выбрать подходящие звезды.

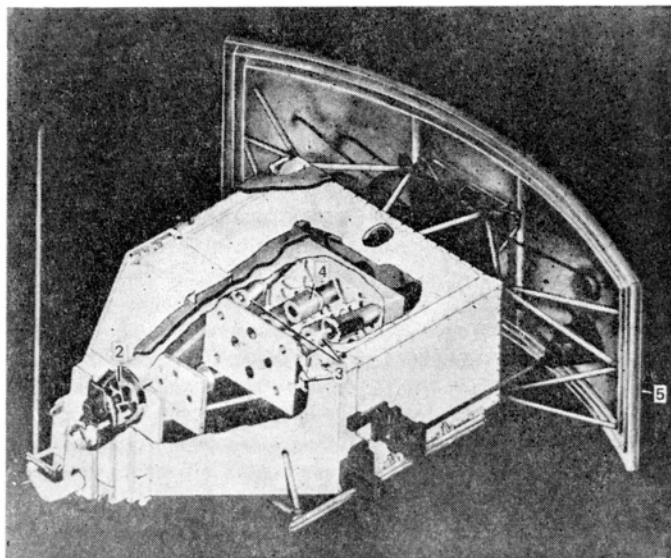
НАУЧНЫЕ ПРИБОРЫ

В значительной степени научный потенциал космической обсерватории определяется ее приборами, которые должны эффективно использовать уникальное качество изображения и «выжать» из телескопа все возможное. С самого начала разработчикам было ясно, что ключевая задача телескопа — получение изображений предельно слабых объектов. Хотя приемники телевизионного типа давно обогнали фотогра-



Примерно так будут различаться изображения, которые даст КТХ (справа), от наземных снимков (слева)

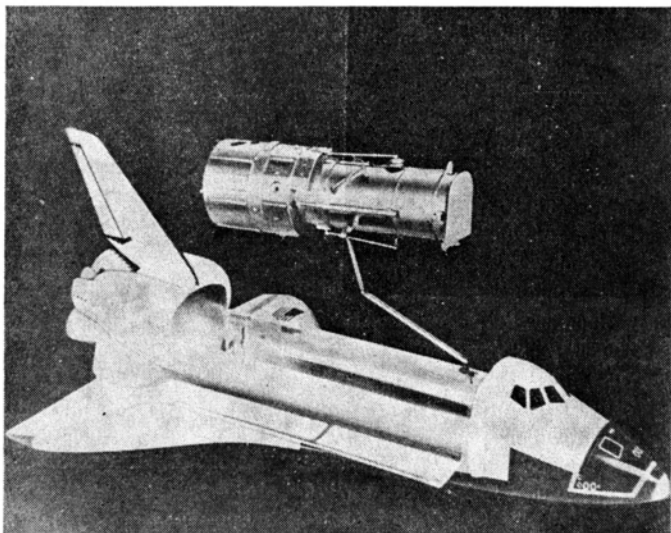
**Широкоугольная камера (схема).** Пучок света от телескопа отклоняется зеркалом (1), проходит через один из светофильтров, смонтированных на колесе (2), и разделяется на четыре части, попадая на четыре ПЗС-приемника (3). Другой комплект ПЗС-приемников (4) служит для наблюдения в более крупном масштабе. Цилиндрический радиатор (5) излучает тепло, отводимое от приемников в космическое пространство



фию по чувствительности, они все же намного уступают фотопластинкам по общей эффективности в режиме регистрации изображений, потому что по количеству чувствительных элементов большая фотопластинка в сотни раз лучше любой телекамеры. К сожалению,

в условиях космоса астрономические фотоматериалы портятся примерно за 2 месяца из-за воздействия проникающей радиации, и от их использования после долгих колебаний отказались. Фотопластинки с момента их изобретения заменяют твердотельными кремниевыми светоприемниками,

так называемыми приборами с зарядовой связью (ПЗС). В 1977 году решение об установке ПЗС-приемников излучения на космическом телескопе было смелым шагом, поскольку было принято решение заменить фотопластинки с момента их изобретения прошло тогда всего несколько лет. Теперь такие преимущества



Выведение телескопа на орбиту высотой 500 км с помощью космического корабля многоразового использования «Спейс Шаттл». (Иллюстрации взяты из специального сборника «The space telescope observatory», 1982)

ПЗС, как высокая точность, малые габариты, стабильность, малое энергопотребление, — очевидны. Специально для космического телескопа фирма «Тексас инструментс» разработала ПЗС-приемники форматом 800×800 элементов, которые при охлаждении обладают исключительно низким собственным шумом и способны регистрировать каждый второй падающий фотон. Четыре таких приемника составляют сердце широкоугольной камеры — основного научного прибора КТХ. Центральная часть поля зрения космического телескопа делится зеркальной оптикой на 4 части. Перестройка оптики позволяет

работать в двух режимах, различающихся размером поля зрения и масштабом изображения. С широкоугольной камерой будут наблюдать не только звезды и галактики, но и тела Солнечной системы. Большой набор светофильтров, поляриды и приспособления для спектроскопии делают широкоугольную камеру весьма универсальным прибором.

Остальные научные приборы КТХ размещены в стандартных контейнерах и работают по объектам, находящимся на периферии поля зрения КТХ. Самая внешняя зона поля зрения отдана в распоряжение датчиков точного гидирования. При необходимости контейнер с прибором можно заменить на орбите.

Совместными усилиями специалистов нескольких европейских стран, участвующих в программе КТХ, разработана и изготовлена камера слабых объектов. Она в известной мере дублирует функции широкоугольной камеры, обеспечивая резервирование на случай отказа.

Масштаб изображения, получаемого этой камерой, можно изменять. Приняты особые меры для наблюдения слабых источников около ярких звезд, ореол которых будет сведен к минимуму. В камере слабых объектов также использован ПЗС-приемник, но предварительно свет усиливается с помощью электровакuumной трубки. Специалисты полагают, что камера обеспечит наивысшую чувствительность в синей и ультрафиолетовой области спектра, уступая широкоугольной лишь в красной области.

Для исследования спектров внегалактических источников с малым и умеренным разрешением предназначен **спектрограф слабых объектов**. Его оптическая схема до предела упрощена, чтобы избежать лишних потерь света на отражение. Спектры будут регистрироваться диджиконами, то есть электронно-оптическими преобразователями, в которых вместо экрана установлены линейки кремниевых фотодиодов. Как и во многих других приборах космического телескопа, управление спектрографом и сбор данных возьмет на себя микропроцессор.

Детальное исследование спектров звезд в ультрафиолетовой области, недоступной наземным телескопам, возложено на **спектрограф высокого разрешения**. Эти наблюдения как бы продолжат работы, проводившиеся на космических аппаратах «Коперник» и «Астрон». Большая апертура космического телескопа здесь гораздо важнее качества изображения. Приемниками света также будут диджиконы.

**Быстрый фотометр** КТХ предназначается для поиска малых колебаний блеска звезд. В на-



земных условиях обнаружить эти колебания блеска чрезвычайно трудно, так как мешает мерцание звезд, вызванное земной атмосферой. Между тем среди астрономов крепнет убеждение, что абсолютно постоянных звезд просто не существует, и даже у Солнца были зарегистрированы небольшие изменения потока, связанные, в частности, с прохождением крупных пятен по диску. Быстрый фотометр — самый простой прибор космического телескопа, в нем нет движущихся механических деталей. Для наблюдения звезды в разных участках спектра телескоп просто слегка сдвигается, чтобы свет проходил через разные элементы установленного в фокальной плоскости мозаичного светофильтра.

Еще одним научным прибором космического телескопа может считаться **система точного гидирования**: пока 2 датчика удерживают телескоп в заданном положении, третий способен обследовать свой участок поля зрения и измерять относительные координаты звезд с ошибкой всего в несколько тысячных долей секунды дуги, то есть гораздо точнее, чем в наземных условиях.

## ПРОГРАММА НАБЛЮДЕНИЙ

Общая стратегия отбора научных задач для КТХ такова: на телескопе следует делать лишь то, что невозможно сделать в наземных условиях. Конечно, и при постановке, и при решении таких задач необходимы дополнительные наблюдения на наземных оптических и радиотелескопах, поэтому ни о какой конкуренции между космической и наземной астрономией не может быть и речи.

Основываясь на опубликованной программе, можно выделить несколько научных направлений, по которым будут вестись исследования.

**Космология и ранняя стадия расширения Вселенной.** Наблюдения переменных звезд в далеких галактиках уточнят постоянную Хаббла (то есть размер Вселенной), а регистрация и подсчеты предельно далеких квазаров помогут уточнить модель пространства-времени, в котором мы живем, и эволюцию самих квазаров.

**Активные галактики и квазары.** Ожидается, что наблюдения ядер этих объектов с более высоким разрешением помогут понять природу загадочных центральных источников их энергии (возможно, сверхмассивных черных дыр). Увидеть сами эти источники не удастся даже при разрешении в 0,001 угловой секунды, достигнутом на наземных радиоинтерферометрах. Не сможем мы разглядеть и структуру ядер, что, впрочем, согласуется и с теоретическими оценками. О протекающих в ядрах мощных процессах придется судить лишь по наблюдениям их проявлений в околоядерных зонах галактик. Кстати, запланировано также много работ по изучению нормальных галактик разных типов.

Программа работ на телескопе Хаббла, кроме того, предусматривает **исследования по звездной астрономии**, в частности такие вопросы, как шкала возраста шаровых скоплений, строение внешних частей нашей Галактики, проблема «скрытой массы» галактик, сравнение свойств нашей Галактики и других галактик.

Будут проводиться также и **исследования по физике звезд**

**и межзвездной среды**, в основном опирающиеся на анализ спектров в ультрафиолетовой области.

С помощью камеры слабых объектов и датчиков точного гидирования на телескопе станут проводиться поиски слабых маломассивных спутников у ближайших звезд — это еще один шаг на пути к открытию внесолнечных планетных систем.

Наблюдения тел Солнечной системы (больших планет, астероидов) с высоким разрешением — еще одно направление работ, дополняющих программу исследований тел Солнечной системы межпланетными зондами.

Не приходится сомневаться, что на космическом телескопе имени Хаббла будут сделаны неожиданные, «незапланированные» открытия, которые изменят дальнейшую ориентацию научной программы. Быстрый прогресс астрономии наших дней также отразится на программе наблюдений. Любой крупный результат, полученный, скажем, методами инфракрасной астрономии, обязательно потребует наблюдений в других участках спектра, и наверняка ученые захотят исследовать заинтересовавший их объект с помощью КТХ, пользуясь его высоким разрешением и высокой чувствительностью. Короче говоря, новая космическая обсерватория станет важным звеном в едином комплексе наблюдательных средств астрономии.

Доцент  
Ю. Н. КЛЕВЕНСКИЙ



## Астрономический центр в Шадринске

В статье В. В. Мартыненко «Развитие юношеской любительской астрономии в СССР» (Земля и Вселенная, 1985, № 1) приводятся фамилии людей, живущих в разных городах нашей страны, но объединенных одним благородным стремлением — все свое свободное время они отдают юным астрономам. Мне приходилось встречаться с такими людьми. Это Б. Г. Пшеничнер, С. С. Войнов, Н. К. Семакин, К. А. Порцевский, С. И. Сорин, Л. Л. Сикорук, Ю. А. Гришин, В. В. Мартыненко и многие другие руководители юношеских коллективов. Об их работе с юными любителями астрономии не раз сообщалось в печати, говорилось на съездах и пленумах ВАГО, на Всесоюзных слетах. Здесь я хочу рассказать еще об одном энтузиасте, сумевшем увлечь астрономией многих — о Ефиме Львовиче Талалае. Я специально побывал в Шадринске, в городе, где он живет, познакомился с созданным им кабинетом астрономии, учебным планетарием, астрономической площадкой, изучал опыт его работы, присутствовал на занятиях астрономического кружка, слушал его лекции. Я видел, с каким уважением относятся студенты и школьники к Ефиму Львовичу.

С 1959 года Е. Л. Талалай преподает астрономию в Шадринском пединституте. Именно здесь он и создал учебный астрономический центр, о котором расскажу подробнее.

В статье «Стратегия методического поиска» (Земля и Вселенная, 1985, № 1) Е. П. Левитан подчеркивает, что в будущем в школах и ПТУ должны появиться прекрасно оборудованные кабинеты астрономии, учебные обсерватории и астрономические площадки, то есть целые школьные астрономические центры. Здесь будут проводиться уроки астрономии и природоведения, факультативные и кружковые занятия, олимпиады, готовиться астрономические вечера. Прототипом такого астрономического центра будущего можно считать астрономический центр в Шадринском пединституте.

Создание его началось в 1961 году, когда в специально оборудованном помещении установили аппарат-планетарий УП-2. Надо сказать, что благодаря прекрасному уходу вот уже 26 лет аппарат работает безотказно. Помимо звездного неба в планетарии можно увидеть как движутся планеты, Луна, Солнце, можно наблюдать восход и заход светил. А качество изображения звезд почти не от-

личается от того, что достигается в больших планетариях.

Планетарий был создан для учебных занятий со студентами физико-математического факультета, но открыт он фактически для любого желающего познакомиться со звездным небом. Ежегодно планетарий посещает около 4000 учащихся школ и технических училищ, учителей, рабочих и служащих. За 26 лет работы в планетарии побывало почти 100 тысяч посетителей (это примерно равно населению всего Шадринска). Впрочем, приходят в планетарий не только жители этого города, нередко и гости из сельских школ, из областного центра.

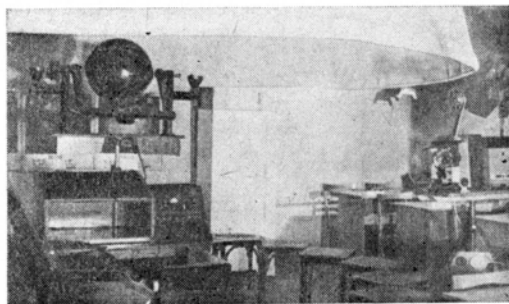
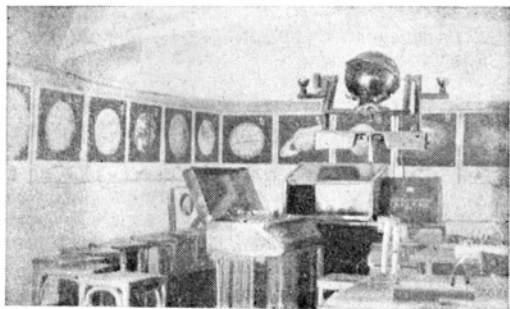
Тематика лекций планетария чрезвычайно разнообразна: помимо учебных, здесь читаются и научно-популярные лекции, как, например, «Звездное небо», «Строение Солнечной системы», «Солнце и жизнь Земли», «Мир галактик», «Жизнь во Вселенной», «Достижения СССР в освоении космического пространства», «Успехи и будущее космонавтики» и другие. Лекции всегда сопровождаются показом диапозитивов, преимущественно цветных.

Для учащихся старших классов и взрослых лекции обычно читает сам Е. Л. Талалай. Читает эмоционально, увлеченно. При этом он создает различные проблемные ситуации, заставляя слушателей думать, отвечать на какие-то вопросы, соглашаться с лектором или возражать ему, что, конечно же, способствует лучшему усвоению материала.

Для учеников 1—4 классов лекции, как правило, читают члены студенческого астрономического кружка. Каждая лекция, подготовленная студентом, вначале проходит апробацию, обсуждается членами астрокружка и считается готовой лишь после ее утверждения. Иногда небольшие лекции для учеников младших классов читают наиболее подготовленные члены школьного кружка (обычно учащиеся 8—10 классов).

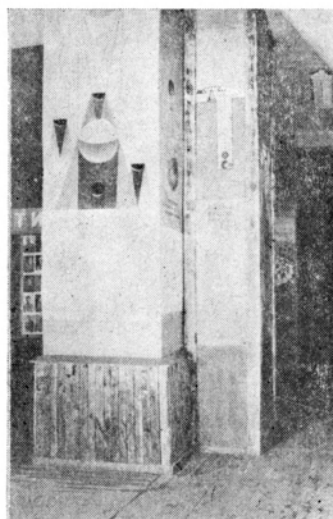
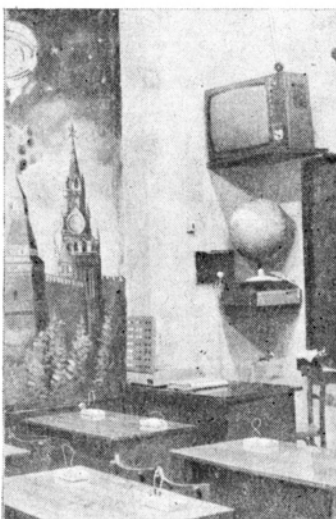
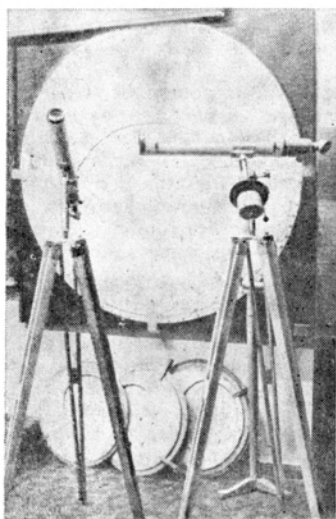
В специальной книге планетария имеется немало восторженных отзывов посетителей о работе вузовского планетария, о высоком качестве прочитанных лекций.

Прежде чем попасть в астрономический кабинет и в планетарий посетители задерживаются в коридоре. Они знакомятся с его оформлением, узнавая много нового, интересного и уже здесь настраиваются, так сказать, «на астрономический лад».



Планетарий Шадринского пединститута

Оформление части коридора у входа в планетарий



На стенах коридора — рисунки, схемы, макеты. Здесь показаны относительные размеры Солнца и всех больших планет, размеры звезд (по сравнению с Солнцем), знаки зодиака и положение Солнца в зодиакальных созвездиях, а также диаграмма «спектр — светимость». Есть схемы, поясняющие причины солнечных и лунных затмений, способы определения расстояний до звезд и планет, строение Земли; демонстрируется объемная модель участка поверхности Марса, модель ракеты с космическим кораблем «Союз». Тут же можно увидеть большую карту звездного неба, цветные фотографии советских космонавтов, несколько сменных стендов: «Астрономия и религия», «На переднем крае науки» и другие.

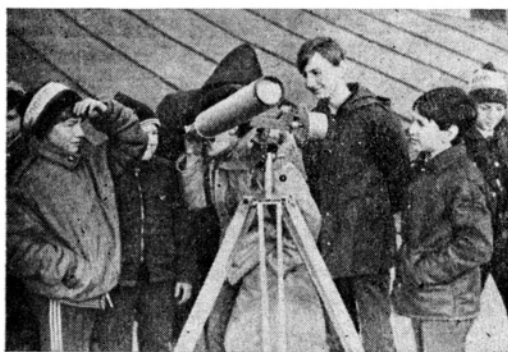
**Астрономический кабинет** — это обычный кабинет школьного типа. В нем установлены телевизор и магнитофон. На вращающейся подставке закреплены кинопроектор, диапро-

ектор и кодоскоп. На стене — проектор показа солнечных и лунных затмений. В кабинете есть звездные карты, атласы, тут и диапозитивы, диафильмы, астрономическая литература и другие учебные пособия. Имеется семь переносных телескопов различных конструкций, два из них предназначены для экскурсантов. На столах учителя и учащихся расположена аппаратура, составляющая установку группового контроля знаний (УГК-1). Она используется не только во время учебы студентов, но и на занятиях астрономических кружков, а также при проведении экскурсий в планетарий.

**Астрономическая площадка** расположена на плоской крыше здания и огорожена перилами. Здесь — подставки для школьных телескопов, теодолитов и других инструментов, столы, некоторые приспособления, облегчающие наблюдения. На площадке изучают звездное небо и невооруженным глазом, и с помощью теле-

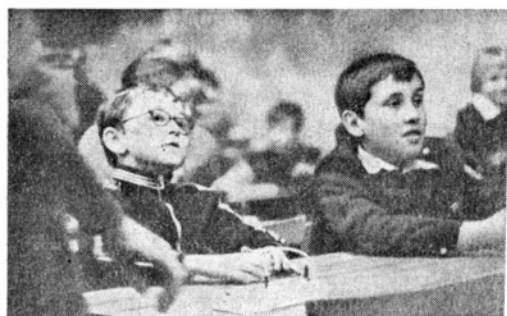


**Е. Л. Талалай у пульта управления планетарием**



**Практические занятия юных астрономов**

**Занятия школьного астрономического кружка. На переднем плане: ученик 6-го класса школы № 4 Андрей Перунов (справа) и ученик 5-го класса школы № 9 Сергей Мальцев**



скопов. Если позволяет погода, то занятия со студентами и школьниками Е. Л. Талалай проводит по 3—4 раза в неделю.

Институтский астрономический центр в Шадринске никогда не бывает безлюдным. Днем идут учебные занятия, читаются лекции, проводятся экскурсии, а вечером — работают астрономические кружки. Их два, а точнее — три. В первом занимаются студенты, во втором — школьники. Школьники, которые посещают кружок более двух лет, организуют отдельную группу, позже она вливается в студенческий кружок.

Набор студентов в астрокружок проводится в начале каждого учебного года. Принимаются студенты всех факультетов, а не только физико-математическо-го. Поскольку знания в области астрономии у большинства записавшихся в кружок довольно слабые, вначале для них проводится так называемый «ликбез». Некоторые студенты сразу же отсеиваются, остальные с увлечением занимаются в кружке и дальше.

Запись в школьный астрокружок также проводится в начале учебного года. Как правило, набирается около 50 человек. Для всех «новеньких» устанавливается испытательный срок — один месяц. Занятия проводятся 1—2 раза в неделю в планетарии, а если позволяет погода, то на астроплощадке. Так же, как и в студенческом кружке, здесь первые два месяца используют для «ликбеза». Ведут учебу в это время опытные студенты-кружковцы. Затем каждый ученик готовит реферат-доклад на 7—10 минут по той или иной теме — например, «Марс», «Венера», «Кометы» и так далее. Сообщения заслушиваются на очередном занятии кружка, причем студенты, ведущие их, комментируют доклады, дополняют их, указывают на недостатки, иногда намеренно вызывая докладчика и аудиторию на дискуссию и споры. Ребята уже могут управлять проекционной аппаратурой, так что во время доклада они показывают диапозитивы. На каждом занятии в планетарии несколько минут отводится на изучение звездного неба.

Наиболее способные школьники-кружковцы готовят лекции для младших товарищей и проводят их или в планетарии, или в своей школе. Первое время каждую такую лекцию



контролирует студент или преподаватель, готовый в трудный момент прийти на помощь. Впоследствии активные кружковцы-школьники становятся членами юношеской секции Шадринского отделения ВАГО. После второго года обучения в школьном астрокружке учащиеся переходят в студенческий кружок, где занятия проводятся на более высоком уровне, а работы выполняются уже с элементами научного исследования. Эти ученики и студенты помогают организовать и проводить в школах астрономические вечера, викторины, олимпиады, регулярно обновляют стенды в институте, выпускают стенгазеты и бюллетени. Ежегодно они ездят на экскурсию в обсерваторию Свердловского университета, где знакомятся с различными инструментами, наблюдают не-

бесные светила. Летом небольшие группы кружковцев, на заработанные в течение года деньги, выезжают в Крымскую астрофизическую обсерваторию, где под руководством кандидата физико-математических наук Н. С. Черных и других сотрудников обсерватории занимаются научной работой.

Вся эта большая увлекательная и важная работа астрономического центра Шадринска организована и проводится старшим преподавателем Ефимом Львовичем Талалаем. Я считаю, что опыт работы талантливого педагога должен стать достоянием всех руководителей астрокружков в нашей стране.

## Изучаются земные токи

Явление земных токов в океанах до сих пор исследовалось мало. Группа сотрудников Лаборатории имени Белла в Меррей-Хилле (штат Нью-Джерси, США) использовала для таких исследований новый телекоммуникационный кабель, проложенный по дну Атлантического океана от Такертона в Нью-Джерси до мыса Лендс-Энд в Англии. Сначала они измерили электронатяжения в кабеле, не работавшем по своему прямому назначению шесть суток в феврале 1983 года. Это дало возможность оценить земные токи вдоль 1200-километрового отрезка этой линии связи.

Измерения магнитного поля в двух удаленных точках кабеля показало, что напряжение в кабеле коррелирует сильнее всего не с меридиональной компонентой геомагнитного поля, как ожидалось, а с его интенсивностью в западно-восточном направлении. Это неожиданное явление объясняют двойко. Либо в недрах окраин американского континента текут токи, направленные с севера на юг (возможно, они связаны с магнитной аномалией его восточного побережья, отличающейся необычно сильным магнитным полем). Либо все это вызвано глубоко захороненным разломом земной коры или рудодносным телом.



Протяженный отрезок нового телекоммуникационного кабеля используется той же группой исследователей для измерения электропроводности морских вод и их крупномасштабного перемещения. Например, регистрировались электрические эффекты, связанные с морскими приливами.

Journal of Geophysical Research,  
1986, 91, В7

## Атмосферный метан и геотектоника

Казалось бы, какая между ними связь? Однако она существует. Сотрудники Всесоюзного научно-исследовательского института ядерной геофизики и геохимии организовали специальные наблюдения: с борта самолета ИЛ-14 они отбирали пробы воздуха над территорией Донецкой и Ростовской областей, Кавказа, а также над территорией Средней Азии. Таким образом,

наблюдениями были охвачены крупные геологические структуры — Восточно-Европейская платформа и геосинклинальная область, включающая Южно-Каспийскую впадину. (В этих исследованиях концентрация метана определялась в единицах  $10^{-4}\%$ .)

Содержание метана в нижнем слое атмосферы (высота 50—150 м) менялось в зависимости от характера территории, над которой летел самолет. Оно уменьшалось при переходе от геосинклинальной области к древней платформе: больше всего метана оказалось над Туркменией, Мангышлаком, Азербайджаном, меньше — над Донецкой и Ростовской областями.

Возможно, такие вариации связаны с обстановкой в недрах Земли. В геосинклинальных областях, где до сих пор интенсивно идут процессы складчатости, в земной коре образуется множество трещин. По ним метан относительно свободно может подниматься к поверхности, а затем попадать в атмосферу. В платформенных же областях, где геологические процессы давно закончились, трещин почти нет и поступление метана в атмосферу затруднено.

Как показали те же самолетные наблюдения, увеличение концентрации метана в атмосфере также связано и с наличием нефтегазоносных площадей.

Доклады АН СССР, 1986, 289, 3



## Форум юных астрономов и космонавтов

Сотрудников Специальной астрофизической обсерватории (САО), что расположена на Кавказе в районе Нижнего Архыза, приезжими не удивить. Здесь часто проходят конференции и симпозиумы, семинары и школы молодых ученых. Главным образом сюда приезжают, чтобы наблюдать на уникальных астрономических инструментах: на крупнейшем в мире 6-метровом оптическом телескопе и грандиозном радиотелескопе оригинальной конструкции (РАТАН-600). Чтобы посмотреть на знаменитые телескопы нередко здесь бывают и специальные туристические группы и делегации.

Однако такого «нашествия» гостей, какое было в первую декаду августа 1986 года, обсерватория еще не переживала. Число наблюдателей возросло в эти дни в несколько раз, а средний возраст жителей научного городка резко снизился, приблизившись к юношескому.

Дело в том, что на территории САО тогда проходил VI Всесоюзный слет юных астрономов и космонавтов, который собрал около 400 ребят и их руководителей из всех районов нашей страны. Среди делегатов — много участников ВДНХ, победителей олимпиад, слетов

и конкурсов. Почти все привезли сюда свои отчеты о научных наблюдениях, снимки астрономических объектов, самодельные астрономические приборы, модели космических сооружений будущего, альбомы, слайды, планшеты и кинофильмы, отображающие работу юных «звездочетов».

Программа слета была разнообразна и насыщена: волнующее торжественное открытие, осмотр уникальных телескопов, пленарные и секционные заседания конференции юных астрономов и космонавтов, соревнования наблюдателей, космическая викторина, конкурс на лучший эксперимент в космосе, вечер вопро-

сов и ответов, диспуты «Космическое будущее человечества» и «Поиск внеземных цивилизаций», ежевечерние астрономические наблюдения. Ребята также посетили Мемориал защитников Кавказа, побывали на вечере дружбы, концерте самодельности и, наконец, зажгли прощальный костер.

Лишь неделю продолжался слет, но сколь интересна была его программа! Как живописна природа этого уголка Кавказа! Ребята настолько успели подружиться, что, прощаясь, некоторые не смогли удержаться от слез.

Это был уже шестой сбор мальчишек и девчонок, влюбленных в звездное небо. Такие



На торжественной линейке,  
открывшей слет



После посещения  
6-метрового телескопа

слеты проходят в стране каждые три года (Земля и Вселенная, 1980, № 4, с. 72; 1983, № 1, с. 73.—Ред.). Они стали проводиться по инициативе бюро юношеской секции Всесоюзного астрономо-геодезического общества. Вместе с ВАГО слеты организуют ЦК ВЛКСМ, Министерство просвещения СССР, Всесоюзное общество «Знание» при участии Федерации космонавтики СССР и ВДНХ СССР. В подготовке и проведении слетов участвуют опытные руководители кружков: В. В. Мартыненко, С. И. Сорин, С. С. Войнов, В. Ф. Карташов, В. А. Голубев, В. И. Гладкий и другие. И всегда в организации этих мероприятий принимают участие как астрономы-профессионалы, так и энтузиасты, работающие со школьниками. За годы проведения слетов сложилась инициативная группа, в которую входят В. А. Бронштэн, Т. Л. Волковицкая, А. В. Засов, Е. П. Левитан, В. А. Пацаева, И. В. Стражева, В. Г. Сурдин,

Л. С. Хачатурьянц, А. М. Черепашук, С. П. Яценко. Непременные гости слетов — космонавты Г. М. Гречко, В. Д. Зудов, Н. Н. Рукавишников. Участие космонавтов и известных ученых придает этим сборам достаточно высокий научный уровень.

Обычно слеты проходят там, где есть крупная обсерватория и сильный коллектив юных любителей астрономии и космонавтики. Все это позволяет ребятам из первых рук узнавать о последних достижениях, проблемах и перспективах любимой науки, знакомиться с передовым опытом любительских коллективов.

Со времени первого слета (июль 1969 года) многое изменилось в организации «космического» творчества юных. Три первых слета проходили без участия юных космонавтов и главной задачей их было обучение астрономов-любителей методам наблюдений различных небесных объектов. Это

вполне оправданно: в конце 60-х годов общее число астрономических кружков было невелико, а опытные руководители таких кружков составляли лишь считанные единицы. С тех пор положение в астрономическом любительстве изменилось в лучшую сторону. Если в 60-х годах активно работало всего несколько десятков астрономических кружков, то сейчас их зарегистрировано более пятисот. На самом деле в стране подобных любительских объединений, вероятно, тысячи. Это подтверждают выборочные сведения, представленные на последнем слете некоторыми руководителями астрономических любительских коллективов.

Первая задача таких собраний — пропаганда деятельности и всего движения юных астрономов и космонавтов. Этому должно способствовать широкое и квалифицированное освещение по каналам массового вещания подготовки, проведения и итогов очередного слета. О VI слете в CAO, например, рассказывалось в печати, по Всесоюзному и местному радио, в передачах Центрального телевидения «Знай и умей», «Отзовитесь, горнисты». Однако это в основном была информация о самом слете. Пропаганда станет гораздо убедительнее, если ее дополнить репортажами о жизни и делах конкретных коллективов юных исследователей.

Каждый Всесоюзный слет становится очередным смотром «малой» астрономии и космонавтики. И это — вторая зада-

На вопросы ребят отвечает  
летчик-космонавт СССР  
В. Д. Зудов

ча подобных мероприятий. Организаторы всегда стремятся собрать на слет коллективы большие и малые, существующие уже много лет и созданные недавно, действующие в селах и городах, при школах и внешкольных учреждениях, вузах и научных организациях, при планетариях и отделениях ВАГО. На VI слет, например, съехались представители 100 коллективов. Наиболее наглядно значительный охват любительских объединений продемонстрировала выставка творческих работ коллективов-участников слета. (Статью об этой выставке можно будет прочесть в следующем номере нашего журнала).

Следует подчеркнуть, что многие работы учащиеся ведут по заданию и при консультации ученых. Например, группа юных астрофизиков из Москвы исследует галактики по заданию сотрудников Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга, наблюдения метеоров в Крыму проводятся по программе ВАГО, а исследования серебристых облаков в Москве, Риге, Таллине, Горьком, Омске и Томске — по программе Межведомственного геофизического комитета.

О результатах своей исследовательской, конструкторской, учебной и пропагандистской работы ребята рассказывали на секционных заседаниях, которым на слете было уделено большое внимание. Ведь именно на секциях ребята могут поделиться своими достижениями, рассказать о трудностях, узнать,



что есть интересного в других коллективах, обсудить спорные вопросы, выслушать мнение специалистов, получить совет.

Всего на VI слете работало 11 секций, в том числе — секции метеоров, комет, Солнца, Луны и планет, звездной астрономии, астроприборостроения, астрофотографии, космического моделирования. Уже на самом слете стало ясно: нужно было организовать еще одну секцию, на которой ребята могли бы обменяться опытом использования компьютеров в астрономии и космонавтике. Такая практика уже есть у школьников Новосибирска, Москвы, Ленинграда, Симферополя и других коллективов. Быть может, на следующем слете такая секция еще будет нужна, а в дальнейшем в связи с расширением компьютерной грамотности соответствующие доклады можно будет представлять во всех профильных секциях.

Одна из самых многолюдных — кометная секция, и это вполне естественно, ведь 1985—1986 учебный год прошел для

юных астрономов, так сказать, под знаком кометы Галлея. Около 100 любительских коллективов наблюдали комету по единой программе, а в южные районы, где условия видимости кометы были наиболее благоприятными, выезжали почти 30 экспедиций. Участники программы заблаговременно получили методические рекомендации и эфемериды, им выдали специальные дипломы, подтверждающие принадлежность к всесоюзной сети наблюдений кометы.

Исследования кометы Галлея, проведенные юными любителями, как сказал на слете один из руководителей советской программы наблюдений К. И. Чурюмов, имели определенное научное значение. Результаты любительских работ, суммированные координатором этой программы В. А. Голубевым, будут опубликованы наряду с материалами астрономов-профессионалов.

Опыт организации наблюдений кометы Галлея показал: необходимо создать подобные программы для изучения дру-





Подготовка к ночным наблюдениям начинается еще днем

Фото Ю. В. Сухарева

гих астрономических объектов. Все участники слета получили разработанные учеными задания по исследованию комет, метеоров, серебристых облаков, переменных звезд. Сотрудник САО Е. Л. Ченцов предложил программу наблюдений цвета Луны во время затмений. По замыслу ученого, это имеет не столько астрономическое, сколько экологическое значение. Ведь цвет и уровень освещенности лунного диска, попавшего в тень Земли, зависит от степени прозрачности и состава земной атмосферы. Задания ученых разосланы коллективам юных астрономов и космонавтов.

Выполняя просьбу организаторов слета, вычислительный центр САО взял на себя функции координатора работ по применению компьютеров в любительской астрономии. Сотрудники САО теперь будут накапливать, обобщать и распространять учебные и исследовательские компьютерные программы. В отличие от предыду-

щих слетов, определение направлений исследовательской деятельности ребят на этот раз получило конкретное выражение.

Подъему работы слета на более высокий качественный уровень несомненно способствовали контакт его участников с учеными на секциях, в лабораториях, в вычислительном центре, в экспериментальных лабораториях САО и, конечно, многочисленные индивидуальные беседы со специалистами, с руководителями кружков, а также общение друг с другом.

Хочется сказать слова благодарности руководству и многим сотрудникам САО, особенно тем, кто ради участия в слете даже изменил время своего отпуска. Хорошо подготовиться и провести слет сумел его местный организационный комитет под руководством заместителя директора по науке Л. И. Снежко, секретаря партбюро В. П. Романенко, председателя первичной организации общества «Знание» Е. Л. Ченцова и пред-

седателя совета молодых ученых И. Ф. Бикмаева. Все они, а также и другие сотрудники САО вложили много души, творчества и энергии, чтобы ребята, приехавшие в Нижний Архыз, остались довольны слетом.

В. П. Романенко и Г. М. Бескин разработали оригинальные сценарии диспутов и сами провели их с подъемом; С. Н. Ключков стал автором и ведущим космической викторины, а также одним из главных организаторов конкурса на лучший проект «эксперимента» в космосе (эти проекты разрабатывались в рамках работы секций по интересам).

И. Ф. Бикмаев, Л. А. Пустильник, сотрудники астрономической станции Казанского университета М. И. Шпекин, В. Н. Киткин, В. Я. Соловьев и другие специалисты обеих обсерваторий во время слета обеспечили вечерние и ночные наблюдения. В этих целях использовались 40-сантиметровый астрограф и самодельные телескопы и астрографы, привезенные юными астрономами. Кроме того, каждую ночь небольшие группы старших участников слета присутствовали при наблюдениях на 6-метровом телескопе.

Свои теоретические знания и практические навыки юные астрономы продемонстрировали в командном конкурсе наблюдателей. Они состязались в знании звездного неба, в умении пользоваться картами и атласами, выполнять угловые измерения на небосводе, в навыках работы с телескопом.

Слеты юных астрономов — это своеобразная школа педагогического и методического опыта внешкольной работы по астрономии и космонавтике. Руководители кружков получают возможность сопоставить результаты своей работы с итогами деятельности других коллективов, посоветоваться с более опытными коллегами, проконсультироваться со специалистами относительно дальнейших исследований, расширить свой научно-технический кругозор. Начиная с IV слета для руководителей кружков организуется специальный семинар. От 2-х до 4-х часов в день около семидесяти руководителей обсуждали свои проблемы. Они рассмотрели вопросы организации профильного учебного коллектива, постановки и тематики научных исследований, технического творчества, применения компьютеров, кружковой работы со школьниками младшего возраста. Такой семинар, по мнению собравшихся, оказался чрезвычайно полезным. К сожалению, по времени он совпадал с работой секций слета, что лишало руководителей возможности «поболеть» за своих питомцев, а главное — послушать выступления других ребят.

Подводя итоги работы слета, можно сказать, что в организации последующих всесоюзных сборов следует кое-что изменить. Прежде всего, как нам кажется, целесообразно вернуться к практике проведения слетов отдельно для юных астрономов и отдельно для юных космонавтов. Дело в том, что после IV слета, в котором впервые приняли участие юные космонавты, специально для них стали проводиться новые всесоюзные мероприятия. Это,

например, ежегодный конкурс «Космос», когда в Москве во время весенних каникул собираются авторы космических моделей и проектов, а в летнее время в столице ежегодно проходят активы школьных музеев космонавтики. Регулярно организуется всесоюзные соревнования учащихся по ракетомоделизму. В 1985 году Федерация космонавтики СССР приняла решение о проведении еще одного общесоюзного мероприятия — «Малых Королевских чтений». Недавно в лагере ЦК ВЛКСМ «Орленок» прошел очередной слет военно-патриотических объединений школьников, включая и членов школ и клубов юных космонавтов и летчиков. Наконец, раз в несколько лет теперь будет осуществляться весьма представительное по составу участников мероприятие — конкурс на лучший проект космического эксперимента «Малый интеркосмос». Первый такой конкурс был посвящен 20-летию поле-

та Юрия Алексеевича Гагарина, второй объявлен на VI слете в CAO и приурочен к 30-й годовщине запуска первого в мире искусственного спутника Земли. Таким образом, теперь ребятам, занимающимся различными видами научно-технического творчества в области космонавтики, сборы совместные с юными астрономами больше не нужны.

Вместе с тем для юных астрономов слет — единственное общесоюзное массовое мероприятие. Отделение от юных космонавтов позволило бы увеличить число приглашаемых астрономических коллективов, а также лучше приспособить режим работы слета к специфике занятий астрономией. Базой же для слетов юных астрономов по-прежнему должны оставаться профессиональные обсерватории. А чтобы программу слета не перегружать, желательно увеличить его продолжительность до десяти дней.



## Статистика вулканических извержений

Сотрудник Всесоюзного научно-исследовательского института минерального сырья С. В. Белов проанализировал данные об извержениях современных вулканов всего мира (они охватывают последние почти три с половиной тысячи лет). Вывод получился интересный: больше всего извержений происходит в июне месяце. Именно в июне максимальны и энергия вулканов, и суммарный средне-

месячный объем извергнутого ими материала.

Любопытную закономерность дал статистический анализ и древнего вулканизма. Так, исследовались извержения за весь фанерозой — последние 600 млн. лет жизни Земли. Оказалось, что максимальная активность вулканов повторялась в фанерозое каждые 190—200 млн. лет. По мнению С. В. Белова, такие длинные периодические колебания могут быть связаны с движением Земли вместе с Солнечной системой вокруг ядра Галактики. Что же касается максимума вулканических извержений в июне месяце, то автор связывает их с некоторыми особенностями вращения Земли.

Доклады АН СССР, 1986,  
291, 2



А. В. ИВАНОВ  
Г. Г. АЛЕКСАНЯН  
А. А. ПЕТРОВ

## Визуальные наблюдения широких атмосферных ливней

В августе 1983 года отделом астрономии и космонавтики Московского городского Дворца пионеров и школьников была организована экспедиция на Звенигородскую наблюдательную станцию Астросовета АН СССР. Основная задача экспедиции — наблюдения метеорного потока Персеид. Однако ребята решили, если позволит погода, попробовать провести наблюдения интересного явления, заключающегося в резких изменениях яркости («вспышках») звездного неба на небольших его участках (всего в несколько квадратных градусов). Этот феномен существенно отличается от метеорного и протекает практически мгновенно.

Обработав результаты наблюдений метеорного потока Персеид, члены кружка приступили к исследованиям этих вспышечных явлений. Так как наблюдения такого рода проводились впервые, то задача пока ставилась минимальной — надо было доказать сам факт существования вспышек, то есть показать, что вспышки — это объективный процесс, а не галлюцинации наблюдателя (свечение может возникать и как результат взаимодействия отдельных частиц проникающего излучения с сетчаткой глаза). Наиболее правдоподобным было предположение, что вспышки вызваны прохождением ча-

стиц сверхвысоких энергий сквозь атмосферу, то есть вспышки — это оптическое проявление широких атмосферных ливней (ШАЛ).

Наблюдали вспышки одновременно несколько человек; записывая в журнал их координаты, звездные величины, форму, наносили положение вспышек на карту звездного неба. Потом параметры, полученные разными наблюдателями, сравнивались. Работа оказалась довольно трудной, поскольку вероятность, с которой можно заметить вспышку, оказалась довольно низкой, так как вспышка практически мгновенна и подавляющее их большинство небольшой яркости.

К следующей экспедиции мы решили подготовиться более основательно. Для этого еще в Москве начали тренировочные наблюдения с применением искусственного светового эффекта, смоделированного в лабораторных условиях. Необходимо было определить порог чувствительности глаза, исследовать зрительные эффекты восприятия вспышки. В этих работах активное участие принимали К. Помелов, И. Попов, А. Селиверстов.

После отработки методики, сравнив данные, полученные в результате лабораторного эксперимента и наблюдений, мы пришли к выводу: большинство вспышек, регистрируемых одно-

временно, совпадает по своим параметрам (яркости, положению среди звезд, форме, размерам). Таким образом, реальность существования вспышек можно было считать доказанной.

Другая задача в изучении вспышек — решение вопроса о природе наблюдаемого явления. Было известно: с помощью фотоэлектронных умножителей проводятся наблюдения ШАЛ, но возможность визуальной регистрации данного явления требовала доказательств в связи с тем, что известно множество нестационарных световых явлений на фоне ночного неба — полярные сияния, электрические разряды в атмосфере, световые явления искусственного происхождения. Обращал на себя внимание и тот факт, что интенсивность и характер вспышек практически не менялись с изменением места и времени наблюдений. Отметим: это вообще характерно для частиц космического излучения сверхвысоких энергий. Вариации частоты вспышек вполне объяснялись условиями наблюдений — наличие подсветки, Луны, дымки и так далее.

В следующем 1984 году в Звенигород выехала вторая экспедиция — лаборатории астрофизики (отдел астрономии и космонавтики) Московского Дворца пионеров и школьников. Теперь главной задачей



**Зависимость числа вспышек от состояния звездного неба**

экспедиции было получение характеристик вспышек и отождествление их с конкретным физическим явлением. Работы велись по уже отлаженной методике, на двух специально оборудованных площадках. На «телескопической» площадке наблюдали с помощью бинокля БМТ-110, малого школьного телескопа-рефлектора (с диаметром объектива 60 мм), полевого (БП 8×30) и театрального (2,5×24) биноклей. Другую площадку оборудовали для наблюдений невооруженным глазом.

Методика наблюдений вспышек в целом похожа на методику визуальных наблюдений метеоров. Яркость вспышек оценивалась в звездных величинах, причем за вспышку  $6^m$  принималась вспышка на пределе восприятия в ночь, когда предельная звездная величина, видимая в зените, равна  $6^m$ . Для каждой вспышки ребята регистрировали время, звездную величину, форму и другие параметры. Если вспышку замечал только один наблюдатель, то он диктовал параметры секретарю. Если же двое и более — проводилась еще и зарисовка события на звездной карте, причем каждый наблюдатель делал это независимо от других.

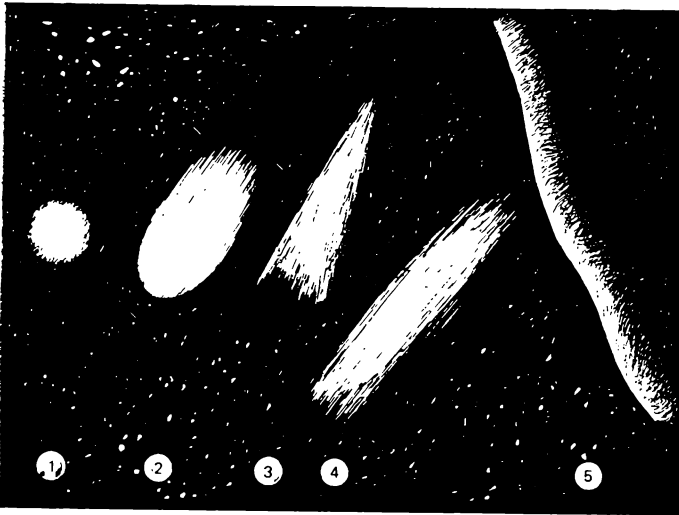
При телескопических наблюдениях вспышки регистрировались в области зенита. На особом бланке записывали характеристики вспышки: ее форму, ориентацию, звездную величину. Наблюдения выполнялись с 23 до 3 часов двумя группами, состоящими из 5 человек. Чтобы глаза сильно не утомлялись, наблюдатели сменялись через каждый час.

За 10 наблюдательных ночей в 1984 году было зафиксировано 732 вспышки, из них 601 — невооруженным глазом и 131 — в телескоп. Выявлены основные формы вспышек: круг, кольцо, эллипс, конус, струя, фронт. Определены средние значения часовых чисел вспышек для различных методов наблюдения, распределение числа вспышек по звездным величинам и по формам.

Обработав данные наблюдений, мы пришли к выводу, что наши предположения верны, и скорее всего вспышки являются результатом свечения, вызванного широким атмосферным ливнем. Напомним читателям, что эти ливни образуются из-за вторжения в атмосферу Земли частиц космического излучения с энергией более  $10^{13}$  эВ (Земля и Вселенная, 1982, № 5, с. 10.— Ред.). Таими частицами могут быть протоны, альфа-частицы, ядра тяжелых элементов. Столкновение частицы с атомными ядрами газов, входящих в состав воздуха, сопровождается рождением множества новых частиц высоких энергий. При этом возникают преимущественно  $\pi$ -мезоны,  $k$ -мезоны, нуклон-антинуклонные пары и так далее. Вторичные ядерно-активные частицы многократно взаимодействуют и их число лавинообразно нарастает. Энергия

перераспределяется между вторичными частицами до тех пор, пока не станет близкой к  $10^9$  эВ. Тогда начинают преобладать процессы упругого рассеяния нуклонов и распада  $\pi$ -мезонов, поэтому лавина ядерно-активных частиц перестает расти,  $\pi$ -мезоны, распадаясь, дают начало  $\mu$ -мезонной компоненте. При распаде  $\pi^0$ -мезона появляются два  $\gamma$ -кванта высокой энергии. Эти  $\gamma$ -кванты образуют в дальнейшем электрон-позитронные пары и комптон-электроны, вызывая электронно-фотонный ливень, сопровождающий ядерный каскад. Кроме  $\pi^0$ -мезонов, источниками электронно-фотонной компоненты могут быть тормозные  $\gamma$ -кванты, быстрые  $\delta$ -электроны и лептонные продукты распада нестабильных мезонов. По мере увеличения числа частиц электронно-фотонной компоненты средняя энергия их уменьшается и при значении 72 МэВ начинают преобладать ионизационные потери — увеличение числа частиц прекращается и лавина затухает.

Итак, ливень частиц, порожденный первичной частицей сверхвысокой энергии, содержит ядерную и электронно-фотонную компоненты. Благодаря рассеянию электронов поперечные размеры ливня у поверхности Земли могут достигать сотен метров, однако центральную часть ливня составляют ядерно-активные частицы высоких энергий, сохраняющие в основном направление первичной частицы. В этой работе мы, по всей видимости, имеем дело с черенковским свечением, образованным электронами и позитронами ШАЛ. Такое явление возникает при движении заряженной частицы в



Основные формы вспышек:  
1—круг, 2—эллипс, 3—конус,  
4—струя, 5—фронт

среде со скоростью, превышающей скорость света в данной среде. Так как большинство частиц ШАЛ обладает скоростью, превышающей скорость света для воздуха, наблюдается вспышка черенковского излучения. Оценочный расчет показывает, что от ливня с энергией  $10^{16}$  эВ в глаз наблюдателя попадает около 100 фотонов видимого света, а этого уже достаточно для появления зрительного ощущения.

Надо сказать, что частота визуальных регистраций вспышек (до 70 в час) группой из 5 человек удовлетворительно согласуется с расчетной величиной. Это в какой-то мере подтверждает справедливость наших выводов о природе вспышек.

Одно из основных преимуществ наблюдений ШАЛ невооруженным глазом — непосредственное восприятие внешнего вида явления, то есть формы вспышки, распределения яркости, направлений осей симметрии, неоднородностей, выбросов. Проводя наблюдения ШАЛ одновременно

в нескольких пунктах, можно делать заключения о пространственном положении и структуре ливня. По результатам работ были высказаны некоторые предположения, например о зависимости формы вспышек от взаимного расположения ливня и наблюдателя (вследствие специфичности черенковского излучения ШАЛ). Наблюдения промежуточных форм вспышек, а также анализ светимости ШАЛ позволили связать формы вспышек с удалением наблюдателя от оси ливня. В дальнейшем по яркости вспышки, по ее форме можно более точно определять энергию первоначальных частиц.

Интересно также проследить, как зависит число вспышек эллиптической формы от соотношения осей эллипса. Выделяются два максимума: один для круга, другой для эллипса, имеющего отношение малой оси к большой 1:2. Скорее всего, это происходит по той причине, что из-за специфичности черенковского излучения при соответствующих расположениях ливня относительно наб-

людателя создаются наиболее благоприятные условия видимости. Это в некоторой степени согласуется с результатами, полученными в работе В. И. Зацепина и А. Е. Чудакова о распределении освещенности от ливня в зависимости от расстояния до его оси.

Летом 1986 года группа наблюдателей Московского Дворца пионеров и школьников опять побывала в экспедиции под Звенигородом. На этот раз наблюдения велись из двух пунктов, расположенных на расстоянии  $\sim 60$  м. Две группы, по 4 наблюдателя в каждой, за 12 ночей зафиксировали около 200 вспышек. Полученные результаты наблюдений обрабатываются. Во время дальнейших работ планируется производить регистрацию ШАЛ не только визуально, но и с помощью аппаратуры. Наблюдения будут выполняться в областях неба, близких к горизонту. Все это позволит построить более полную картину явления.

Наблюдения вспышек и обработку результатов проводили члены кружка практической астрофизики В. Венгерцев, С. Дворников, И. Панасенкова, К. Помелов, И. Попов, А. Провалов, А. Петушков, А. Селиверстов, Д. Яблочкин. Авторы благодарны сотрудникам Астросовета за предоставленную возможность провести наблюдения, а сотрудникам НИИЯФ МГУ за консультации.



# Выбор параметров и расчет оптики телескопов Кассегрена и Грегори

Известно замечательное свойство эллипсоида: если из одного фокуса эллипсоида направить пучок расходящихся лучей, то после отражения от «стенок» все они без исключения соберутся во втором фокусе. Это значит, что изображение первого фокуса не искажается аберрациями во втором. Если же расстояние между фокусами менять, то будет меняться и сплюснутость эллипсоида. Отношение расстояния между фокусами эллипсоида к его большой оси называется **эксцентриситетом** (он и характеризует сплюснутость фигуры). Когда расстояние между фокусами становится равным нулю, эллипсоид превращается в **сферу**, центр которой — это ее фокус.

Увеличив расстояние между фокусами до бесконечности, мы получим **параболоид** с

**Математические поверхности, используемые в астрономической оптике**

экцентриситетом, равным 1. Любой луч, падающий на параболоид из бесконечности параллельно оси, придет во второй фокус параболоида, образуя здесь безаберрационное изображение точки, лежащей в бесконечности.

**Гиперболоид** также имеет два фокуса, и изображение точки в этих фокусах получается тоже без искажений. Этими качествами рассмотренных поверхностей мы и воспользуемся в дальнейшем.

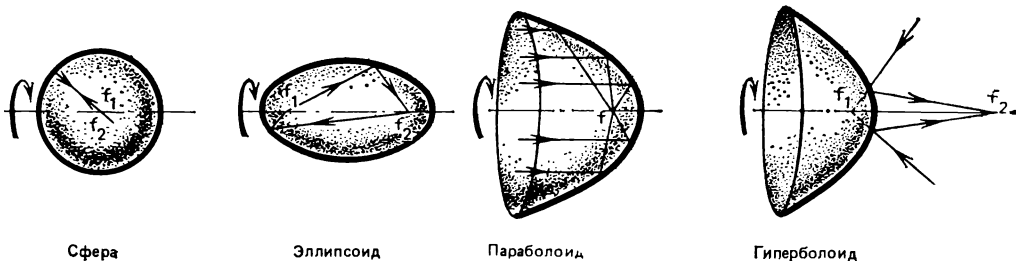
В 1663 году шотландский математик Джон Грегори предложил оптическую систему, состоящую из двух вогнутых зеркал. Малое (вторичное) зеркало телескопа действует примерно так же, как и окулярная камера, оно увеличивает фокусное расстояние главного зеркала в 3—5 раз. Масштаб изображения возрастает, а относительное отверстие пропорционально уменьшается.

В 1872 году французский скульптор и художник Гийом

Кассегрен заменил малое вогнутое зеркало Грегори на выпуклое. Назначение этого зеркала то же, что и у системы Грегори, но оно действует подобно линзе Барлоу (Земля и Вселенная, 1984, № 3, с. 108.— Ред.).

Главное зеркало в обеих системах имеет форму параболоида и дает в фокусе стигматическое (точечное) изображение звезды. Чтобы это изображение перенести без аберраций в другую точку оси, в телескопе системы Грегори применяется **эллипсоид**, а в системе Кассегрена — **гиперболоид**. Один из геометрических фокусов этих поверхностей совмещается с фокусом главного зеркала ( $F_0$ ), а второй становится эквивалентным фокусом системы ( $F_{эв}$ ).

У телескопа системы Грегори есть два преимущества перед кассегреновским. Во-первых, его вторичное зеркало — это вогнутый эллипсоид, изготовление и испытание которого зна-



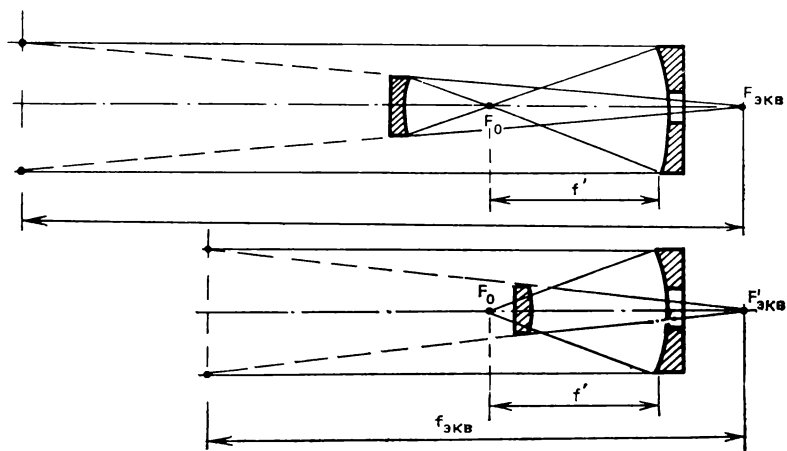
Сфера

Эллипсоид

Параболоид

Гиперболоид

Главные ( $f'$ ) и эквивалентные ( $f'_{\text{экв}}$ ) фокусные расстояния телескопов Грегори (вверху) и Кассегрена



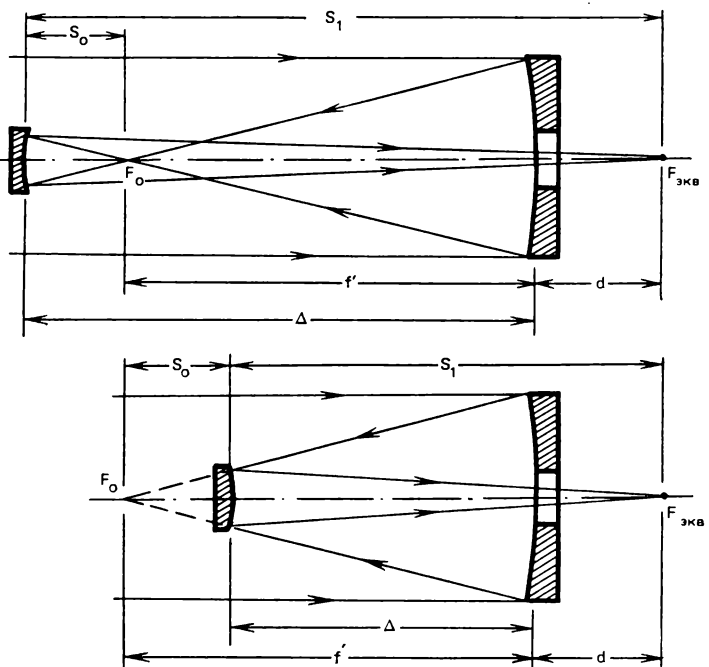
чительно проще гиперболического и даже плоского диагонального зеркала для телескопа Ньютона. (В этом смысле сделать оптику для грегорианского телескопа даже проще, чем для ньютоновского.) Вторых, телескоп Грегори дает прямое, а не перевернутое изображение и удобен для наблюдений не только небесных, но и земных объектов. В то же время при одинаковых диаметрах главных зеркал телескоп Кассегрена примерно в 1,5 раза короче телескопа системы Грегори. Правда, габариты телескопов можно уравнивать, если «грегорианское» главное зеркало сделать в 1,5 раза более короткофокусным. Обе системы свободны от сфериче-

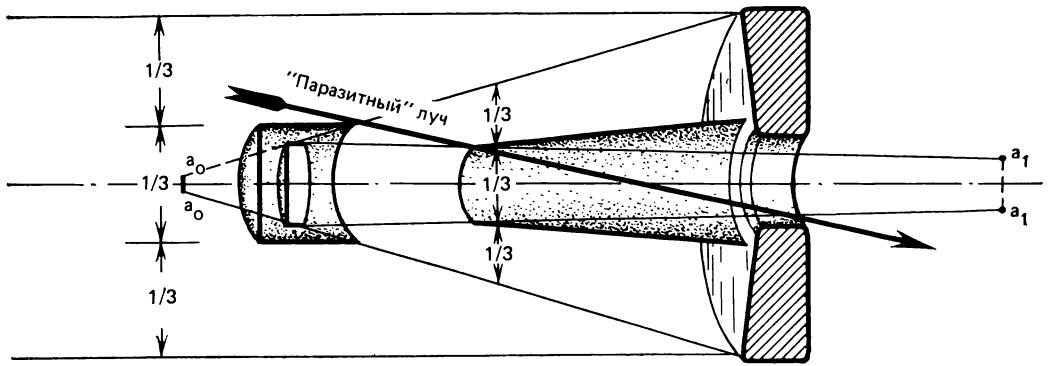
ской aberrации, но как и ньютоновская имеют комму. Как показал Д. Д. Максудов, кома этих телескопов точно равна коме системы Ньютона. С ростом увеличения при условии, если их относительные отверстия равны. В обоих телескопах увеличение на вторичном зеркале равно  $M = S_1/S_0$ . Если вынос эквивалентного фокуса за главное

зеркало ( $d$ ) равен нулю, то астигматизм грегорианского и кассегреновского зеркал в  $M$  раз больше эквивалентного ньютоновского. С ростом увеличения на вторичном зеркале растет и кривизна поля.

Отношение  $\alpha = f'/S_0$  называется фактором положения вторичного зеркала. Здесь  $f'$  — фокусное расстояние главного

Оптические схемы телескопов системы Грегори (вверху) и системы Кассегрена.  $S_0$  — расстояние от вершины вторичного зеркала до фокуса главного;  $S_1$  — расстояние от вершины вторичного зеркала до эквивалентного фокуса;  $f'$  — фокусное расстояние главного зеркала;  $d$  — вынос эквивалентного фокуса за вершину главного зеркала;  $\Delta$  — расстояние между зеркалами





Графический расчет размеров бленд. Бленды не должны экранировать пучок света более чем на  $1/3$  диаметра, а «паразитный» луч не должен попадать в пределы поля

зеркала,  $S_0$  — расстояние от вершины вторичного зеркала до фокуса главного. Чем меньше расстояние между зеркалами (при прочих равных условиях), тем меньше эквивалентное фокусное расстояние. Обычно  $\alpha$  выбирается равным 4,

Радиус кривизны вторичного зеркала (без учета правила знаков) легко определить по соответствующей формуле:

$$R_2 = \frac{2 \cdot S_0 \cdot S_1}{S_0 + S_1}$$

(система Грегори) или

$$R_2 = \frac{2 \cdot S_0 \cdot S_1}{S_0 - S_1}$$

(система Кассегрена).

Эквивалентное фокусное расстояние системы равно:

$$f'_{\text{сист}} = M \cdot f'$$

Рассмотрим конкретный пример расчета телескопа системы Кассегрена, помня, что и грегорианский телескоп рассчитывается аналогично. Пусть у нас есть 250-миллиметровая заготовка для главного зеркала. Предположим, что мы можем сделать зеркало с относитель-

ным отверстием  $1/4$ . Тогда фокусное расстояние главного зеркала  $f' = 4 \cdot 250 = 1000$  мм, а его радиус кривизны  $R_0 = 2000$  мм. Возьмем  $\alpha = 4$ . Значит, расстояние от вершины вторичного зеркала до главного фокуса равно  $S_0 = 250$  мм, а расстояние между зеркалами  $\Delta = 1000 - 250 = 750$  мм. Теперь допустим, что нам удобно взять вторичного зеркала на  $10-20\%$  больше. Точные размеры можно установить, вычертив схему телескопа в масштабе  $1/2$  или  $1/1$  и нанеся на ней лучи, идущие от краев главного зеркала к краям поля зрения в фокусе главного зеркала. Обычно диаметр поля зрения кассегреновского телескопа не более  $40'$ . Умножив фокусное расстояние главного зеркала на  $\text{tg } 40'$ , получим диаметр линейного поля в главном фокусе:

Найдем теперь радиус вторичного зеркала:

$$R_2 = \frac{2 \cdot 250 \cdot 1010}{250 - 1010} = 664,5 \text{ мм.}$$

Ошибка в вычислении этого радиуса может привести к крупной неприятности, поэтому проверим наши расчеты по другой известной формуле:

$$R_2 = \frac{R_1}{\alpha \left(1 - \frac{1}{M}\right)} = \frac{2000}{4 \cdot \left(1 - \frac{1}{4,04}\right)} = 664,5 \text{ мм.}$$

Очевидно, что  $f_2 = R_2/2$ .

Диаметр вторичного зеркала определяется величиной  $\alpha$

и равен  $D_2 = D_0/\alpha$ , где  $D_0$  — диаметр главного зеркала. В нашем случае  $D_2 = 62,5$  мм, а его радиус кривизны  $R_0 = 2000$  мм. Возьмем  $\alpha = 4$ . Значит, расстояние от вершины вторичного зеркала до главного фокуса равно  $S_0 = 250$  мм, а расстояние между зеркалами  $\Delta = 1000 - 250 = 750$  мм. Теперь допустим, что нам удобно взять вторичного зеркала на  $10-20\%$  больше. Точные размеры можно установить, вычертив схему телескопа в масштабе  $1/2$  или  $1/1$  и нанеся на ней лучи, идущие от краев главного зеркала к краям поля зрения в фокусе главного зеркала. Обычно диаметр поля зрения кассегреновского телескопа не более  $40'$ . Умножив фокусное расстояние главного зеркала на  $\text{tg } 40'$ , получим диаметр линейного поля в главном фокусе:  $D_{\text{поля}} = 1000 \cdot 0,01164 = 11,6$  мм. Прделав то же самое для кассегреновского фокуса, получим диаметр поля в кассегреновском фокусе, равным  $47,0$  мм. Падение освещенности на краю поля от срезания крайних лучей вторичным зеркалом (виньетирование) так мало, что практически можно брать диаметр вторичного зеркала в нашем случае от  $65$  до  $71$  мм (но не менее  $62,5$  мм).

Кроме полезного света, отраженного зеркалами, в отверстие главного зеркала попадают посторонние лучи от соседних участков неба. Для срезания этих «паразитных» лучей телескопы Кассегрена и Грегори снабжаются внутренними блен-



дами, которые называют **отсекателями**. Одна бленда (обычно цилиндрическая) устанавливается вокруг вторичного зер-

кала, вторая (коническая) у отверстия в главном зеркале. Обе бленды не должны экраниро-

вать более  $1/3$  пучка света в любом сечении.

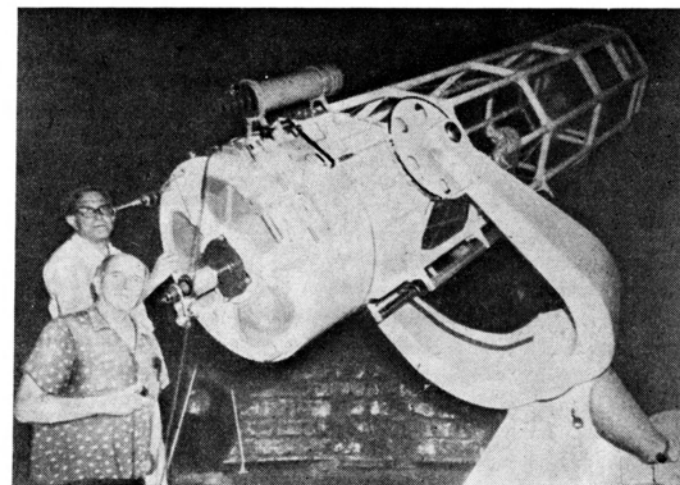
Продолжение следует

## Крупнейшие любительские телескопы мира

Наиболее грандиозным любительским телескопом последних 20 лет остается 1-метровый телескоп системы Ньютона—Кассегрена народной обсерватории города Ческе-Будеевице (ЧССР). (Напомним читателям, что переход от системы Ньютона к системе Кассегрена осуществляется сменой вторичных зеркал. В системе Ньютона — это плоское диагональное зеркало, в системе Кассегрена — выпуклое гиперболическое). Телескоп построили любители астрономии братья Вилем и Йозеф Эрхартовы. Рефлектор установлен в 17 километрах от города на горе Клеть. На той же монтировке сначала были установлены 500-миллиметровый рефлектор Кассегрена и менисковая камера Максудова диаметром 400 мм. Позже была установлена 625-миллиметровая камера Максудова.

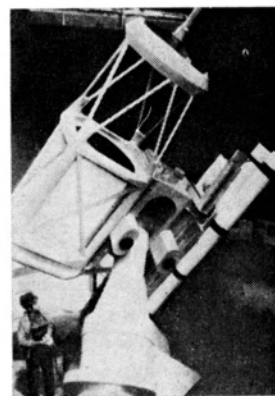
Зеркала для своих телескопов Эрхартовы прессовали и отжигали в самодельных печах. С тыльной стороны зеркала — ребристые (толщина ребер от 1 до 2 см). Подобная конструкция позволила сделать зеркала необычно легкими и в то же время достаточно жесткими.

В 1986 году стало известно, что Пол Джонс (США) приступил к обработке 1,2-метрового зеркала с относительным отверстием  $1/1,8$ . Такое короткофокусное зеркало — единственная возможность построить механику телескопа в любительских условиях. Инструмент будет иметь кассегреновский фокус с относительным отверстием  $1/12$ . Обычно такая



▲ 76-сантиметровый телескоп системы Ньютона — Кассегрена, построенный в 1963 году группой энтузиастов из любительской обсерватории Стоун Ридж (США)

▲ 1-метровый телескоп системы Ньютона — Кассегрена, построенный братьями Вилемом и Йозефом Эрхартовыми (ЧССР)



1,2-метровая заготовка зеркала весит около полутонны и стоит от 50 до 100 тыс. долларов. Как и братья Эрхартовы, Джонс сделал заготовку ребристой. После обработки она стала весить чуть больше 100 кг.

Но это еще не предел! Совместно с Эддрю Оделлом Джонс сделал еще одну заготовку — диаметром 2,6 метра!

К сожалению, не сообщается, как получена такая заготовка: склеиванием, как это делал в начале века Г. Ричи, или свариванием с последующим отжигом, как это перед войной делал Н. Г. Попомарев.

(По материалам зарубежной печати)

## Использование алмазных паст для обработки зеркал



Каждый любитель, изготавливающий своими руками оптику для самодельного телескопа, хорошо знает насколько утомителен процесс шлифовки зеркала. Пытаясь как-то уменьшить время обработки заготовки для зеркала, мы попробовали заменить наждачные абразивы алмазными, в восемь раз более твердыми. Но так как алмазные порошки разной фракции практически недоступны для любителей телескопостроения, мы решили использовать алмазные пасты марки АСМ, имеющиеся в продаже в магазинах запасных частей для автомобилей. Эти пасты, широко применяемые при обработке металлов, продаются в тюбиках, содержащих до 30 г искусственного алмазного порошка, находящегося в связке. Достаточно иметь набор из трех типов паст, например АСМ 60/40, АСМ 28/20, АСМ 14/10 или АСМ 40/28, АСМ 20/14, АСМ 10/7 (дробное число указывает максимальный и минимальный размеры зерна в мкм).

После предварительной обдирки заготовки наждачными абразивами 400, 200 и 100 мкм можно переходить к шлифовке алмазными абразивами 60/40, затем 28/20 и 14/10, а уже затем приступать к окончательной полировке. Благодаря такой методике удается примерно в 4—5 раз сократить время, необходимое для шлифовки зеркала.

Теперь о том, как работать с алмазной пастой. Алмазный абразив в ней находится в спе-

циальной смазке, обладающей большой густотой, и не пригоден для нашей работы. Поэтому сначала надо избавиться от смазки, сделать пасту более жидкой, но при том постараться не засорить ее. Практически делается это так: половину тюбика пасты выжимают в чистый сосуд и наливают в него около 200 мл скипидара. Дают отстояться в течение двух часов, а затем пасту тщательно размешивают деревянной палочкой. Алмазный абразив довольно быстро оседает на дно. Окрашенный скипидар сливают через край, наполняют баночку следующей порцией растворителя и оставляют в закрытом сосуде еще на двое суток, до полного отделения зерен алмаза друг от друга. Разумеется, что проделать такую процедуру нужно сразу с тремя типами паст. По истечении двух суток суспензия снова тщательно перемешивается, сливается отработанный скипидар, добавляется немного свежего, и паста готова к работе.

Шлифовать заготовку можно как обычно: абразивную кашку кисточкой равномерно распределяют по стеклянному шлифовальнику и накладывают на него будущее зеркало. Делают без нажима несколько маленьких штрихов для того, чтобы выявить и разрушить крупные инородные частицы, а затем интенсивно с определенным давлением начинают процесс шлифовки. Некоторое время зеркало как бы скользит по шлифовальнику, но потом про-

исходит сцепление поверхности зеркала с абразивом. Не стоит пытаться добавлять скипидар по мере его высыхания. Это может привести к возникновению царапин. Опыт показывает, что одной порцией пасты удастся сделать около 150 полных рабочих штрихов (это соответствует приблизительно одной минуте «чистого» времени). После каждой отработанной порции зеркало и шлифовальник протирают чистой марлей, слегка смоченной в скипидаре.

Шлифовка таким методом идет очень интенсивно и уже через 15—20 минут «чистого» времени работы можно переходить к следующему номеру пасты, при этом на 150-миллиметровое зеркало расходуется примерно один тюбик пасты. Последний тип пасты АСМ 14/10 практически не дает царапин и хорошо подготавливает будущее зеркало к полировке (при менении пасты АСМ 10/7 увеличивает вероятность возникновения царапин).

С помощью указанного метода отшлифовано пять зеркал, имеющих диаметр от 100 до 150 мм, умеренной светосилы. Зеркала получили хорошего качества. Последнее зеркало диаметром 140 мм (с относительным отверстием 1:8) было изготовлено без шлифовки 100 мкм-наждаком, при этом время шлифовки алмазной пастой АСМ 60/40 (ее потребовалось два тюбика) увеличилось до 60 минут.

Д. О. БЕЗГУБОВ  
А. Н. ЧАРИН  
Д. Н. ОЛЬХОВ

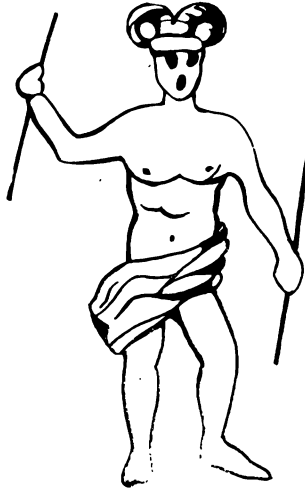
ЛЕГЕНДЫ  
О  
ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ

## Овен

Созвездие это не имеет особо ярких звезд. Тем не менее Овен (русское название самца овцы) — одно из самых приметных древних созвездий. 8—9 тыс. лет назад его почитали еще древние скотоводческие племена южной Месопотамии. Люди тогда обожествляли созвездия, по которым двигалось Солнце, приносили нашему светилу жертвы, дабы его умиловить — чтобы оно вышло из тьмы и стужи, вернуло свет и тепло. Жертвенным животным был ягненок, а потому и само созвездие получило название Овен.

Впоследствии Овен потерял свое прежнее значение, но когда в это созвездие переместилась точка весеннего равноденствия, с которой начинался год, Овен вновь стал почитаемым. Культ белого жертвенного агнца прошел через тысячелетия; это кроткое существо стало символом великой жертвы во имя людей, во искупление их проступков. В египетских Фивах считалось, что образ Овна принимает сам бог солнца Амон. Он изображался человеком с бараньей головой. Во время праздника Амона при появлении на рассвете созвездия Овна из самого крупного храма Амона — Карнакского — выносили на барке статую божества. В этот день, думали люди, оно изрекает свою волю.

Около 1250 года до н. э. фараон Рамзес II на левом берегу Нила построил знаменитый



Так в старину изображали созвездие Овна (сверху вниз): по античному автору Гермию II; в книге Бахараха «Астрономия» (1545 г.); в «Атласе звездного неба» Яна Гевелия (1690 г.)

храм Абу-Симбел. Когда туда проникало солнце, а на рассвете появлялись первые звезды Овна, особого, освященного барана украшали цветами и воздавали ему почести. Но этим не ограничивалось почитание Овна. При древнеегипетских храмах специально содержались священные бараны. По достижении зрелого возраста их предавали закланию, бальзамировали и торжественно погребали.

Один из мифов о созвездии Овна связывает его с птицей Бену и Осирисом. Каждые полтысячелетия священная птица, похожая на цаплю с красными и золотыми перьями, появляется на Земле. И появляется она в день, когда Солнце находится в созвездии Овна. Бену кладет набальзамированное тело Осириса в чашу с миртом в храме Солнца в Гелиополисе, а сама сжигает себя в огне. Птица олицетворяла возрождение, тот путь, которым Солнце поднимается каждый день из темноты или возвращается весной с обновленной силой. Греки называли птицу Бену фениксом. Старое представление о созвездии осталось тем же — это кроткий Овен, но вместе с тем и величественный, торжественный.

Созвездие Овна именовали еще Золотым руном, что восходит к легенде об аргонавтах. В мифе говорится: царь Беотии Атамант, возлюбленный богини облаков Нефелы, родившей ему Фрикса и Геллу, оставил

ее и женился на Ино. Мачеха хотела погубить детей, но Нефела спасла их. Она окутала все туманом и златорунный баран (облако, освещенное солнцем) понес детей за море. Однако Гелла (светлый теплый воздух) не удержалась в вышине и упала в море. В ее честь это море назвали Геллеспонт. Фрикс (холодный воздух) благополучно добрался до Колхиды. В жертву Зевсу он принес барана, а золотое руно подарил царю Эту (олицетворявшему темноту). Эт повесил руно на священный дуб как символ его царства, ведь оракул предсказал, что царь будет жив, пока целым останется золотое руно. К нему-то и стремились аргонавты.

Легенд об агнце немало и в библейских сказаниях. Когда Солнце и Луна вступали в со- звездие Овна, на востоке про- водили ритуальные праздники. В разных мифологических си- стемах, у разных народов сим- волическое значение Овна весьма устойчиво — это ро- бость, терпение, жертвенность. Иное представление, пожалуй, только у перуанцев. Они назы- вали Овен Торговым месяцем, Скошенной Террасой. В ту по- ру, когда появлялось созвез- дие, собирали ранний урожай, перевозили его на ламах и про- давали на торжищах. На восто- ке же в это время только про- изводили посевы. Древние ас- сирийцы видели в нем образ Таммуза, умирающего и воз-

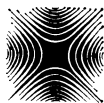
рождающегося бога плодородия и скотоводства, что близко к представлениям других древних народов о созвездии Овна. Весьма многочисленны латинские названия созвездия: *Princeps signorum coelestium* (Предводитель звездного неба), *Princeps Zodiaci* (Глава зодиака), *Dux opulenti gregis* (Вожак богатых стад), *Ovis aurea* (Золотая овца), *Phrixus Vector* (Везущий Фрикса), *Chrysovellus* (Золотое руно), *Vernus Portitor* (Весенний вестник).

## «Легенды о звездном небе», опубликованные в журнале «Земля и Вселенная»

Автор	Название статьи	год	№	стр.	И. И. Неяченко К. Б. Болеев, Ш. Т. Тулегенов	Дельфин Казахские названия небесных светил	1979	4	72
И. И. Неяченко	Большая Медведица	1975	4	83			1979	4	72
И. И. Неяченко	Андромеда	1975	6	82	И. И. Неяченко	Северная	1980	1	70
И. И. Неяченко	Персей	1976	1	89		Корона			
И. И. Неяченко	Возничий	1976	3	87	И. И. Неяченко	Орел	1980	5	72
И. И. Неяченко	Кассиопея	1976	4	86	И. И. Неяченко	Рыбы	1981	2	65
И. И. Неяченко	Лебедь	1976	5	88	И. И. Неяченко	Весы	1981	4	70
И. И. Неяченко	Дракон	1977	1	93	И. И. Неяченко	Рак	1982	5	72
И. И. Неяченко	Цфефай	1977	3	93	И. И. Неяченко	Стрелец	1983	2	77
И. И. Неяченко	Волопас	1977	5	74	И. И. Неяченко	Скорпион	1983	3	73
И. И. Неяченко	Пегас	1978	1	84	И. И. Неяченко	Лев	1984	3	101
И. И. Неяченко	Лира	1978	3	84	И. И. Неяченко	Телец	1984	6	77
И. И. Неяченко	Геркулес	1978	5	82	И. И. Неяченко	Козерог	1985	1	100
И. И. Неяченко	Волосы Вероники	1979	2	70	И. И. Неяченко	Водолей	1985	3	94
					И. И. Неяченко	Близнецы	1986	1	96

В. А. ОРЛОВ

## Филателия об «Интеркосмосе»



ФИЛАТЕЛИЯ

Первая советская марка, посвященная «Интеркосмосу» (12.04.73), рассказывает об экспериментах по космической физике, осуществленных на спутниках «Интеркосмос-3» и «Интеркосмос-5». На марке — различные модификации спутников этой серии, показана также схема радиационных поясов и магнитосферы Земли. В день выпуска марки в почтовое обращение она гасилась на специальном конверте штемпелем «Первый день» с изображением старта ракеты-носителя «Интеркосмос», которая выводит искусственный спутник на орбиту.

Основным разделам программы «Интеркосмос» Мини-

стерство связи СССР посвятило специальную серию. Состоит она из четырех марок и блока (23.06.78) и называется «Международное сотрудничество СССР в космосе». Здесь видим различные космические аппараты (спутники «Метеор», «Молния», «Прогноз», метеорологические ракеты, а также наземную станцию космической связи «Орбита»). На марках впервые воспроизведена и эмблема «Интеркосмоса».

Вспомним еще об одной советской пятимарочной серии «Международное сотрудничество в космосе», поступившей в почтовое обращение раньше (15.10.76). Она рассказывает о совместной деятельности в

рамках программы социалистических стран «Интеркосмос» и о сотрудничестве СССР с Индией, США и Францией на двусторонней основе. Великолепно исполненные марки воспроизводят фотографии некоторых космических аппаратов (спутник «Интеркосмос-14», индийский спутник «Ариабхата», французский — «Ореол», советский космический корабль «Союз-19» и американский — «Аполлон»).

Одна из марок большой серии «20-летие космической эры» (04.10.77) тоже посвящена «Интеркосмосу». Здесь показаны старт ракеты-носителя со спутником «Интеркосмос», ИСЗ «Интеркосмос-10» и составленные космические корабли



«Союз-19» и «Аполлон» в орбитальном полете.

Марки многих зарубежных стран (Болгарии, Венгрии, ГДР, Монголии, Польши, Чехословакии и др.) отражают программу научных исследований и экспериментов с помощью спутников серии «Интеркосмос». На марках изображены спутники «Интеркосмос-1, -3, -10, -11», последний посвящен 250-летию Академии наук СССР (запущен 17.05.74), «Интеркосмос-Коперник-500» и «Интеркосмос-Болгария-1300».

Полетам девяти международных экипажей по программе «Интеркосмос» советская почта посвятила специальные почтовые выпуски — серию из трех крупноформатных марок, иллюстрированный многоцветный конверт «Первый день», а также специальный почтовый штемпель. Различаясь сюжетно, марки и конверты первого дня имеют одинаковое графическое и текстовое оформление — надпись «Международные полеты в космос» и изображения Государственного флага СССР, флага страны — участницы полета и эмблемы «Интеркосмоса».

Есть марки, которые рассказывают о научных исследованиях и экспериментах, проведенных международными экипажами, о приборах и устройствах, созданных специально для этих полетов. На марках даны групповые портреты членов международных экипажей, показана их совместная работа на борту станций, различные эпизоды подготовки космонавтов. И что ни марка, то новый, оригинальный сюжет, а таких марок — 27.

2 марта 1978 года стартовал первый по программе «Интеркосмос» международный космический экипаж — советско-



чехословацкий (А. А. Губарев 3. Иен, «Союз-31» — «Салют-6», 26.08—03.09.78); вторые — об эксперименте «Сирена», подготовленном польскими учеными и осуществленном советско-польским экипажем (П. И. Климук и М. Гермашевский, «Союз-30» — «Салют-6», 27.06—05.07.78). Цикл из девяти серий завершает почтовый выпуск, рассказывающий о советско-румынском международном экипаже (Л. И. Попов и Д. Прунариу, «Союз-40», 14—22.05.81). На марках показаны тренировка этих космонавтов на центрифуге, совместная работа основного экипажа (В. В. Коваленок, В. П. Савиных) и



международного экипажа на орбитальном научно-исследовательском комплексе «Салют-6» — «Союз Т-4» — «Союз-40» и встреча космонавтов с журналистами на космодроме Байконур.

Немало почтовых выпусков посвящено длительным полетам основных экипажей на станции «Салют», где в качестве экспедиций посещения работали и международные экипажи. Это великолепная серия-сцепка «96 суток в космосе на борту станции «Салют-6» (Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко, 10.12.77—16.03.78), вышедшая 15 июня 1978 года. На соединительном безноминальном купоне читаем: «Произведены стыковки станции „Салют-6“ с... кораблем „Союз-28“, пилотируемым первым международным экипажем в составе А. А. Губарева и В. Ремека». Здесь же воспроизведена эмблема «Интеркосмоса».

Свыше ста марок о программе «Интеркосмос» выпущено в социалистических странах — участницах этой программы и других государствах. Расскажем об одной чехословацкой

марке (номинал 2 кроны). На ней дан групповой портрет космонавтов (В. Ремека, А. А. Губарева, Г. М. Гречко, Ю. В. Романенко) и показана их работа с космической почтой. Здесь же изображены орбитальный комплекс «Салют-6» — «Союз-27» — «Союз-28», эмблемы «Интеркосмоса» и советско-чехословацкого полета. Во время советско-чехословацкого полета на борту станции впервые действовало «космическое» почтовое отделение, где производилось гашение почтовой корреспонденции специальными штемпелями обеих стран. Совместным полетам советских космонавтов с французским и индийским почта СССР посвятила специальные серии (три марки, блок, конверт первого дня, художественные маркированные конверты, специальные штемпеля). На всех марках надписи: одинаковые — «Сотрудничество в космосе» и разные — либо «СССР — Франция», либо «СССР — Индия». На блоках надписи такие: «Совместный советско-французский космический полет» или «Совместный советско-ин-

дийский космический полет». Марки дают представление не только об экспериментах, осуществленных в полетах. На них показаны, например, французский и индийский искусственные спутники, запущенные советскими ракетами-носителями; условная схема эксперимента «Аракс» (изучение искусственных полярных сияний); эксперимент по изучению гамма-всплесков космического происхождения — на фоне Галактики изображен французский спутник «Снег-3», советский спутник «Прогноз» и автоматическая станция «Венера-13». На марках со словами «СССР — Индия» можно увидеть подготовку к запуску метеорологической ракеты М-100 на Международном исследовательском ракетном полигоне в Индии. Дана схема системы слежения за полетом индийского спутника «Бхаскара», изображены астрономическая обсерватория в Индии, фотоустановка АФУ-75, ракета-носитель «Интеркосмос» на стартовой позиции и запущенные в космос индийские спутники «Ариабхата», «Бхаскара» и «Бхаскара-2».

Следует также упомянуть единственную почтовую карточку с оригинальной маркой (14.02.86), посвященную 20-летию советско-французского сотрудничества в космосе. На марке — государственные флаги СССР и Франции, эмблемы «Интеркосмоса» и «СNE S» (Национальный центр космических исследований Франции) и космический корабль «Союз Т-6» (В. А. Джанибеков, А. С. Иванченков, Ж. Л. Кретьен, 24.06 — 02.07.82). В день выпуска карточки в почтовое обращение (30.06.86) она гасилась на Московском почтамте специаль-

ным штемпелем «Первый день», повторяющим рисунок марки.

Особый раздел составляют зарубежные почтовые выпуски, посвященные совместно космическому полету «Аполлона» и «Союза-19» (А. А. Леонов, В. Н. Кубасов, Т. Стаффорд, В. Бранд, Д. Слейтон, июль

1975 года). Это самый большой раздел, он насчитывает свыше 200 почтовых выпусков, изданных в 50 странах.

В заключение обратим внимание на интересный советский почтовый блок (12.04.83), охватывающий все международные космические пилотируемые полеты (за исключением советско-

индийского, состоявшегося в 1984 году). На поле блока — стилизованное изображение космического пространства, на его фоне — эмблема «Интеркосмоса» и эмблемы полетов с участием космонавтов 11 стран. На марке блока — трехместный транспортный космический корабль серии «Союз Т».

## НОВЫЕ КНИГИ

### Любителям космической филателии

По почтовым выпускам нашей страны, специальным почтовым гашениям можно проследить всю историю развития отечественной космонавтики. Не случайно поэтому новый каталог-справочник «Космическая филателия» (М.: Радио и связь, 1986) летчик-космонавт СССР, Герой Советского Союза, председатель правления Всесоюзного общества филателистов Л. С. Демин охарактеризовал в предисловии как своеобразный рассказ о достижениях советской космонавтики, о ее деятельности на благо народного хозяйства, международном сотрудничестве в исследовании космоса, о борьбе за использование космического пространства только в мирных целях. Каталог-справочник «Космическая филателия» — это продолжение книги под таким же названием, выпущенной издательством «Связь» в 1979 году. Составили каталог опытные коллекционеры Я. Б. Гуревич и В. И. Щербаков, отдавшие многие годы увлечению филателией. В новой книге подробно описаны все почтовые выпуски космической тематики, изданные Министерством связи СССР в 1976—1982 годах, а по космической символике — с 1958 года.

Книга состоит из трех частей: «Космонавтика в филателии», «Космическая символика в филателии», «Справоч-

ный аппарат». Первая и вторая части по своей структуре похожи. Они отличаются тем, что в первой представлены только те почтовые выпуски, которые посвящены конкретным космическим событиям, космонавтам и ученым, космическим музеям и памятникам. В композиции рисунков этих выпусков — вполне определенные образцы космической техники. Как известно, в филателии космической символикой называют условные изображения космических летательных аппаратов. Информация о почтовых изданиях с такими изображениями — во второй части книги. Сюда же составители отнесли и те выпуски, которые посвящены объектам, носящим имена космонавтов и ученых (школы, институты, улицы, площади, парки и т. д.). Заключительная третья часть «Справочный аппарат» состоит из трех приложений — сведений о полетах космических кораблей и орбитальных станций, именного указателя и таблицы расположения марок на листах.

### Фотографии века

Около ста уникальных черно-белых и цветных фотографий, на которых запечатлены небесные тела и явления, объекты микромира, мозг и сердце человека, собраны в книге английского астронома и популяризатора науки Джона Дариуса «Недоступное глазу» (М.: «Мир», 1986).

Книга — не просто альбом

фотографий. Каждая фотография снабжена обстоятельным комментарием: автор рассказывает о том, что на ней изображено, кем, когда и каким способом удалось получить данное изображение. Особенно много в книге астрономических фотографий. Среди них — «Открытие Плутона», «Обратная сторона Луны», «Кратеры на Марсе», «Затмение рентгеновского Солнца», «Морщины Фобоса», «Инфракрасное изображение Венеры», «Краски Юпитера», «Загадки Большого Красного Пятна», «Циклопический глаз Мимаса», «Кольца Сатурна: вид с „Вояджера“», «Наивысший успех в фотографировании солнечной короны» и другие.

По мнению автора книги, к научной фотографии можно отнести строки из стихотворения Ф. Томпсона:

О мир невидимый — тебя узрим,  
О мир невидимый — тебя узнаем,  
Непостижимое — тебя определим.

Собственно, именно так автор и поступил при составлении своей книги. Книга построена по хронологическому принципу. Основными критериями отбора были прежде всего научная и историческая значимость фотографий, а затем и их эстетическая ценность. Ведь, например, удивительные квазары на фотографии выглядят не очень привлекательно...

Перевод с английского выполнил А. С. Доброславский, а предисловие написал член-корреспондент АН СССР К. В. Чибисов.



## «Их именами названы планеты»

Так назывался торжественный вечер, состоявшийся 27 февраля 1987 года в Доме ученых АН СССР. Он был посвящен вручению Почетных свидетельств о присвоении имен новым малым планетам, открытым в последнее время.

По традиции название малой планете дает астроном, открывший ее. Регистрирует это имя Международный планетный центр (Смитсоновская астрофизическая обсерватория, США). В Советском Союзе все работы по наблюдениям и поиску новых малых планет возглавляет Институт теоретической астрономии (Ленинград), от имени которого и выдается Почетное свидетельство. Однако до сих пор ритуала их вручения не существовало. Впервые торжественное вручение свидетельств состоялось на общем собрании Московского отделения ВАГО — в Звездном зале Московского планетария в 1978 году. Второй раз свидетельства вручались в 1982 году. И вот теперь — Московский Дом ученых...

...В зале очень много народу — это ученые, представители общественности, члены ВАГО. В президиуме торжественного собрания — прибывшие из Крымской обсерватории первооткрыватели малых планет, руководители Института теоретической астрономии, Астровета АН СССР, ВАГО.

Первое имя, которое звучит в этот вечер — Саманты Смит. Отныне малая планета № 3147 будет называться «Саманта». На сцене — появляются сверстники Саманты. Детский хор Московского Дворца пионеров и школьников исполняет песню о Саманте. А в это время на экране сменяются цветные слайды — они о короткой, но очень яркой жизни американской школьницы.

Зажигается свет и к микрофону подходят президент Общества «СССР — США» академик Н. Н. Блохин и школьницы: Катя Лычева — первый лауреат премии имени Саманты — и Миша Соколов. Они тепло говорят об американской девочке. Людмила Ивановна Черных, открывшая малую планету, вручает им Почетное свидетельство для передачи матери Саманты. (Надо сказать, что мать Саманты Джейн Смит не смогла присутствовать на вечере и Почетное свидетельство ей было передано на следующий день в торжественной обстановке, в конференц-зале Астрономического совета).

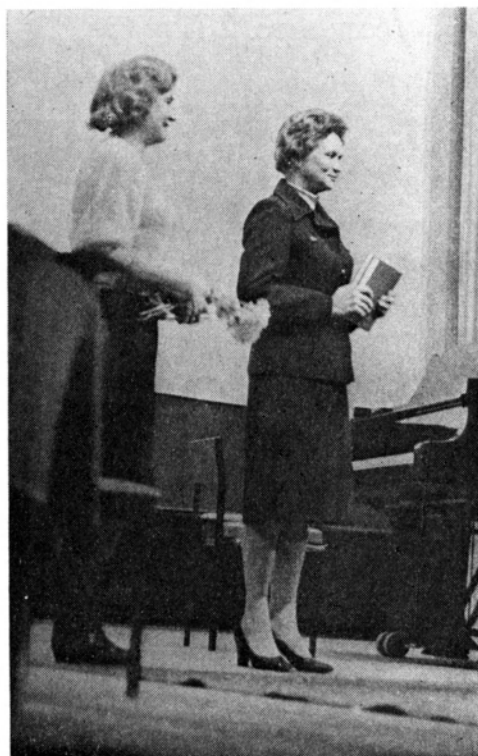
...Вечер в Доме ученых продолжается. На сцене — вице-президент Общества

**В президиуме — ученые Института теоретической астрономии и Крымской астрофизической обсерватории: (слева направо) первооткрыватели малых планет Л. И. Черных, Н. С. Черных, В. А. Шор, Т. М. Смирнова, Л. В. Журавлева**





**Президент Общества «СССР — США»  
академик Н. Н. Блохин и советские  
школьники Катя Лычёва и Миша Соколов  
рассказывают о Саманте Смит**





«СССР — Норвегия» поэт Евгений Долматовский. Руководитель группы наблюдателей Крымской обсерватории Николай Степанович Черных вручает ему документ о присвоении одной из малых планет имени «Хейердал» — в честь известного норвежского ученого-путешественника. Поэт рассказывает о своем норвежском друге, вспоминает о встречах с

ним. В это время на экране возникают кадры о путешествиях Хейердала. Почетное свидетельство будет передано Туру Хейердалу как только он возвратится из очередной поездки на остров Пасхи.

...Шумными аплодисментами встречают присутствующие поднимающихся из зала на сцену людей. Перехватывает дух, когда объявляют их фамилии: Нарышкин, Якушкин, Поджио, Вульф... Ну конечно, то фамилии декабристов! И вот сейчас их прямые потомки вместе с директором музея декабристов Ш. М. Эфенди-заде принимают из рук первооткрывателя Л. И. Черных свидетельство о присвоении малой планете № 2551 названия «Декабрина». Отныне этот документ станет уникальным экспонатом Московского музея декабристов.

Одно за другим Почетные свидетельства получают дочь А. В. Луначарского (планета «Луначарский»), внучки А. М. Горького («Горький»), жена Николая Островского («Островский»), жена известного тележурналиста А. А. Каверзнева («Каверзнев»).



**Почетные свидетельства получают:**  
 дочь А. В. Луначарского  
 Ирина Анатольевна Луначарская,  
 внучки Максима Горького  
 Марфа Максимовна и Дарья Максимовна  
 Пешковы, жена Николая Островского  
 Раиса Порфирьевна Островская  
 Мать Владимира Высоцкого —  
 Нина Максимовна и его сын Никита

Но вот в зале раздается смех. Ведущий объявляет, что родственников (даже дальних) легендарного древнеримского героя Спартака, чьим именем названа одна из новых малых планет, разыскать не удалось... Но поскольку вручить свидетельство необходимо, то выход нашли такой: первооткрыватель Н. С. Черных решил передать его... спортивному обществу «Спартак».

На экране — уникальные кадры кинохроники: 1935 год, спартаковцы играют в футбол... во время парада на Красной площади — единственный случай в истории советского спорта. Среди игроков мы видим улыбающегося совсем еще молодого Николая Старостина...

Вспыхивают прожекторы и на сцену Дома ученых поднимается заслуженный мастер спорта, начальник московской футбольной команды «Спартак» Н. П. Старостин. Вместе с ним выдающиеся спортсмены — ветераны «Спартака». В красно-белых спартаковских майках на сцену выбегают юные футболисты — учащиеся детской спортивной школы общества «Спартак». Под веселое одобрение и аплодисменты будущие чемпионы читают по четверостишию:

Друзья! У нас сомнений нету  
В научном подвиге. Итак,  
Открыта малая планета  
С красивым именем — «Спартак»!  
Мы все — поклонники футбола.  
«Спартак» для нас — не просто звук.  
Резерв готовит наша школа...  
Для Академии наук.

Внесен в космический каталог  
Спартак масштабов неземных;  
Спасибо Вам за Ваш подарок,  
Наш друг, спартаковец Черных!

Николай Степанович Черных вручает Почетное свидетельство председателю Центрального совета общества «Спартак» Г. Н. Шибаеву, который благодарит ученого от имени 18 миллионов спартаковцев страны.

Все второе отделение вечера было посвящено Владимиру Высоцкому. В его честь малая планета № 2374 получила название «Влад-высоцкий». На сцене на старинном кресле — гитара Высоцкого. Рядом среди живых цветов — его большой портрет. Когда же в президиум пригласили мать Высоцкого — Нину Максимовну и первооткрыватель планеты Л. В. Журавлева вручала ей Почетное свидетельство, зал встал... Незабываемая минута!

Известные мастера искусств — актеры, музыканты, поэты — пели, играли, читали стихи в честь замечательного артиста. А потом пел и рассказывал о себе... сам Владимир Высоцкий. Этим фрагментом из редкого кинофильма и закончился торжественный вечер.

Был и еще один сюрприз: в фойе работало почтовое отделение. Специальным штемпелем, посвященным вечеру, гасились конверты астрономической тематики.

Кандидат исторических наук  
В. К. ЛУЦКИЙ

Фото В. А. МИЛЮШЕНКО

## На пути к Нептуну



В августе 1989 года автоматическая межпланетная станция «Вояджер-2» приблизится к планете Нептун. Станция подойдет к планете со стороны Южного полюса, пересечет экваториальную плоскость Нептуна и затем направится к его крупнейшему и пока загадочному спутнику Тритону.

Кольца Нептуна — это, очевидно, не сплошные образования, а скорее разорванные дуги или полосы, в областях между ними плотность и размеры частиц невелики. Ширина дуг или полос также сравнительно небольшая — 8—20 км. Однако в значительных количествах даже мельчайшие частицы космической пыли могут повредить оборудование «Вояджера-2». Поэтому при пересечении эквато-

риальной плоскости Нептуна, в которой лежат кольца, планируется провести аппарат приблизительно в 45 800 км от Нептуна и примерно в 4000 км от самой внешней из дуг кольца — с учетом неопределенности ее точного положения. Это даст возможность исследовать атмосферу Нептуна по прохождению через нее солнечных лучей и по влиянию ее на характеристики радиоволн, посылаемых с аппарата на Землю.

Существенной помехой экспериментам может оказаться радиация около Нептуна, о ней пока мало известно. До сих

пор на этой планете не удавалось наблюдать полярные сияния, которые позволили бы судить о ее магнитном поле. А без этого трудно оценить степень опасности, угрожающей «Вояджеру-2». (Заметим, что признаки магнитного поля Урана «Вояджер-2» обнаружил всего за 5 суток до сближения с планетой.) Теоретические же оценки магнитного поля Нептуна весьма противоречивы: согласно одним — поле очень слабое, согласно другим — сильнее поля Юпитера, в зоне которого ряд приборов «Вояджера-2» отказал.

Science News, 1986, 130, 22



# АСТРОНОМЫ О СВОЕЙ НАУКЕ И ВСЕЛЕННОЙ

Неведомым законам судьбу свою веря,  
В непостижимых даях звенящей пустоты,  
Таинственным виденьем сквозь Вечность проступают  
Миров чужих, далеких туманные черты.  
Их мириады кружат с эпохи зарожденья,

Роясь и рассыпаясь в затейливый узор,  
И образ неподвижный их вечного движенья  
Алмазной пеленою в ночи тревожит взор.  
Они дрожат и стынут в стареющей Вселенной,  
Неслышно созревая, но яростно цветя,  
И мчатся, разлетаясь, их сонмы безыменны  
В непостижимом взрыве свободу обретая...  
Какой должна быть сила, чтоб их лишит покоя,  
Чтоб разбросать, как зерна, зародыши Миров,  
Чтоб Путь швырнуть наш Млечный неистовым прибоем  
В глубины Мирозданья без помощи богов?  
Но это все свершилось! И связь времен распалась!  
Безумный Космос треснул, как перезревший плод!  
И в огненной купели все заново рождалось,  
И время начинало вести другой отсчет!  
Так было! А как будет? Замкнется ль Круг Великий?  
Удастся ли Вселенной ту силу обуздать  
И возвратить к Исходу весь Космос многоликий,  
Чтоб в час свой звездный снова Миры все разбросать?

\* \* \*

Крымские горы опять обступают меня,  
Крымские горы с прожилками снега на склонах...  
Крымские горы, сухою травой шелестя,  
Низко вершины склонили в глубоких поклонах.  
Крымские горы устали, наверно, стоять —  
Сколько веков их топтало и сколько дробило...  
Крымские горы, я рад Вас увидеть опять  
В зелени юной — Вас время совсем не убило...  
Рядом на склоне, как «белые» после дождей,  
Тянутся к небу округлые стройные башни —  
В их глубине, как иконы во тьме алтарей,  
Холодно светятся посеребренные чаши...  
Звездные росы стекают в те чаши из мглы,  
Звездный туман оседает в них кружевом пенным...  
Копятся капли — и ищут в них люди Земли  
Отблеск погасших Светил в отдаленных Вселенных.  
Плавно кружится над нами Миров хоровод  
И купола повторяют во всем их движенья —  
Время из Вечности в Вечность незримо течет,  
Бег свой в поселке Научном прервав на мгновенье...

**Б. В. КОМБЕРГ**  
(Институт космических исследований  
АН СССР, Москва)



## «Человек открывает Землю»

Так называется книга, выпущенная в 1986 году издательством «Мысль» к 125-летию одного из известнейших в нашей стране популярных изданий — научно-художественного ежемесячного журнала «Вокруг света». Столь солидный возраст журнала — сам по себе примечательный факт. Не найти у нас другого массового периодического издания, которое, возникнув еще в прошлом веке, дожило до наших дней, да еще сохранило свое название и общую тематическую направленность. Вот выдержка из редакционной статьи, помещенной в первом номере журнала, увидевшего свет в 1861 году: «В журнале „Вокруг света“ будут передаваться впечатления и наблюдения путешественников и естествоиспытателей всех стран, веков и народов, причем, как разумеется само собою, знакомство с достопримечательностями нашего отечества займет не последнее место». Это выполняется и до сих пор.

Секрет долгожительства журнала обычно зависит от многих причин. Но в конечном счете его успех определяется устойчивым читательским интересом. И действительно, интерес к журналу «Вокруг света» с годами не ослабевает: нынешний тираж издания лишь немногим меньше 3 миллионов экземпляров. А это свидетельство того, что старейший наш журнал —



молод, он современен, актуален, интересен.

Однако жизнь журнальных статей, даже самых интересных, зачастую коротка. И вполне естественно желание продлить ее, отметить 125-летний юбилей журнала «Вокруг света» отдельной книгой, на страницах которой ожили бы наиболее яркие публикации прошлых лет. Конечно, интересных материалов, заслуживающих возрождения, накопилось за это время не на одну, а на добрый десяток книг. И потому перед коллективом составителей издания стояла далеко не простая задача — отобрать самые интересные и важные публикации, которым предстоит уже иная, «книжная» жизнь.

«Первопроходцы», «Дорогами предков», «Свершения», «Земля Людей», «Поиск» — таковы названия основных разделов этой новой книги. Какой из

ее разделов наиболее интересен — это дело вкуса, пристрастия каждого конкретного читателя. Одних влечет история географических открытий, изыскания археологов, другие интересуются разнообразием природных условий, современной жизнью различных народов нашей планеты. Иные хотят знать о поисках ученых, изучающих Землю, а кто-то сам мечтает о путешествиях... Думаю, каждый читатель найдет в книге увлекательные и полезные статьи, написанные советскими и зарубежными авторами.

На страницах нового издания «Человек открывает Землю» не только ярко представлен один из любимейших научно-популярных журналов. Это и занимательная научно-художественная географическая книга о путешествиях и путешественниках, начавшая самостоятельную жизнь.

Сейчас принято говорить, что на нашей планете не осталось «белых пятен». Но утверждение это все-таки нельзя считать неувязным: ведь человек проложил свои маршруты пока только по поверхности нашей планеты, Глубины океана исследованы в основном лишь с помощью дистанционных методов. То же самое можно сказать и о ледниковых покровах. Побывать на километровых глубинах в толще ледников (а в Антарктиде мощность лед-

никового покрова — до 5 км) еще не удавалось никому. А ведь под мощными и протяженными ледниками исследователя ждут удивительные открытия. Как будут называть путешественников, которые отправятся в глубь ледниковых покровов? Возможно, гляционавтами. Не сомневаюсь, что в свое время журнал «Вокруг света» расскажет об этом так же интересно, как он рассказал о первом космическом полете Юрия Гагарина.

А сама земная твердь? Пока нам открылся лишь ее тонкий приповерхностный слой. Скажем, извлечь образец с глубины в два десятка километров — пока еще недостижимая задача. А путешествие в биосферу? Постигание законов развития живой материи, всего разнообразия проявлений жизни на нашей планете? Познание Земли по сути процесс безграничный, и каждое новое поколение землян будет решать здесь новые задачи...

Книга «Человек открывает Землю» — безусловная удача как ее составителей, так и издателей. Но это не означает, что у взыскательного читателя не возникнет вопросов, замечаний и пожеланий. Вот, к примеру, вопрос к составителям. Почему в разделе «Первопроходцы» среди материалов, посвященных Н. Н. Миклухо-Маклаю, В. К. Арсеньеву, Г. Я. Седову и другим первооткрывателям, оказался очерк Ю. А. Сенкевича «Остановка в пути», рассказывающий о том, как лодка «Тигрис» зашла в Оман? Не ясно, какое отношение имеет он к теме данного раздела. В рубрике же «Дорогами предков», рядом с путешествием Т. Северина, этот материал был бы вполне уместен.

И еще одно соображение. Раз уж мы отправляемся в путешествие по страницам журнала, отмечающего свое 125-летие, то вправе надеяться на встречу с интересными, но давно забытыми публикациями. Они, несомненно, появлялись в журнале и в прошлом веке и в начале нынешнего. Однако эти старые материалы представлены в книге всего лишь одним очерком о Н. Н. Миклухо-Маклае. В основном же содержание книги (исключение — мелкие заметки) составляют публикации двух-трех последних десятилетий, которые еще памятны нынешнему читателю. Будь в книге солидный экскурс в прошлое, это позволило бы читателю оценить изменения, которые произошли в деятельности ученых-путешественников, оттенить масштабность и значение сегодняшних экспедиций, сложность и остроту многих проблем, стоящих перед исследователями, почувствовать, как менялась сама литература о путешествиях, манера письма, язык, стиль.

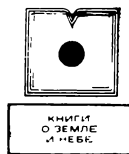
Не хватает в книге и еще одного раздела, где были бы помещены лучшие приключенческие рассказы из опубликованных когда-то в журнале. Без такой беллетристической рубрики представление о журнале «Вокруг света» все же недостаточно полно.

Большинство авторов книги «Человек открывает Землю» — путешественники или влюбленные в путешествия люди: ученые, литераторы, журналисты, люди других профессий. Рассказ об их поиске в различных географических районах — у полюсов планеты, в жарких пустынях, в морях и океанах — воссоздает целостную картину на-

шей Земли во всем ее многообразии. Предисловие к книге написал президент Географического общества СССР А. Ф. Трешников — выдающийся ученый и путешественник. А в послесловии приводится высказывание К. Паустовского, которого также можно назвать писателем-путешественником, поклонником «музы дальних странствий». Такое обрамление книги, по-моему, очень удачно.

Пытливость исследователя и мастерство литератора — именно на стыке этих двух человеческих талантов возник и набрал силу жанр литературы о путешествиях, который в своих лучших образцах интересен, полезен и поучителен буквально для всех читателей. Эту мысль в своей вступительной статье развивает главный редактор журнала «Вокруг света» А. А. Полещук. Открывать Землю, говорит он, значит изучать, сохранять и приумножать ее богатства, беречь ее красоту и неповторимость.

Издательство «Мысль» выпустило очень нужную книгу. К тому же она оформлена на высоком художественном уровне. Хочется пожелать, чтобы плодотворный опыт совместной работы журнала «Вокруг света» и издательства «Мысль» на этом сборнике не закончился и чтобы сборник стал первым, быть может, в целой серии книг «Человек открывает Землю».



## Новый «Практикум» по астрономии

До недавнего времени издательство «Просвещение» не особенно баловало тех, кто изучает и преподаёт астрономию на физических и математических отделениях пединститутов. Более 16 лет не переиздавался основной учебник — и это в период, когда в астрономии быстро устаревает то, что еще недавно казалось последним ее словом. Для сравнения укажем: примерно за тот же период соответствующий учебник для университетов издательство «Наука» успело выпустить пять раз! Но вот в 1983 году вышел, наконец, новый учебник для пединститутов, один за другим издаются пробные учебники для средней школы, а в 1986 году увидел свет «Практикум по астрономии», рекомендованный Министерством просвещения СССР в качестве учебного пособия для студентов физических и математических специальностей педагогических институтов.

Практикум составил профессор В. И. Курышев. Высокая квалификация автора, богатый опыт научной и педагогической деятельности благотворно отразились на качестве этой работы. Вот уже много лет в пединститутах пользуются «Лабораторным практикумом по курсу общей астрономии», написанным другим видным специалистом — доцентом М. М. Дагаевым. Сразу же скажем,



что издание одного пособия вовсе не отменяет и не заменяет другое. Они в какой-то степени дополняют друг друга, и хотя каждое пособие самостоятельно может обеспечить выполнение программы лабораторных занятий, сочетание их делает занятия еще более полными. К тому же теперь появилась возможность выбора.

Книга В. И. Курышева «Практикум по астрономии» содержит общие методические указания, сведения о примерном распределении учебных часов по специальностям, а также описание 18 лабораторных работ и приложение.

Весьма четко прослеживается установка автора на предельно деловой стиль: материал хорошо организован, используются

лаконичные и емкие формулировки, предусмотрена возможность проведения многих работ даже при самом скудном техническом обеспечении, продумана методика изложения работ.

В описании каждой работы «Практикума» содержится необходимый теоретический материал, что дает преподавателю известную свободу в выборе времени проведения работы (без жесткой привязки к курсу лекций). При сравнительно небольшом объеме (144 с.) «Практикум» содержит более 80 рисунков и много таблиц, облегчающих понимание материала. Пособие составлено так, что оно окажется весьма полезным не только студенту и преподавателю института, но и каждому школьному учителю астрономии. Этот аспект мы считаем важным в связи с плачевными результатами, которые получены в последние годы при изучении уровня преподавания астрономии в некоторых школах (Земля и Вселенная, 1985, № 2, с. 75.—Ред.).

Лабораторные работы охватывают темы по сферической и практической астрономии, небесной механике, звездной астрономии и астрофизике. Внимание преподавателей и любителей астрономии, очевидно, привлекут описания работ, относящихся к наблюдениям покрытий звезд Луной, явлений солнечной активности,



метеоров и искусственных спутников Земли.

В новом пособии много оригинальных задач, вопросов и заданий для самостоятельной работы. Некоторые из них окажутся полезными и в практике учителя — как при подготовке к уроку, так и при организации занятий астрономического кружка. В описание ряда лабораторных работ включены и вопросы методики преподава-

ния астрономии в средней школе.

В приложении дается перечень возможных тем курсовых и дипломных работ, а также учебных и исследовательских тем; указаны основные вехи истории космонавтики и имеется план астрономических наблюдений по программе средней школы.

Придирчивый читатель найдет в этом издании некоторые

погрешности. Например, на рис. 10 центр Земли находится явно не в фокусе орбиты ИСЗ; один и тот же угол истинной аномалии на разных схемах обозначен разными буквами. Все это можно легко исправить при переиздании, которое, как мне представляется, понадобится в недалеком будущем.

## Климат Земли в прошлом

Согласно гипотезе югославского ученого М. Миланковича, ледниковые эпохи на Земле были вызваны астрономическими причинами, в том числе изменениями в характере обращения вокруг Солнца нашей планеты. Научный сотрудник Университета штата Висконсин (Мадисон, США) Дж. Катцбах считает: подобные астрономические явления служат причиной и ритмически повторяющихся климатических изменений в межледниковые эпохи. Он построил математическую модель, которая описывает климатические условия с конца последней эпохи оледенения до нашего времени. Модель показывает, что изменения орбиты Земли, происшедшие около 9 тыс. лет на-

зад, привели к перестройке характера муссонов. Именно поэтому в районах Северной Африки, где ныне полупустынный климат, возникла вытянутая с запада на восток цепь озер и болотистых местностей.

В тот период земная ось была наклонена больше, чем теперь, и момент максимального сближения планеты с Солнцем приходился не на январь, как в наше время, а на июль. В результате северное полушарие Земли в летний сезон получало на 7% больше солнечного излучения. Это и приводило к иному распре-

лению муссонов по сравнению с нынешними условиями.

Еще более древние палеоклиматы Земли изучали Т. Херберт из Принстонского университета (штат Нью-Джерси, США) и А. Фишер из Южнокалифорнийского университета (Лос-Анджелес, США). Они обнаружили, что геологические породы, отложившиеся около 100 млн. лет назад, обладают полосчатым строением, четко совпадающим с изменением орбиты Земли по циклам Миланковича. Оледенение же на Земле в то время почти отсутствовало. Напрашивается вывод: для возникновения ритмических изменений климата по Миланковичу совершенно не обязательна гляциальная обратная связь, то есть зависимость от оледенения.

Nature, 1986, 321



## ОТ РЕДАКЦИИ

На протяжении текущего года редакция получала многочисленные запросы от читателей, тщетно пытавшихся купить в киосках Союзпечати отдельные номера журнала «Земля и Вселенная». Трудности приобретения журнала обусловлены тем, что по причинам, не зависящим от редакции, журнал почти полностью распространяется по подписке, а экземпляры, которые поступают в розницу, быстро раскупаются.

Оформить подписку на журнал «Земля и Вселенная» на 1988 год можно в отделении связи с любого номера. Индекс — 70336. Стоимость годовой подписки — 3 руб. 90 коп.



Кандидат философских наук  
В. И. ВЬЮНИЦКИЙ

## Книга о звездах и людях

Хорошую книгу для семейного чтения, которую в равной степени с удовольствием читают и взрослые и дети, выпустило издательство «Просвещение» в 1984 году. Мы хотим кратко рассказать о втором издании книги А. А. Гурштейна «Извечные тайны неба».

Эта книга написана в лучших традициях популярного жанра. Рассказ о новейших космогонических теориях, о развитии взглядов на строение Вселенной перемежается в ней с беллетристическими экскурсами в историю астрономии; объяснение природы и эволюции разных типов звезд, звездных и планетных систем — с яркими биографическими портретами выдающихся астрономов прошлого и современности.

Автор показывает науку о небе в непрерывном развитии. И это не просто прием, способ изложения. Исторический подход — один из краеугольных камней астрономической науки, единственный способ преодолеть противоречия между ученым и предметом его исследовательской работы. Ведь столь грандиозный объект, как Вселенная во всем многообразии ее процессов и явлений, ставит огромнейшие методологические трудности перед познанием. Расстояния в десятки и сотни световых лет; массы вещества, во много раз превосходящие не только массу Земли, но и массу всей Солнечной системы; громадные

потoki энергии; космические циклы, длящиеся десятилетия, а то и столетия... Как все это подавляюще масштабно по сравнению с кратким сроком жизни и ограниченными способностями восприятия отдельного человека! Однако преемственность в развитии астрономии, эстафета знаний, идущая от поколения к поколению целые тысячелетия, позволила увидеть и раскрыть закономерности мироздания. «Не огромность мира звезд вызывает восхищение, а человек, который изучил его» — эти слова Блеза Паскаля, приведенные в книге, лучше всего выражают величие научного подвига астрономов разных веков и народов.

О многих ученых рассказывается на страницах книги — Эратосфен, Гиппарх и Птолемей, Коперник и Тихо Браге, Галилей и Кеплер... Автор не раз подчеркивает, что стремление к истине требовало от астрономов мужества в ее отстаивании. В пантеоне героев и мучеников науки особое место занимает имя великого итальянского ученого Джордано Бруно. Идеи вечности и безграничности Вселенной, множественности обитаемых миров, которые он противопоставил отсталой и косной церковной космологии, благодаря выдающемуся личному мужеству и упорству ученого приобрели в глазах его современников не только научный, но и

моральный авторитет, способствовали продвижению науки вперед.

Несколько кратких биографических очерков посвящены и нашим соотечественникам: великому сыну земли русской М. В. Ломоносову, создателю Пулковской обсерватории В. Я. Струве... Перед читателями раскрывается яркий образ ученого-революционера П. К. Штернберга, именем которого назван Государственный астрономический институт в Москве.

Путь, пройденный астрономией за тысячелетия ее истории, не был гладким, и его нельзя назвать спокойным восхождением к новым знаниям. Наука о небе знала триумфы и провалы: безумные на первый взгляд гипотезы подтверждались, а от, казалось бы, правдоподобных концепций позднее приходилось отказываться. В XVIII—XIX веках астрономия стала ареной триумфального знания, когда математическими расчетами «на кончике пера» открывались новые планеты. В книге дана драматическая история этих открытий.

Важное место в издании занимают главы, показывающие связь астрономии с практической космонавтикой. От первых идей К. Э. Циолковского до длительных полетов современных пилотируемых орбитальных станций, от первых ракет ГИРДа до совершенных космических аппаратов — таков

путь космонавтики за неполный век. Автор рассказывает о творцах советской космической техники, о космонавтах, об изучении околоземного пространства и планет Солнечной системы с помощью автоматических космических аппаратов.

Увлекательная книга А. А. Гурштейна не только дарит читателям новые знания о тайнах неба, но и, я уверен в этом, поможет кому-то найти свое призвание. Вспомним, например, что научная биография Клайда Томбо, открывшего в

1930 году Плутон, началась с того, что в детстве он прочел популярную книгу по астрономии.

## НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»

### «Что произошло 600 миллионов лет назад»

Так назвал свою научно-популярную книгу известный советский палеонтолог А. Ю. Розанов (1986 г.). Она посвящена одному из кардинальных событий в истории Земли на рубеже кембрия и докембрия, 600 млн. лет назад. Именно с этого времени органический мир нашей планеты стал приобретать все большее сходство с современной фауной и флорой. В книге пять глав. В первой дается представление о ранних 3—4 млрд. лет жизни Земли, о составе ее первичной атмосферы и появлении ядерных организмов — эвкариот. Из второй главы читатель узнает о том, как изменился органический мир Земли в самом конце докембрия, когда он очень резко обновился и заметно обогатился.

Однако только в кембрии произошли коренные изменения органического мира — животные получили возможность строить скелет, а водоросли — обызвествленные оболочки. Подавляющее большинство организмов обитало тогда на мелководье. Но была ли жизнь в те отдаленные времена на суше? Об этом речь идет в третьей главе книги. Тема четвертой главы — географическая обстановка, в которой изменялась земная фауна и флора в кембрийском периоде. Здесь приводятся сведения о глобальной географии суши и водных масс, климате и вулканических очагах того времени. — сведения эти дают

палеомагнитные данные. Как же в те далекие времена географически распределялись разные группы организмов? На этот вопрос отвечает биогеография, о которой речь идет в последней пятой главе книги. В заключение автор обсуждает несколько гипотез о причинах возникновения скелета у животных докембрия.

Книга снабжена списком некоторых специальных терминов и указателем латинских названий.

### В мире двойных звезд

В современной астрономии наблюдается изобилие, если не сказать «избыток» научно-популярной литературы. И притом на все вкусы и возрасты — от дошкольника до мудреца. Поэтому любой новинке предстоит жесткая конкуренция с уже испытанными временем и прошедшими апробацию изданиями. В подобных условиях нетрудно затеряться даже хорошей работе. Тем не менее берусь утверждать, что появление книги В. М. Липунова «В мире двойных звезд» (М.: «Наука», 1986) — настоящее событие в астрономической научно-популярной литературе. И это не аванс. Я уверен, что мой прогноз оправдается в ближайшем будущем. Почему? Во-первых, потому, что на эту тему пока не опубликовано ничего хотя бы примерно соизмеримого по объему и качеству. Во-вторых, не только любители астрономии всех возрастов, но и астрономы-профессионалы найдут в ней до-

статочно поводов, стимулирующих и вдохновляющих их собственное научное творчество, поскольку в книге этой на высоком научном уровне изложена захватывающая картина исследований двойных звездных систем и обоснована целиком и полностью истине выдающаяся роль, которую они играют в теории звездной эволюции. В-третьих, книга написана человеком, который самым активным образом трудится на переднем крае современной теоретической астрофизики, так что, образно говоря, книга написана «участником и очевидцем» многих эпизодов и событий научной жизни последнего времени.

Мне, как специалисту по небесной механике, особенно нравится первая глава книги, в которой автору удалось оптимальным образом (компактно и вместе с тем без ущерба для понимания) изложить отнюдь не простые вопросы, касающиеся механических движений в тесных двойных звездных системах.

Книга оставляет очень цельное впечатление: ее научный уровень высок, план ее продуман до деталей, изложение последовательно и живо, к тому же сопровождается удачными авторскими иллюстрациями.

Как книга из библиотечки «Квант», она вне всяких сомнений выполнит и эту свою роль — пропагандировать достижения современной физики и астрономии, формируя тем самым и научное мировоззрение различных категорий учащихся и студенчества.

Кандидат  
физико-математических наук  
Г. И. ШИРМИН

## Еще одна встреча с читателями

Как правило, общение сотрудников, а также авторов журнала с теми, кто подписывается на этот журнал или покупает его в киосках, увя, — заочное. И лишь во время устных выпусков люди, которые «делают» журнал, оказываются с глазу на глаз с теми, кто его читает. Подобный «тет-а-тет» «Земли и Вселенной» с читателями состоялся 21 марта 1987 года, в субботу, — в рамках большой и

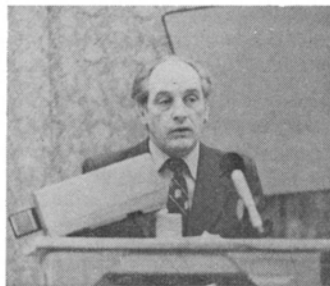
интересной книжно-журнальной выставки, проводимой издательством «Наука» в Брежневском районе столицы. Выставка посвящалась славной дате — 70-летию Великого Октября, её многочисленные экспозиции были размещены в прекрасном Дворце культуры «Меридиан». В одном из залов Дворца и собрались читатели «Земли и Вселенной», авторы журнала, сотрудники редакции.

В этой встрече участвовали главный редактор журнала профессор МГУ Д. Я. Мартынов, его заместители — член-корреспондент АН СССР Ю. Д. Буланже и кандидат педагогических наук Е. П. Левитан.

На встрече «Земли и Вселенной» с читателями присутствовал директор издательства «Наука» С. А. Чибиряев, здесь были и представители Главной редакции по выпуску журналов издательства «Наука», а также редакций академических научных и научно-популярных журналов.

Открыл устный выпуск и вел его Е. П. Левитан. Заметив, что день для встречи выбрали отнюдь не случайно (это ведь был день весеннего равноденствия!), он кратко рассказал о журнале, а затем предоставил слово одному из

**Во время открытия устного выпуска**



**Заместитель директора Института космических исследований В. И. Шевченко знакомит читателей с проектом «Фобос»**

**Доктор геолого-минералогических наук Г. И. Рейснер (ИФЗ АН СССР) рассказывает о землетрясениях**

**Выступает кандидат физико-математических наук И. Н. Галкин (ИФЗ АН СССР)**



**Профессор А. М. Черепашук (ГАИШ) среди сотрудников редакции журнала**

его постоянных авторов профессору МГУ А. М. Черепашуку. Анатолий Михайлович увлеченно стал говорить о таких экзотических, загадочных объектах Вселенной, как нейтронные звезды и черные дыры. Рассказал он и об эволюции звезд, а кроме того, сообщил о последней научной сенсации, взбудоражившей весь астрономический мир, — вспышке сверхновой в Большом Магеллановом Облаке (Земля и Вселенная, 1987, № 3, с. 111).

Потом к микрофону подошел Д. Я. Мартынов. Он посвятил свое выступление исследованию планет с помощью космических аппаратов. «Когда я был студентом, — сказал в заключение профессор Мартынов, — астрономия по большей части была теоретической дисциплиной. Ныне она самым блестящим образом превратилась в экспериментальную науку».

Очень понравился всем «поэтический» рассказ постоянного автора журнала кандидата физико-математических наук И. Н. Галкина о сравнительной планетологии. «Название „Земля и Вселенная“, — начал он, — заключает в себе глубокий смысл. Земля — это родное дитя Вселенной. Но есть ведь и другие дети. Так возникла сравни-

тельная планетология...» Показывая красочные слайды, он читал стихи Осипа Мандельштама, Анны Ахматовой и свои стихотворные произведения.

Интересно прошло и выступление доктора геолого-минералогических наук Г. И. Рейснера. Оно было посвящено таким стихийным бедствиям, как землетрясения, и сопровождалось демонстрацией оригинальных слайдов. А затем собравшиеся смогли увидеть кинофильм «Летопись землетрясений», созданный при активном участии известного советского сейсмолога члена-корреспондента АН СССР Ю. В. Ризниченко (1911—1981), в свое время неоднократно публиковавшегося на страницах «Земли и Вселенной». Фильм произвел на всех сильное впечатление. Особенно запомнились хроникальные кадры Токийского землетрясения 1923 года — катастрофы, унесшей около ста тысяч человеческих жизней.

Одной из «изюминок» встречи стало выступление доктора физико-математических наук В. И. Шевченко, который рассказал об итогах блестяще осуществленного проекта «Вега» (Земля и Вселенная, 1986, № 5, с. 5), о тех трудностях и проблемах, что возникли при его подготовке. Валентин Иванович принес с собой и показал собравшимся уникальный видеофильм об этом



**Юный читатель у стенда выставки**

историческом эксперименте. Но теперь на очереди новый комплексный международный проект — «Фобос» (см. статью в этом номере журнала).

А потом читатели начали задавать вопросы. Среди них были и «каверзные». Например: «Какой точки зрения Вы придерживаетесь — концепции финализма или антифинализма? Сколько — миллиард, миллион или тысячу лет жизни „отводите“ человечеству?» Отвечая на этот вопрос, Е. П. Левитан сказал, что он оптимист и сторонник концепции антифинализма. Если человечество не пойдет по пути дальнейшей гонки вооружений, развязывания ядерной войны или к экологической катастрофе, то Вселенная ничем ему не угрожает. И даже когда погаснет Солнце, — то и это, скорее всего, не станет причиной гибели высокоразвитой земной цивилизации. Самое же главное сейчас — сохранить мир и проявлять благоразумие на Земле.

Несомненно, устный выпуск «Земли и Вселенной» был полезен как читателям журнала, так и его сотрудникам и авторам. Он поможет коллективу редакции делать журнал еще интереснее, популярнее, одним словом — лучше.

А. А. ПОЗДНЯКОВ

Фото В. А. Милюшенко



ОТВЕТЫ  
НА ВОПРОСЫ  
ЧИТАТЕЛЕЙ

## Искусственные спутники Земли

**«...Как контролируются орбиты спутников и их местонахождение в определенный момент, возможно ли столкновение отдельных спутников друг с другом? Можно ли их снять с орбиты, или они будут летать до тех пор, пока сами не прекратят существование?»**

И. В. ЮДИН

Архангельская область

По просьбе редакции на эти вопросы отвечает старший научный сотрудник Института космических исследований, постоянный автор нашего журнала В. Д. ПЕРОВ.

За последнее пятилетие (с января 1982 года по ноябрь 1986 года) в космосе появилось около 1620 новых, сравнительно крупных небесных тел искусственного происхождения — космических аппаратов и последних ступеней ракет-носителей, запущенных на околоземные орбиты. К концу 1986 года 860 объектов из числа этих спутников уже прекратили свое существование, возвратившись на Землю в соответствии с полетной программой или сойдя с орбиты в результате торможения в верхней атмосфере.

Расчеты говорят, что 25% из оставшихся спутников «проживут» еще не менее ста лет, 23% — более 1000 лет, 25% — миллион лет и более. Отмечено: процент спутников-долгожителей имеет тенденцию из года в год увеличиваться. В наши дни, как мы видим, вокруг Земли летает довольно много технических устройств разного размера и массы, и количество их постоянно возрастает. Однако вероят-

ность их столкновения друг с другом пока еще очень мала. Ее практически можно не учитывать, хотя в будущем положение может обостриться и, наверное, уже сегодня следует подумать об очистке околоземного космоса от «металлолома».

В общем, для всех околоземных космических дорог плотность движения еще не стала угрожающей, но на некоторых, если можно так выразиться, главных магистральных дорожных обстановка уже вызывает озабоченность. Речь идет о стационарной орбите, обращаясь по которой, спутник движется синхронно с вращением Земли и как бы висит над одним и тем же районом. Такое движение очень удобно для дальней космической связи. К началу 1986 года (по данным американского журнала *Commercial Space*, 1986, № 1) на стационарной орбите находилось более ста аппаратов, кроме того, высказывались намерения вывести туда же еще сто с лишним спутников связи.

Заметим, что при запуске спутника на орбиту выходят и различные фрагменты космической техники: элементы конструкции, технологические детали, крышки приборов и другие. Насыщение стационарной орбиты все новыми и новыми аппаратами не только способно привести к авариям, но и повышает уровень взаимных радиопомех, ухудшая условия и качество радиосвязи. Определенным выходом из такого неприятного положения можно считать вывод спутников после окончания активной работы на другие орбиты. Однако совершенно очевидно, что это только временное решение общей проблемы. Сегодня еще нет системы планомерного возвращения на Землю спутников, отработавших свой срок, хотя технически подобная задача может быть решена. Пока что дело откладывается на будущее.

Запуски аппаратов в космос и их полет находятся под пристальным вниманием различных учреждений многих государств, а также междуна-

родных организаций. Ведется тщательная регистрация космических объектов. В международном масштабе такая работа идет по линии ООН и Комитета по космическим исследованиям при Международном совете научных союзов (КОСПАР). В соответствии с конвенцией Генеральной Ассамблеи ООН, вступившей в силу в 1976 году, страны, подписавшие этот документ, обязаны вести регистр, в который заносятся объекты, выведенные на околоземные орбиты или в дальний космос, и представлять данные о них генеральному секретарю ООН. Эта информация затем доводится до сведения государств — членов ООН.

По линии КОСПАР регистрация космических объектов проводится на основании данных, представленных научно-исследовательскими организациями государств, осуществляющих запуски. Объектам присваивается международное обозначение, в котором указывается год запуска, порядковый номер запуска, категория объекта по его назначению. Например, советский ИСЗ «Космос-1724», запущенный 6 января 1986 года, получил обозначение 1986-04А. Ступень ракеты-носителя, тоже вышедшая на орбиту, — 1986-04В, элемент конструкции, ставший спутником Земли при этом запуске, — 1986-04С.

Наблюдение за полетом ИСЗ, определение параметров их орбит ведется со специальных наземных станций, оснащенных оптическим и радиотехническим оборудованием. Приемление фотосъемки позволяет определить положение спутника в пространстве с погрешностью до 1—2". Лазерный метод дает возможность измерять расстояние до спутника с точностью 1—2 м. Для наблюдения за космическими объектами используются различные радиотехнические методы. Они основаны на анализе принимаемых радиосигналов, которые генерируются бортовыми радиопередатчиками, или сигналах радиолокационных станций, отраженных от аппаратов.

# О гравитации, верблюдах, голубях и... доверчивых редакторах

Земля и Вселенная... Глубокий смысл заключен в сочетании двух этих слов: здесь и широкий комплекс наук о самой Земле и ее взаимодействии с другими небесными телами; и астрономические дисциплины — от небесной механики и астрофизики до астронавигации и астрогеологии; и разнообразные проблемы космонавтики. Развитие физики, математики, философии в большой мере влияет на прогресс этих наук и стимулируется их потребностями. И не удивительно, что к этому комплексу наук привлекается все большее внимание средств массовой информации, включая печать, радио и телевидение. Ясно, что на них возлагается высокая ответственность за достоверность и качество публикуемой информации.

Но, к сожалению, нередко встречается и такое. В 1971 году журнал «Природа» (№ 11) опубликовал превосходную пародию на научное сообщение, которая называлась «Соляные купола и *Camelus bactrianus*». В ней с серьезным видом «анализировалось» влияние гравитационного поля на живые организмы на примере двугорбых верблюдов. Тут не место пересказывать приведенные в пародии столь же забавные, сколь и нелепые «факты» и «выводы». Но нельзя не удивиться, что некоторые ухитрились не понять, что это пародия, не заметили в подзаголовке самого этого слова. Не обладая, видимо, ни достаточной компетентностью, ни чувством юмора, многие приняли все напечатанное всерьез. И позднее в печати появилось сенсационное сообщение о возможности использования верблюдов в качестве технического средства для разведки полезных ископаемых(1). Опубликованное первоначально журналом «Юный техник» (1980, № 10, с. 31), оно было широко распространено газетами.

Конечно, от ошибок никто не застрахован, но советским газетам и журналам надлежало бы быть осторожнее, публикуя подобные научно-технические «новации». 29 мая 1984 года нелепое сообщение об этом дало и Цент-

ральное телевидение, причем в популярной и хорошей телепередаче «Что? Где? Когда?». Именно из-за того, что об упомянутой «способности» верблюдов не знала (или не согласилась с ведущим передачи) сильная команда «знатоков», она, к сожалению, потерпела поражение в конкурсе...

Специалисты — геофизики и гравиметристы различных ведомств — были возмущены распространением абсурдной информации среди многомиллионной аудитории телезрителей. Пожалели и «знатоков». И одному из специалистов поручили написать обстоятельное письмо на телевидение, в нем разъяснялась абсурдность позиции ведущего в данном конкурсе. Ответ телевидения, подписанный старшим редактором Н. И. Стеценко, настолько примечателен, что выдержки из него стоит здесь привести. Н. И. Стеценко пишет: «...геологами было обнаружено, что линии гравитационных полей почти полностью совпадают с древними караванными тропами. На наш взгляд, эта информация заслуживает внимания и побуждает к размышлению... во всяком случае никаких ошибочных утверждений там не было...»

Другую, в сущности аналогичную, публикацию, касающуюся проблем гравитации и гравитационной разведки, дала газета «Известия». 29 января 1986 года она опубликовала статью В. Щербаня «Голубь и земное притяжение». В ней со ссылкой на члена-корреспондента АН УССР Ю. Шеляг-Сосонко преподносится как якобы установленный факт, что «...голубей можно использовать для разведки полезных ископаемых в качестве очень чувствительного датчика, способного с большой точностью определять их залегания». Утверждается также: результаты выполненных с голубями экспериментов «позволят по-новому подойти к проблеме гравитации и ее влияния на все живое». Странно только, что эти выводы делает не физик, не геофизик, даже вообще не ученый, а журналист. Решив, видимо, удивить мир



своими открытиями, он оказал ученым лишь медвежью услугу. Действительно, группа украинских ученых-биологов с участием Ю. Шеляк-Сосонко провела любопытный эксперимент с голубями: они обнаружили необычное их поведение в одном из районов страны, где отмечается аномальное гравитационное поле. Результат эксперимента был опубликован в «Докладах АН СССР» (1985, т. 282, № 2). Давая предварительное объяснение поведения голубей, авторы заметили, что оно, возможно, вызвано гравитационной аномалией. Сталкиваясь с новыми фактами, ученые, естественно, строят различные гипотезы для истолкования этих фактов и затем выбирают из них наиболее обоснованную. Это неотъемлемое право каждого ученого. Но, несомненно, в процессе дальнейшего обсуждения геофизики обязательно обратят внимание биологов на то, что даже самые крупные гравитационные аномалии малы по сравнению с гравитационными помехами, порождаемыми скоростью и направлением полета голубя, скоростью и направлением ветра, изменениями высоты полета, наклонами тела голубя и так далее. Поэтому вероятность того, что гравитационное поле непосредственно влияет на поведение голубя, весьма мала. Значительно вероятнее, что на него воздействует магнитное поле Земли, которое часто коррелирует с гравитационным, и действие его на живые организмы можно считать доказанным. Но даже и это вероятное

допущение все же остается не более чем гипотезой, требующей доказательства. Ясно, что публикация украинских ученых не давала права В. Щербаню делать процитированные выше категорические выводы и утверждения.

Ставшие теперь популярными вопросы гравитации все чаще освещаются в центральной печати и нередко весьма неудачно. Но рекорд лженаучной сенсационности в этих вопросах, безусловно, принадлежит газете «Труд». В номере от 11 февраля 1986 года она напечатала статью «Тайна смерча» с подзаголовком «Сделан еще один шаг в исследовании гравитации». В ней содержится интервью, взятое Е. Крушельницким у кандидата технических наук Г. В. Талалаевского. Обратим внимание на утверждение Г. В. Талалаевского, которое отвергает (именно отвергает, а не дополняет, как он говорит в интервью) не только законы классической механики, но и законы общей теории относительности А. Эйнштейна: «Моя теория позволяет по-новому взглянуть на привычные истины. Из нее вытекает новый общий закон материального мира — закон различия природы поступательного и вращательного ускорений. Владая этим законом, мы научимся управлять гравитацией, по своему усмотрению изменять притяжение Земли в нужной нам точке... в частности, не исключается возможность полетов со сверхсветовыми скоростями...» (подчеркнуто мной. — М. Х.).

Ни много ни мало! Не всякому фантасту придут в голову подобные утверждения! Поразительно и другое. Статья сопровождается «комментарием специалистов», подписанным известными учеными П. К. Ощепковым и Э. М. Рейхруделем. Комментарий завершается словами: «...раскрытие закономерностей, существующих гравитационным силам, представляет собой крупное достижение отечественной науки. Работа Г. В. Талалаевского недавно рассмотрена на методическом семинаре физического факультета МГУ и одобрена как перспективная». Если это так, то почему же один из крупнейших специалистов страны по геофизике, гравиметрии, теории вращения Земли член-корреспондент АН СССР Н. Н. Парийский, на которого ссылается в своем интервью Г. В. Талалаевский, был до крайности возмущен цитированной статьей? \* Между тем Г. В. Талала-

\* Редакция располагает письмом Н. Н. Парийского по этому вопросу.



евский утверждает, что он якобы обобщил в своей теории факты, установленные Н. Н. Парийским. Наконец, почему об «открытиях» Г. В. Талалаевского никто, кроме газеты «Труд», не сообщил, почему о них ничего не известно специалистам ведущих институтов страны, занимающихся гравитационными исследованиями?

А вот что пишет газета «Знамя юности» (Минск) в номере от 28 октября 1984 года в статье Д. Патыко «Динозавры: кому предъявить счет?». По мнению сотрудника Института механики металлополимерных систем АН БССР (Гомель) Ю. М. Михайлова, изменения гравитационного поля в пространстве, пересекаемом Землей в ее движении по Галактике, могли превратить устойчивый когда-то изотоп висмут-210 в радиоактивный. Хотя хорошо известно, что никакие внешние условия (в том числе и гравитационное поле) не влияют на радиоактивный распад. Но гипотеза Ю. М. Михайлова преподносится в сенсационном духе, как новое слово в нашей науке.

Здесь мы встречаемся с попытками уже не журналистов, а людей, называющих себя учеными, извратить основы науки. «Венец» такого творчества — брошюра профессора Таджикского сельскохозяйственного института А. С. Бабаева, которая называется «Явления, отрицающие земное тяготение». Да, ни больше ни меньше! Эта брошюра была выпущена в 1983 году по заказу Министерства сельского хозяйства СССР издательством «Ирфон». В ней автор утверждает, что никакого тяготения вообще нет, а вес тел связан с... давлением земной атмосферы. Автор (доктор наук!) не понимает, что само давление атмосферы — лишь следствие притяжения ее Землей по закону Ньютона. Он даже не дает себе труда посмотреть, к каким анекдотическим следствиям приводит его «теория».

Нужно отдать должное «Литературной газете» — она быстро прореагировала на брошюру А. С. Бабаева, опубликовав остро критический материал «Летит Земля без тяготения» (№ 40, 5 октября 1983 года).

В связи с ростом интереса к проблемам гравитации, появились, как мы видим, любители завоевывать себе популярность измышлением всяческих новых «истин». Они говорят: «моя теория», «новый подход к проблемам гравитации», «новый общий закон материального мира», мало того — обещают управлять грави-



тацией, рекомендуют использовать для разведки полезных ископаемых то верблюдов, то голубей... Удивительно, что этот возросший поток халтурной информации не встречает противодействия. Даже наоборот, трудно становится выступить с необходимым разъяснением или опровержением: редакции газет, пропустившие прямую халтуру, не любят признаваться в этом.

Никто, конечно, не осуждает стремление осмыслить любые проблемы современной науки, включая самые сложные и спорные, но делать это надо сначала в кругу специалистов или на страницах специальных журналов, а не выносить их сразу в эфир или на газетные полосы. Для популяризации науки, ознакомления читателей с ее проблемами и трудностями от авторов требуется высокий уровень знаний, интеллекта и такта, а от работников средств массовой информации — умение правильно использовать эти средства. Нельзя допускать, чтобы люди, не обладающие знаниями, но зато обладающие пробивной силой, заполняли центральные и нецентральные газеты и журналы чепухой, которая не имеет ничего общего с настоящей наукой. Давно пришла пора поставить прочный заслон халтуре, покончить с примиренческим отношением к ней. Речь ведь идет о престиже советской науки, о престиже советских средств массовой информации, и здесь нельзя также недооценивать политические аспекты пропаганды нашей науки и качества этой пропаганды.

Одним из способов необходимого «фильтрации» научно-популярных публикаций стало бы введение обязательного рецензирования

этих публикаций в соответствующих институтах. Время от времени следовало бы также печатать критические обзоры научно-популярных публикаций.

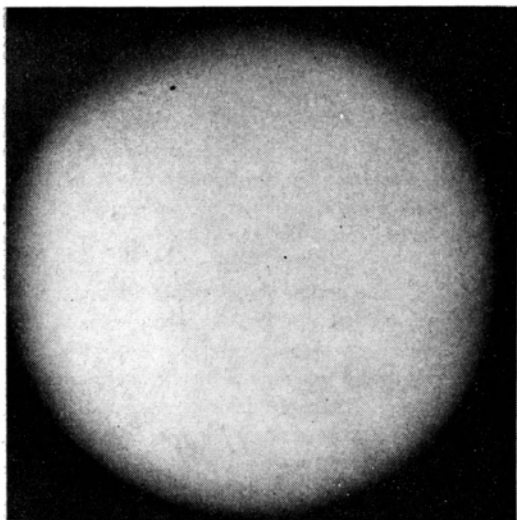
Разумеется, не надо сильно преувеличивать объем недоброкачественной информации, даже по вопросам гравитации. Так, весьма интересное и полезное интервью, взятое В. Старчевским у профессора МГУ Н. П. Грушинского

и доктора физико-математических наук Л. П. Грищука, было опубликовано «Неделей» 8 июня 1986 года. Эта публикация лишней раз свидетельствует, насколько велик интерес к проблемам гравитации и гравиметрии и с какой ответственностью требуется подходить к их освещению.

Рисунки А. В. ХОРЬКОВА



## Солнце в феврале — марте 1987 года



Типичный вид солнечного диска на ранних стадиях развития нового цикла активности. Пятно в северном полушарии располагается на предельной широте. Снимок получен В. Ф. Кныш 1 марта 1987 года (Байнальская астрофизическая обсерватория СибИЗМИРА)

Общий уровень активности Солнца в этот период остается низким, несмотря на то, что новый цикл начался более полугодом назад. Впервые явно он заявил о себе в начале июля 1986 года. Затем в конце октября произошел достаточно заметный, хотя и кратковременный, всплеск активности, проявившийся увеличением числа пятен как нового, так и старого циклов. После чего опять наступил период слабой активности, включая февраль — март 1987 года. Теперь пятна появлялись сравнительно редко и преимущественно в виде одиночных или небольших скоплений пор. Число Вольфа ( $W$ ) для таких групп обычно меньше 20. Учитывая, что значительную часть времени пятен вообще не было, в среднем за рассматриваемый период величина  $W$  составляла всего несколько единиц.

Интересна, пожалуй, лишь группа пятен, наблюдавшаяся на солнечном диске 26 февраля — 5 марта. Она появилась на широте  $40^\circ$ , практически предельной для возникновения пятен. Лидером в группе было одиночное пятно правильной формы. В хвостовой части группы пятна появлялись в основном в виде слабых, короткоживущих пор. Лидер имел южную магнитную полярность, хвостовые пятна — северную. Такая последовательность знаков поля типична для пятен нового цикла.

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

Сдано в набор 17.04.87. Подписано к печати 30.01.87. Т-05597. Формат бумаги  $70 \times 100^{1/16}$ .  
Высокая печать. Усл.-печ. л. 7,74. Уч.-изд. л. 10,0. Усл. кр.-отт. 387 тыс. Бум. л. 3,0  
Тираж 43 000 экз. Заказ 380. Цена 65 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука»  
103717, ГСП, Москва, К-62, Подсосенский пер., 21

2-я типография издательства «Наука», 121099, Москва, Шубинский пер., д. 6

Орган Секции  
физико-технических  
и математических наук,  
Секции наук о Земле  
Президиума  
Академии наук СССР  
и Всесоюзного астрономо-  
геодезического общества

# Земля и Вселенная

• ИЮЛЬ • АВГУСТ • 4/87

## Редакционная коллегия:

Главный редактор  
доктор физико-математических наук  
**Д. Я. МАРТЫНОВ**

Зам. главного редактора  
член-корреспондент АН СССР  
**Ю. Д. БУЛАНЖЕ**

Зам. главного редактора  
кандидат педагогических наук  
**Е. П. ЛЕВИТАН**

Академик  
**Г. А. АВСЮК**  
Доктор географических наук  
**А. А. АКСЕНОВ**

Кандидат физико-математических наук  
**В. А. БРОНШТЭН**

Доктор юридических наук  
**В. С. ВЕРЕЩЕТИН**

Кандидат технических наук  
**Ю. Н. ГЛАЗКОВ**

Доктор технических наук  
**А. А. ИЗОТОВ**

Доктор физико-математических наук  
**И. А. КЛИМИШИН**

Доктор физико-математических наук  
**Б. Ю. ЛЕВИН**  
Кандидат физико-математических наук  
**Г. А. ЛЕЙКИН**

Доктор физико-математических наук  
**Л. И. МАТВЕЕНКО**

Доктор физико-математических наук  
**А. В. НИКОЛАЕВ**

Доктор физико-математических наук  
**И. Д. НОВИКОВ**

Доктор физико-математических наук  
**Г. Н. ПЕТРОВА**

Доктор физико-математических наук  
**М. А. ПЕТРОСЯНЦ**

Доктор физико-математических наук  
**В. В. РАДЗИЕВСКИЙ**

Доктор физико-математических наук  
**Ю. А. РЯБОВ**

Кандидат технических наук  
**Г. М. ТАМКОВИЧ**

Доктор физико-математических наук  
**Г. М. ТОВМАСЯН**

Доктор технических наук  
**К. П. ФЕОКТИСТОВ**

---

Художественный редактор **Е. А. Проценко**

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

---

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

---

**Первую** (к ст. А. В. Захарова) и **четвертую** страни-  
цы обложки оформил **А. В. Хорьков**

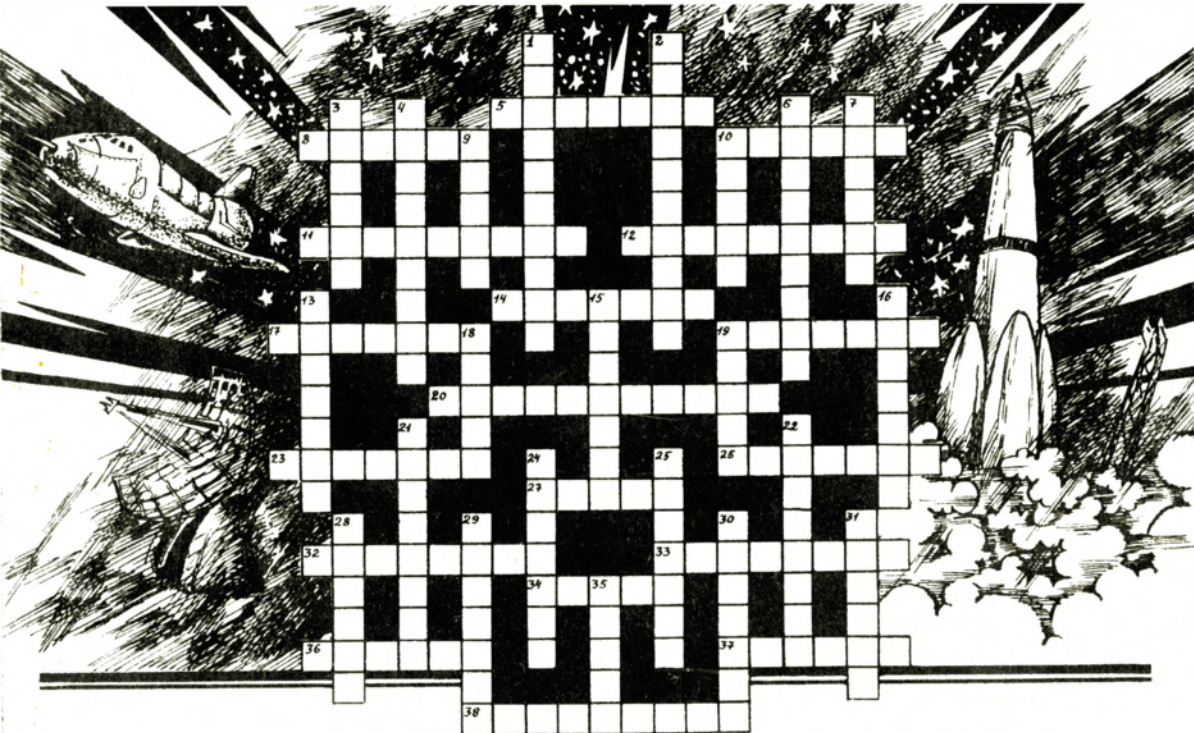
---

Телефоны: 227-02-45, 227-07-45

---

Номер оформили: **А. Г. Калашникова, А. В. Хорь-  
ков, Е. К. Тенчурина**

---



**ПО ВЕРТИКАЛИ:** 1. Путь движения тела или точки. 2. Компонент ракетного топлива. 3. Единица расстояния в астрономии. 4. Астронавт США. 6. Командир корабля «Союз-15». 7. Планета. 9. Созвездие южного полушария неба. 10. Химический элемент. 13. Яркая звезда в созвездии Орла. 15. Советский ученый и конструктор, академик, дважды Герой Социалистического Труда. 16. Бортинженер на корабле «Союз-21». 18. Созвездие северного полушария неба. 19. Яркая звезда в созвездии Большой Медведицы. 21. Снаряжение космонавта. 22. Серия советских автоматических транспортных космических аппаратов. 24. Спутник Урана. 25. Яркая звезда в созвездии Скорпиона. 28. Металл. 29. Спутник планеты-гиганта. 30. Числовая информация, необходимая для проведения маневров космического аппарата. 31. Космонавт СССР. 35. Яркая звезда в созвездии Лебедя.

**ПО ГОРИЗОНТАЛИ:** 5. Советский космонавт. 8. Инженер-испытатель на корабле «Союз-11». 10. Яркая звезда в созвездии Андромеды. 11. Космонавт, совершивший полет на корабле «Союз-3». 12. Одна из оболочек планет. 14. Созвездие южного полушария неба. 17. Величина, характеризующая отражательную способность поверхности. 19. Серия американских космических кораблей. 20. Русский советский ученый и изобретатель. 23. Советский ученый, академик, основоположник космической биологии. 26 и 27. Астронавты США. 32. Раздел механики. 33. Аппарат для очистки воздуха кабины космического корабля. 34. Точка небесной сферы, противоположная зениту. 36. Участник первой высадки на Луну. 37. Серия советских одноместных космических кораблей. 38. Первый индийский искусственный спутник Земли.

Земля и Вселенная, 4, 1987  
Индекс 70336, цена 65 коп



# Земля и Вселенная

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
ЦЕНА 65 КОП.  
ИНДЕКС 70336

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●  
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО  
ПРОСТРАНСТВА ●

# 4/87