

# ЗЕМЛЯ И

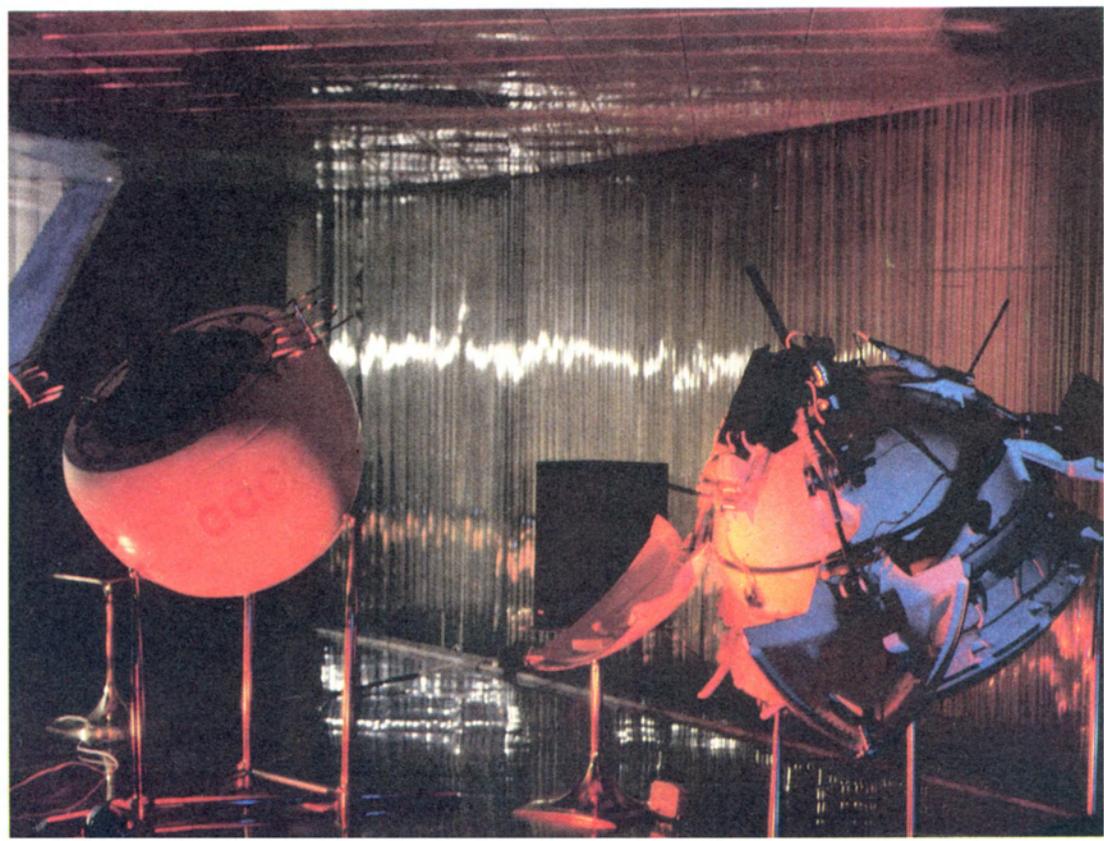
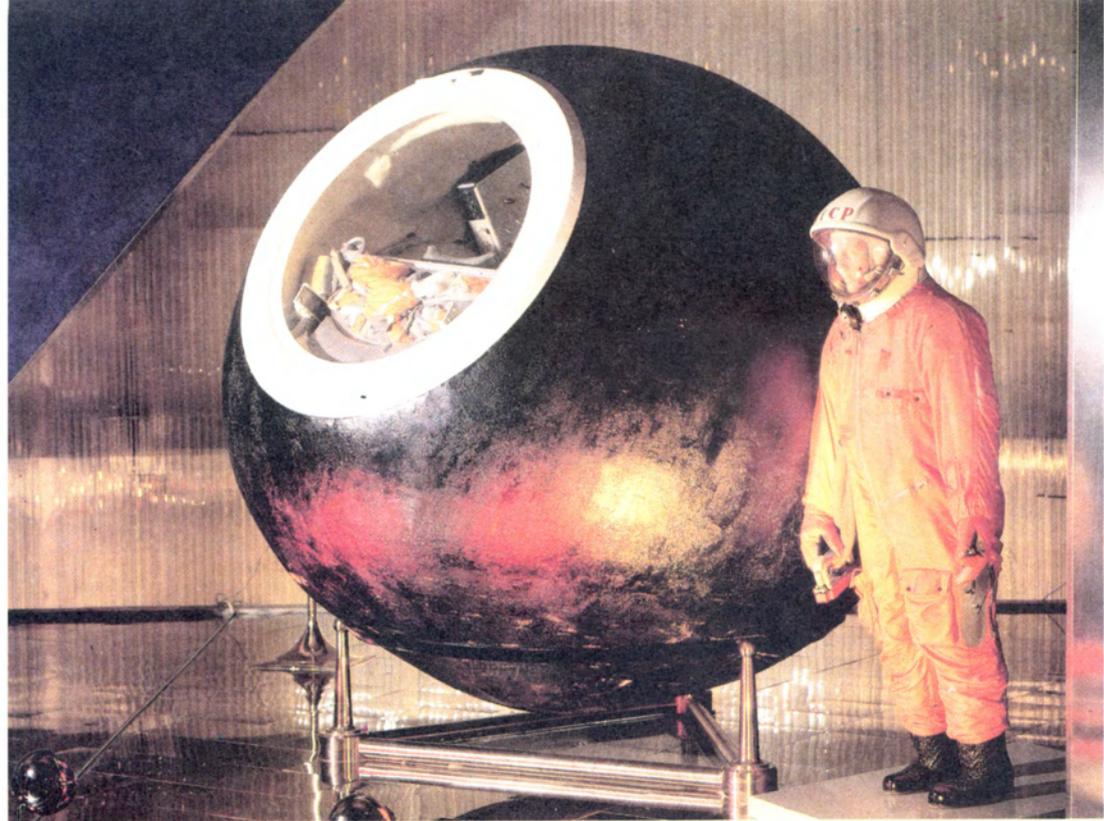
НОЯБРЬ-ДЕКАБРЬ 6/92

ISSN 0044-3948

КОСМОНАВТИКА  
АСТРОНОМИЯ  
ГЕОФИЗИКА

# ВСЕЛЕННАЯ





Научно-популярный журнал  
Российской Академии наук и  
Астрономо-геодезического  
общества  
Издается с января 1965 года  
Выходит 6 раз в год  
Издательство «Наука», Москва



## Редакционная коллегия:

Главный редактор  
Член-корреспондент РАН  
В. К. АБАЛАКИН  
Зам. главного редактора  
Академик  
В. М. КОТЛЯКОВ  
Зам. главного редактора  
Доктор педагогических наук  
Е. П. ЛЕВИТАН  
Доктор географических наук  
А. А. АКСЕНОВ  
Академик  
В. А. АМБАРЦУМЯН  
Академик  
А. А. БОЯРЧУК  
Член-корреспондент РАН  
Ю. Д. БУЛАНЖЕ  
Доктор психологических наук  
Ю. Н. ГЛАЗКОВ  
Доктор физико-математических наук  
А. А. ГУРШТЕЙН  
Доктор физико-математических наук  
И. А. КЛИМИШИН  
Доктор физико-математических наук  
Л. И. МАТВЕЕНКО  
Доктор физико-математических наук  
И. Н. МИНИН  
Член-корреспондент РАН  
А. В. НИКОЛАЕВ  
Доктор физико-математических наук  
И. Д. НОВИКОВ  
Кандидат педагогических наук  
А. Б. ПАЛЕЙ  
Доктор физико-математических наук  
Г. Н. ПЕТРОВА  
Доктор геолого-минералогических наук  
Г. И. РЕЙСНЕР  
Доктор химических наук  
Ф. Я. РОВИНСКИЙ  
Доктор физико-математических наук  
Ю. А. РЯБОВ  
Академик  
В. В. СОБОЛЕВ  
Н. Н. СПАССКИЙ  
Кандидат физико-математических наук  
В. Г. СУРДИН  
Доктор физико-математических наук  
Ю. А. СУРКОВ  
Доктор технических наук  
Г. М. ТАМКОВИЧ  
Доктор физико-математических наук  
Г. М. ТОВМАСЯН  
Академик АН Молдовы  
А. Д. УРСУЛ  
Доктор физико-математических наук  
А. М. ЧЕРЕПАЩУК  
Доктор физико-математических наук  
В. В. ШЕВЧЕНКО  
Кандидат географических наук  
В. Р. ЯЩЕНКО  
(С) «Наука»  
«Земля и Вселенная», 1992 г.

## В номере:

- 3 БОГДАНОВ М. Б., ТРУНКОВСКИЙ Е. М., ЧЕРЕПАЩУК А. М. Система «Земля — Луна» как телескоп сверхвысокого разрешения  
12 ВАЙСБЕРГ О. Л. Магнитосфера Земли и проект «Интербол»

## ЯДЕРНЫЕ ВЗРЫВЫ — ГРАВИТАЦИЯ — ПЛАНЕТОТрясения

- 17 НИКОЛАЕВ А. В. Землетрясения по команде ядерного взрыва  
23 ГАЛКИН И. Н. Лунотрясения по гравитационной указке  
28 ШЕВЧЕНКО В. В. «Галилео»: новые результаты

## ЗАРУБЕЖНАЯ КОСМОНАВИКА

- 38 СИЛКИН Б. И. «Джотто»: встреча еще с одной кометой

## ЗА СОХРАНЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКИ

- 43 АЛЛАВЕРДОВ В. В., ГУСЕВ Ю. Г., ИВАНОВ В. Л., КОПТЕВ Ю. Н., ЛУКЬЯЩЕНКО В. И., СЕНКЕВИЧ В. П., УТКИН В. Ф. Какой быть концепции космической деятельности в России  
49 БОЧКАРЕВ Н. Г. Как спасти астрономию в России

## ЛЮДИ НАУКИ

- 54 МАРКИН В. А. Петр Алексеевич Кропоткин (к 150-летию со дня рождения)

## ОБСЕРВАТОРИИ, ИНСТИТУТЫ

- 60 БАНИН В. Г. Байкальская астрофизическая обсерватория

## АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 67 ЛЕВИТАН Е. П. Вселенная школьника

## ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 74 ОСТАПЕНКО А. Ю. Звездный ларец: декабрь — январь

## ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

- 80 ПАВЛИЧЕНКОВА А. В. Дом Космоса

## ПРОТИВ АНТИНАУЧНЫХ СЕНСАЦИЙ

- 82 ЖАН-КЛОД РИБ, ГИ МОНЕ. НЛО глазами французских астрономов

## 90 ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ

Новости науки и другая информация: Почвенный слой под угрозой [11]; Новые книги издательства «Наука» [27, 72, 89]; Ультрафиолетовое излучение в Антарктике удвоилось [35]; Парламент к землетрясению готов! [35]; На орбите — комплекс «Мир» [36]; Программа «Спейс Шаттл»: очередные полеты [37]; Международная Академия информатизации: первые шаги [53]; Ракеты невиновны! [66]; Новый железный метеорит [73]; Новый завод для полировки больших зеркал [77]; Солнце в июне — июле 1992 г. [78]; Из книг о Гагарине [81]; Книги 1993 года [90]; Статьи и заметки о Солнце, опубликованные в журнале «Земля и Вселенная» с 1979 по 1992 годы [91]; Указатель статей, опубликованных в «Земле и Вселенной» в 1992 году [93]

Заведующая редакцией  
Г. В. МАТРОСОВА  
Зав. отделом астрономии  
Э. А. СТРЕЛЬЦОВА  
Зав. отделом наук о Земле  
Э. К. СОЛОМАТИНА  
Зав. отделом космонавтики  
А. Ю. ОСТАПЕНКО  
Художественный редактор  
М. С. ВЬЮШИНА  
Литературный редактор  
Е. А. НИКИТИНА  
Младший редактор  
И. В. ЗОТОВА

Корректоры:

В. А. Ермолаева  
Л. М. Федорова  
Обложку журнала оформила  
М. С. Вьюшина  
Номер оформили:  
Ю. А. Тюришев  
Н. Г. Бойко  
М. И. Россинская

Адрес редакции:  
117810, ГСП-1, Москва,  
Маро́новский пер., д. 26  
ж-л «Земля и Вселенная»  
Телефоны: 238-42-32  
238-29-66

На 1-й стр. обложки: Композиция «Космонавт» на фоне сферы «Знаки Зодиака». Мемориальный музей космонавтики г. Москва. К заметке А. В. Павличенковой

На 2-й стр. обложки: Вверху: спускаемый аппарат «Восток» и тренировочный скафандр Ю. Гагарина. Внизу: спускаемые аппараты станции «Венера-4» и «Марс-3». Мемориальный музей космонавтики г. Москва. К заметке А. В. Павличенковой

На 3-й стр. обложки: Фотографии серебристых облаков. Получены московским любителем астрономии Д. С. Дорофеевым. Вверху: Серебристые облака над Москвой 29 мая 1992 г. в  $0^{\text{h}}10^{\text{m}}$ . Внизу: серебристые облака под Звенигородом 11 июля 1992 г. в  $2^{\text{h}}25^{\text{m}}$ .

Снимки сделаны на пленке «ORWOCHROM UT-18» фотоаппаратом «Зенит-11», выдержка — 1 мин

На 4-й стр. обложки: Башня для оптических испытаний астрономических зеркал в Сен-Пьер дю Перре, близ Парижа [см. «Новый завод для полировки больших зеркал» на стр. 77]

Zemlya i Vselennaya (Earth and Universe); Moscow, Maronovsky per, 26, f. 1965, 6 a year; publ. by the Nauka (Science) Publishing House; Joint edition of the Russian Academy of Sciences and the Society of Astronomy and Geodesy; popular; current hypotheses of the origin and development of the earth and universe; astronomy, geophysics and space research; Chief Editor V. K. Abalakin, Deputies Editors V. M. Kotlyakov, E. P. Levitan.

## It this issue:

- 3 BOGDANOV M. B., TRUNKOVSKIJ E. M., CHEREPASCHUK A. M. The Earth-Moon system as a telescope of the ultrahigh resolution  
12 VAISBERG O. L. The Earth magnetosphere and the "Interball" project

## NUCLEAR EXPLOSIONS — GRAVITATION — PLANETARY QUAKEs

- 17 NIKOLAJEV A. V. Earthquakes after the command of a nuclear explosion  
23 GALKIN I. N. Moonquakes after the gravitational direction  
28 SHEVCHENKO V. V. "Galileo" — new results

## FOREIGN COSMONAUTICS

- 38 SULKIN B. I. "Giotto": a rendez-vous with another comet

## FOR THE SAVING AND DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN SCIENCE

- 43 ALAVERDOV V. V., GUSEV Yu. G., IVANOV V. L., KOPTEV Yu. N., LUKYASHCHENKO V. I., SENKEVICH V. P., UTKIN V. F. What will be the conception of the space activity of Russia  
49 BOCHKAREV N. G. How to save the astronomy in Russia

## THE PEOPLE OF SCIENCE

- 54 MARKIN V. A. Pyotr Alexeevich Kropotkin (to the 150-th anniversary of his birthday)

## OBSERVATORIES, INSTITUTES

- 60 BANIN V. G. Bajkal astrophysical observatory

## ASTRONOMICAL TEACHING

- 67 LEVITAN E. P. The scholar's University

## AMATEUR ASTRONOMY

- 74 OSTAPENKO A. Yu. The star casset: December-January

## ALONG THE EXPOSITIONS AND MUSEUMS

- 80 PAVLICHENKOVA A. V. The Cosmos House

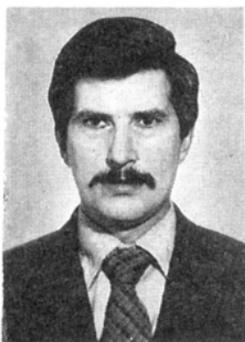
## AGAINST THE PSEUDOSCIENTIAL SENSATIONS

- 82 Ribes J. C., Monet D. G. UFO: The French astronomers' view

## 90 ANSWERS ON THE READERS' QUESTIONS

# Система «Земля — Луна» как телескоп сверхвысокого разрешения

М. Б. БОГДАНОВ,  
кандидат физико-математических наук  
Саратовский университет  
Е. М. ТРУНКОВСКИЙ,  
кандидат физико-математических наук, ГАИШ МГУ  
А. М. ЧЕРЕПАЩУК,  
профессор,  
доктор физико-математических наук, ГАИШ МГУ

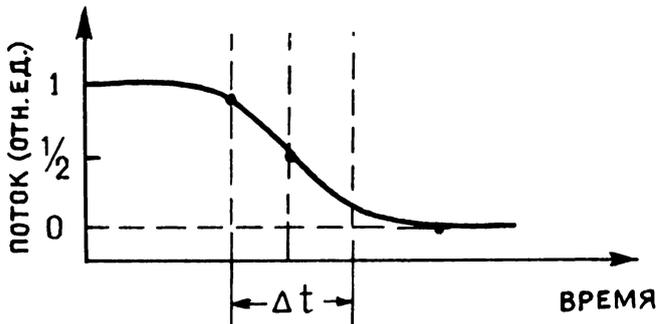


### КАК ЛУНА МОЖЕТ ПОМОЧЬ АСТРОНОМАМ

При наблюдениях небесных тел астрономы всегда стремятся достичь как можно более высокого углового разрешения, и чтобы добиться этого, они идут на самые хитроумные, подчас весьма дорогостоящие, ухищрения. Создаются интерферометры различных типов, применяются методы спекл-интерферометрии (Земля и Вселенная, 1980, № 2, с. 32; 1987, № 5, с. 43.— Ред.). Использо-

Угловые диаметры даже сравнительно близких звезд, как правило, не превышают нескольких тысячных долей секунды дуги. Можно ли измерять эти величины или нам остается только определять их путем вычислений на основе косвенных соображений? Оказывается, сама природа подарила нам уникальную возможность проводить прямые измерения угловых размеров звезд довольно простым способом — путем фотоэлектрических наблюдений покрытий звезд Луной.

зуется адаптивная оптика (Земля и Вселенная, 1990, № 6, с. 20.— Ред.). Получение высокого углового разрешения — одна из целей, ради которой осуществлен запуск на орбиту вокруг Земли космического телескопа им. Э. Хаббла (Земля и Вселенная, 1987, № 4, с. 42.— Ред.). Перечисленные методы могут повысить угловое разрешение наземных оптических телескопов, которое определяется в основном нестабильностью земной атмосферы, вплоть до  $(10^{-3})$ .



Определение размеров звезд по Мак-Магону в рамках законов геометрической оптики. Угловой размер источника равен произведению угловой скорости движения экрана на время, за которое поток излучения уменьшается от первоначального значения до нуля. В момент геометрического покрытия центра источника поток от него должен уменьшиться вдвое по сравнению с первоначальным значением

$\div 10^{-4}$ ) секунды дуги.

Но все они весьма сложны в реализации и дорогостоящи. Однако, оказываясь, что высокое угловое разрешение можно получить несложным и дешевым способом — **наблюдая покрытия звезд Луной**. Суть метода весьма проста: Луна при своем орбитальном движении затмевает звезды. Угловые диаметры сравнительно близких звезд порядка нескольких тысячных долей секунды (миллисекунд) дуги. Только у некоторых самых близких звезд-гигантов и сверхгигантов угловые размеры достигают сотых долей секунды. Ясно, что процесс затмения диска звезды Луной будет иметь хотя и очень малую, но вполне измеримую продолжительность (сотые доли секунды времени). Следовательно, проводя фотоэлектрические наблюде-

ния с достаточно высоким временным разрешением, можно получить **кривую затмения** звезды Луной, из которой затем определить угловой диаметр звезды. Важно, что и Луна, и затмеваемая ею звезда находятся за пределами неспокойной земной атмосферы, поэтому атмосферные искажения не могут существенно повлиять на вид кривой.

#### ОТ АРИСТОТЕЛЯ ДО НАШИХ ДНЕЙ

Еще в 375 г. до н. э. Аристотель, сообщая о наблюдениях покрытия Луной Марса, сделал вывод, что эта планета расположена значительно дальше от Земли, чем Луна. В знаменитом «Альмагесте» Клавдия Птолемея приводится описание семи покрытий разных звезд, произошедших между 294 г. до н. э. и 98 г. н. э. (Земля и Вселенная, 1987, № 2, с. 27.— Ред.). Сообщения об аналогичных наблюдениях содержатся также в древних китайских и японских летописях. Как и в случае солнечных и лунных затмений, моменты покрытий звезд Луной могут быть вычислены довольно точно, что позволяет использовать их для установления исторических дат и хронологии описываемых событий.

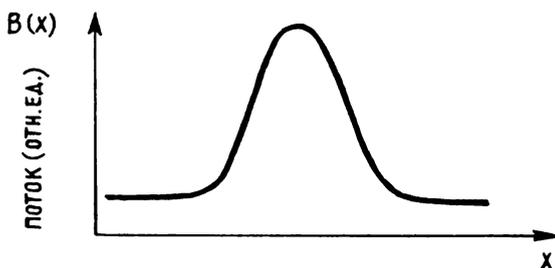
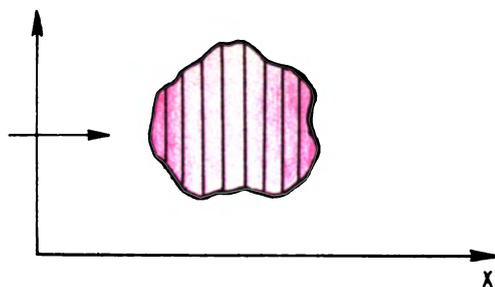
Промежуток времени между моментами покрытия какой-либо звезды, зарегистрированный из разных пунктов на Земле, зависит от разницы географических координат наблюдателей. Это дает возможность решать задачи навигации, в частности, определять долготу места. Создатели такого метода — Л. Эйлер и астроном Т. Майер в 1765 г. удостоились даже специальной премии Британского адмиралтейства. Через сто лет, в 1865 г., не найдя никаких следов явлений рефракции при покрытиях звезд Луной, Джон Гершель, Джордж Эйри и Вильям Хаггинс независимо друг от друга пришли к выводу о практически полном отсутствии у Луны атмосферы. Во время многочисленных визуальных наблюдений покрытий в основном измерялись моменты этих событий, что позволяло уточнять теорию движения Луны и ее фигуру.

Идею использовать наблюдения покрытий Луной для измерения угловых диаметров звезд впервые предложил британский офицер П. Мак-Магон в 1909 г. Эта идея вполне очевидна: используя законы геометрической оптики, по наблюдениям процесса покрытия источника света непрозрачным экраном с прямолинейным краем, можно определить угловые размеры источника. Форма кривой изменения потока будет зависеть от распределения яркости по источнику. Правда, имея результаты одного наблюдения, восстановить двумерное распределение яркости невозможно. В этом случае можно получить лишь то, что математик называет преобразованием Радона, а астроном — **стрип-распределением яркости**. Видимый диаметр Луны в сотни тысяч раз превышает угловые диаметры звезд, и край ее диска (лимб) вполне можно уподо-

бить экрану с прямолинейным краем. Угловая скорость движения центра лунного диска близка к  $0,5''$  за секунду времени и равна скорости лимба при «лобовом» покрытии. Если направление вектора скорости видимого движения центра Луны не совпадает с направлением на звезду, то эффективная скорость лимба относительно звезды уменьшается. Вообще же при любых значениях скорости лимба и типичном угловом размере звезды длительность покрытия оказывается хотя и малой, но вполне доступной измерению.

Однако идея Мак-Магона содержала большую ошибку: в данном случае нельзя применять законы геометрической оптики. Это сразу же заметил выдающийся английский астрофизик А. Эддингтон. Он обратил внимание, что при покрытии звезды Лунной возникают явления **дифракции света на краю лунного диска**. Действительно, при приближении края экрана к линии «наблюдатель — источник» возникнут колебания светового потока, соответствующие светлым и темным дифракционным полосам. Когда луч от источника падает точно на край экрана (момент геометрического покрытия), поток от него уменьшается до  $1/4$  первоначального значения (а не до  $1/2$ , как это должно быть по законам геометрической оптики).

По оценкам Эддингтона, время изменения потока от максимума до нуля для точечного источника будет в среднем таким же, каким оно было бы для звезды с угловым диаметром  $0,008''$  в случае действия законов геометрической оптики. Следовательно, измерения угловых диаметров на основе идеи Мак-Магона оказываются невозможными. Естественно, интерес астрономов к наблюдениям покрытий звезд Лунной сразу же угас.



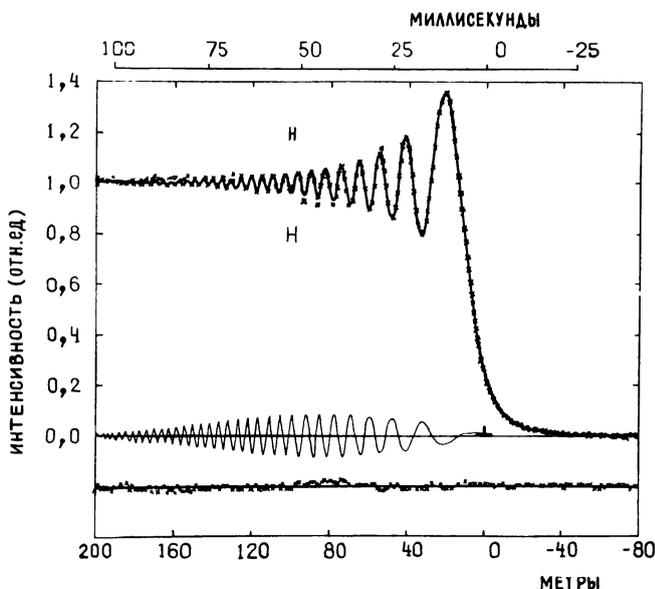
### СТРИП - РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

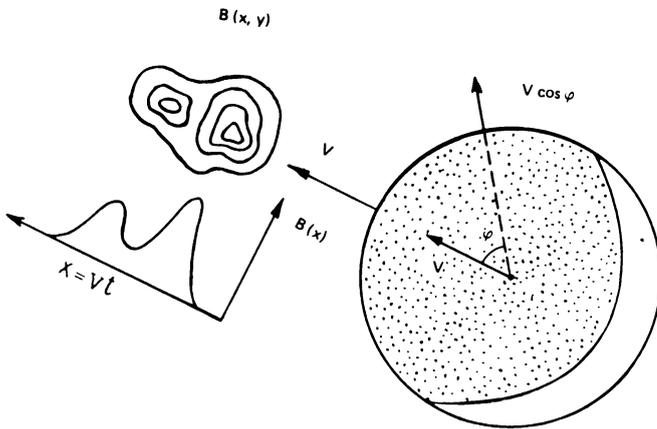
Получение стрип-распределения яркости при последовательном измерении потока от сегментов, вырезаемых из изображения

источника бесконечно узкой щелью, ориентированной параллельно краю экрана

Кривая покрытия звезды  $61 \delta^1$  Тельца, полученная Е. М. Трунковским по результатам наблюдений на 48-сантиметровом рефлекторе Высокогорной Тянь-Шаньской экспедиции Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга. Точки — зарегистрированные отсчеты, соответствующие вре-

мени накопления сигнала  $0,002$  с, сплошная линия — оптимальная теоретическая кривая покрытия. Угловой диаметр звезды, определенный методом подбора модели, равен  $d = 0,0028'' \pm 0,0007''$ . Линейный диаметр звезды в 14 раз превышает диаметр Солнца, а эффективная температура составляет  $4700$  К





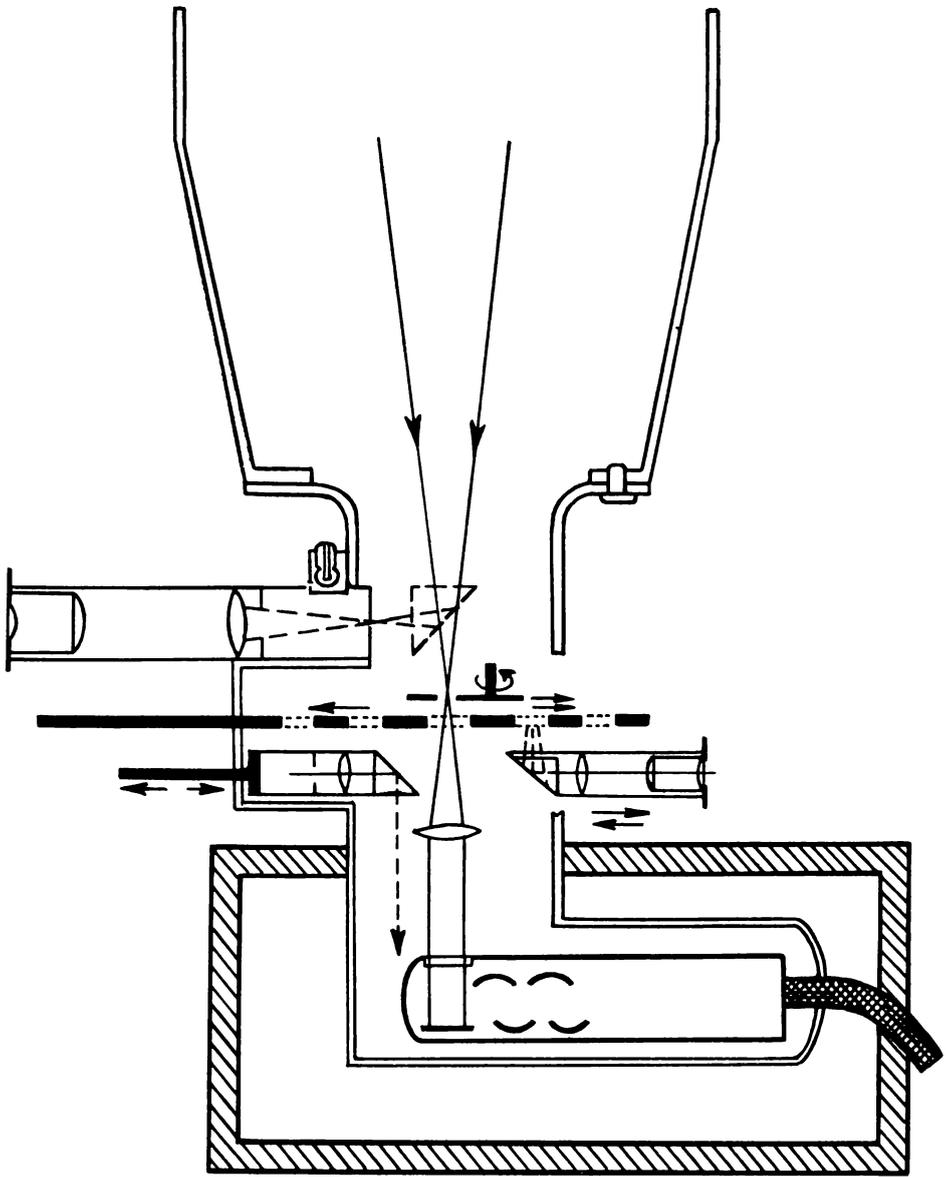
Покрывание источника излучения Луной, центр диска которой движется с угловой скоростью  $v$ . Показаны изофоты двумерного распределения яркости по источнику и одномерное стрип-распределение яркости

Прошло почти четверть века, прежде чем французский астроном А. Арнулф обратил внимание на то, что дифракционная картина для точечного источника отличается от аналогичной для звезды с конечным угловым размером. 6 апреля 1933 г. он наблюдал покрытие яркой звезды Регул ( $\alpha$  Льва) на 1-метровом телескопе Медонской обсерватории, используя для регистрации кривой изменения потока вращающуюся фотопластинку. Полученная дифракционная кривая содержала только два явно заметных максимума, и А. Арнулф заключил, что угловой диаметр Регула лежит в интервале от  $0,0015''$  до  $0,0020''$ . Удивительно, но эта грубая оценка была подтверждена много лет спустя наблюдениями с более совершенной техникой.

Создание новых приемников излучения — **вакуумных фотоэлементов**, а впоследствии **фотоумножителей**, вновь привлекло внимание к наблюдениям покрытий звезд Луной, и в 1938 г. американцу А. Уитфорду на 2,5-метровом телескопе обсерватории Маунт Вилсон удалось зарегистрировать хорошие дифракционные кривые, но определить по ним угловые размеры наблюдавшихся звезд не удалось. Дальнейшее развитие таких исследований проходило сравнительно медленно. Лишь в начале 50-х годов в Южной Африке была успешно проведена серия наблюдений покрытий Луной сверхгиганта Антареса ( $\alpha$  Скорпиона), обработка которых дала среднюю величину углового диаметра звезды  $0,040''$ . С развитием фотоэлектрической и вычислительной техники метод наблюдений покрытий Луной получил широкое распространение во всем мире, и сейчас этим методом надежно определены угловые диаметры более 130 звезд различных спектральных классов. Кроме того, этим же способом у большого количества очень тесных двойных звезд измерены угловые расстояния между их компонентами.

Зная угловой диаметр звезды и расстояние до нее (например, по годичному параллаксу), можно определить **линейный диаметр** звезды, а при известном потоке излучения — и ее **эффективную температуру**, т. е. важнейшие физические характеристики звезды. Измерения угловых расстояний в тесных двойных системах также позволяют получать очень ценную информацию о них, в том числе информацию о **массах** звезд. Поэтому наблюдения покрытий звезд Луной стали одним из мощных средств астрофизических исследований.

Развитие радиоастрономии в свою очередь потребовало разработки аналогичных методов повышения разрешающей способности. Угловое разрешение радиотелескопов, так же как и оптических, ограничивается дифракцией, а поскольку длины волн радиодиапазона в миллионы раз превышают длины волн видимого света, способность радиотелескопа разрешать тонкую угловую структуру источников излучения во столько же раз уступает разрешающей способности оптического телескопа равного диаметра. В 1950 г. советские физики Г. Г. Гетманцев и В. Л. Гинзбург предложили использовать наблюдения покрытий Луной для исследования структуры радиоисточников, а в 1962 г. австралийский радиоастроном П. Шоер разработал метод восстановления стрип-распределения яркости по радиоисточнику из анализа кривой покрытия. Несмотря на создание радиоинтерферометров со сверхдлинными базами (размеры которых сравнимы с размерами Земли) и систем апертурного синтеза, наблюдения покрытий Луной и сегодня продолжают использоваться в радиоастрономии благодаря их простоте и относительно высокой точности результатов.



## ТЕХНИКА НАБЛЮДЕНИЙ

Регулярные измерения угловых размеров звезд стали возможными лишь после внедрения ЭВМ в практику астрономических наблюдений. Первая такая программа была принята в начале 70-х годов по инициативе Дэвида Эванса на американской обсерватории Мак-До-

налд. В конце 70-х г. системы высокоскоростной фотометрии, работающие на основе прямого ввода фотоэлектрических данных в память ЭВМ, были созданы в Специальной астрофизической обсерватории АН СССР, в Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга (ГАИШ) МГУ, а затем в некоторых других обсерваториях нашей

Схема звездного электрофотометра. Свет от звезды проходит через светофильтр, выделяющий определенную область спектра, затем через диафрагму фотометра и попадает на фотокатод фотоумножителя. Квант света, взаимодействуя с фотокатодом, порождает в нем электронную лавину и соответствующий ей импульс тока. Импульсы усиливаются и попадают на электронный счетчик, подсчитывающий их число за 1 мс

страны. В этих системах собираемый телескопом свет от звезды и небольшого участка неба вокруг нее проходит через светофильтр, выделяющий нужную область спектра, и попадает на фотокатод фотоэлектронного умножителя (ФЭУ). Взаимодействие кванта света с фотокатодом ФЭУ порождает в нем электронную лавину и соответствующий ей импульс тока. Импульсы усиливаются и подаются на специальный электронный счетчик, подсчитывающий их число за определенный интервал времени (при регистрации кривой покрытия этот интервал обычно принимается равным 1 мс).

Наблюдения «открытий», т. е. появлений звезд из-за лунного лимба, дают такую же ценную информацию о звездах, как и наблюдения покрытий, но представляют собой технически более сложную задачу, поскольку непосредственное наведение телескопа на звезду перед ее «открытием» невозможно. Для успешной регистрации кривых «открытий» нужна специальная система наведения.

При наблюдениях покрытий звезд Луной особенно проявляются преимущества высокогорных обсерваторий. Низкое содержание аэрозоля в атмосфере и ее малая плотность обуславливают более низкий уровень фона неба вблизи лунного лимба, а также меньшее общее поглощение света звезд.

## МЕТОДЫ АНАЛИЗА НАБЛЮДЕНИЙ

При покрытии источника влияние его конечных угловых размеров проявляется в сглаживании максимумов и минимумов кривой покрытия и, соответственно, в ослаблении контраста дифракционных полос. Наблюдае-

мая кривая покрытия звезды содержит в себе информацию об одномерном стрип-распределении яркости по источнику и о его угловом размере. Получить эту информацию можно, решая определенное интегральное уравнение. Задача такого типа называется **обратной**, поскольку в ней по данному о поведении измеряемой величины требуется определить характеристики исследуемого объекта, недоступные непосредственному изучению.

Решать обратную задачу значительно труднее, чем прямую. В большинстве случаев обратные задачи некорректно поставлены: малым изменениям исходных данных могут соответствовать сколь угодно большие изменения решения. Общая теория решения некорректных задач была разработана отечественными математиками во главе с академиком А. Н. Тихоновым.

Как правило, на практике приходится иметь дело с кривыми покрытий, зарегистрированными с невысокой относительной точностью, к тому же нередко искаженными случайными факторами. Так что в большинстве случаев трудно рассчитывать на получение точного решения, позволяющего уверенно судить о распределении яркости по диску звезды. Наиболее целесообразным здесь оказывается применение общепринятого **метода подбора модели**. В его основе лежит предположение, что закон распределения яркости по звездному диску априори известен и соответствующая функция может быть полностью задана одним или несколькими параметрами.

Тогда можно построить дифракционную модель кривой покрытия, которая также описывается несколькими параметрами. Рассчитывая теоретические кривые покрытия для различных значений па-

раметров, мы можем выбрать из них оптимальную — ту, которая лучше всего совпадает с наблюдаемой. При такой обработке кривой покрытия получается очень ценный побочный результат: момент покрытия центра звездного диска определяется с точностью порядка 1 мс, что важно для решения задач небесной механики, астрометрии и геодезии.

При построении модели покрытия двойной звезды можно рассматривать ее в первом приближении как два точечных источника (эта модель описывается шестью параметрами). В такой модели при анализе кривой покрытия можно определить составляющую углового расстояния между компонентами вдоль нормали к лунному краю, а иногда и значения углового диаметра одной или обеих компонент.

Основной недостаток метода подбора модели — возможная неадекватность задаваемой модели. Например, распределения яркости по дискам звезд, особенно гигантов и сверхгигантов с протяженными атмосферами, могут иметь весьма сложный характер и их трудно описать простой параметрической моделью. Часто приходится иметь дело с источниками сложной угловой структуры (двойные или кратные звездные системы, в которых возможно присутствие газопылевых оболочек, дисков, струй и т. п.; галактические и внегалактические радиоисточники; другие протяженные объекты). В подобных случаях необходимо из кривой покрытия восстановить распределение яркости. Это можно осуществить **методом регуляризации**, предложенным А. Н. Тихоновым для решения некорректных задач. Основная проблема здесь заключается в том, достаточно ли высока точность

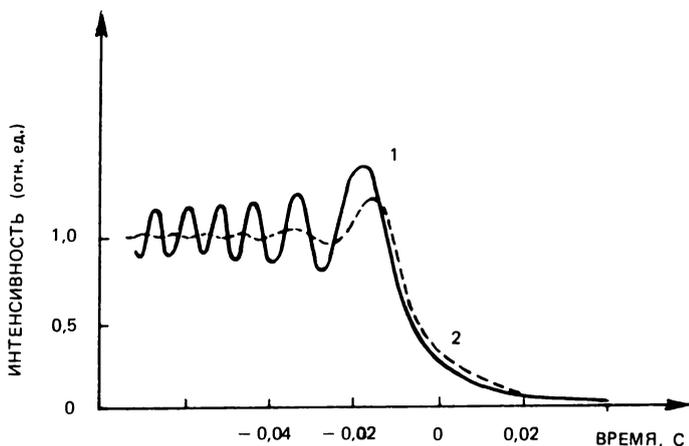
измерения кривой покрытия и насколько эта кривая свободна от случайных искажений.

Для восстановления двумерного распределения яркости по источнику необходимо иметь данные наблюдений покрытий объекта, полученные либо одновременно из нескольких разных пунктов на Земле, либо в разные моменты времени из одного пункта. И в том, и в другом случае зарегистрированные кривые будут соответствовать разным направлениям, по которым происходили покрытия источника лунным лимбом. Располагая совокупностью стрип-распределений, полученных при анализе набора данных, можно восстановить и двумерное распределение яркости. Недавно на основе такого подхода группа сотрудников Нижегородского радиофизического института под руководством профессора К. С. Станкевича восстановила структуру Крабовидной туманности в радиодиапазоне по наблюдениям покрытий ее Луной.

### ИСКАЖАЮЩИЕ ФАКТОРЫ

В реальной ситуации обнаружить отличия наблюдаемой кривой от теоретической дифракционной кривой точечного источника не всегда легко из-за влияния некоторых систематических и случайных искажающих факторов. Можно указать три основных фактора систематического характера.

Во-первых, регистрируемое излучение не монохроматично. Это приводит к дополнительному сглаживанию дифракционной картины, близкому по характеру к сглаживанию за счет конечных угловых размеров источника. Поэтому желательно проводить наблюдения в узких полосах непрерывного спектра или даже в отдельных спектральных линиях, что, к сожалению, не



всегда осуществимо. На крупных телескопах такие наблюдения могут дать очень ценную информацию о структуре звезды и различных слоях ее атмосферы.

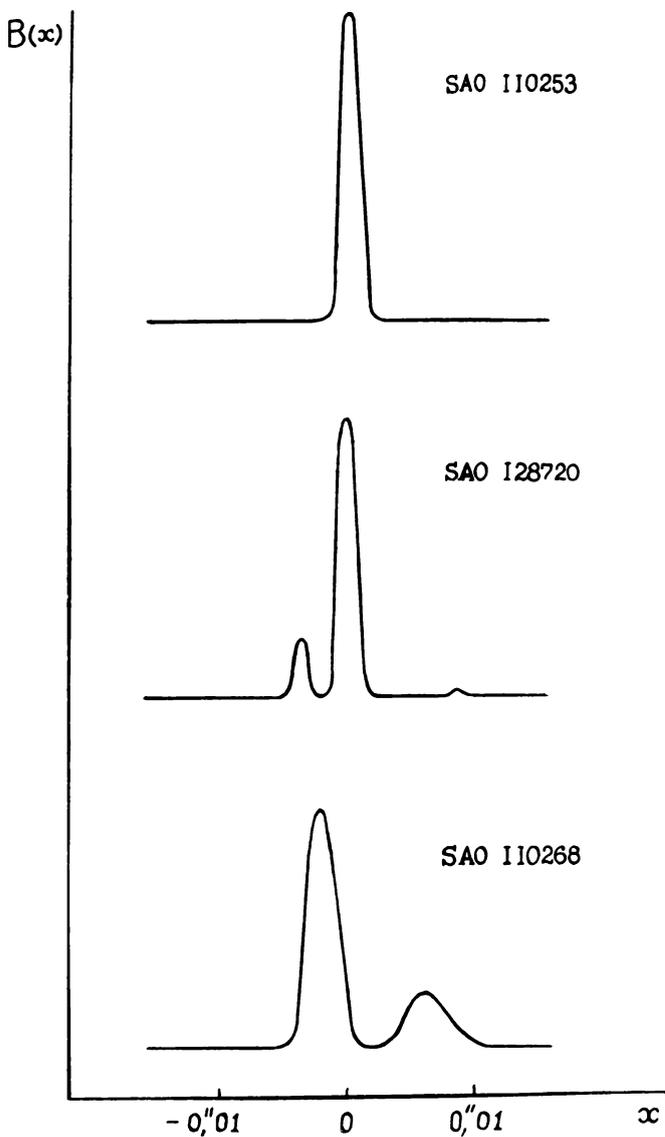
Второй искажающий фактор — это сглаживание кривой покрытия за счет отличных от нуля размеров апертуры телескопа. В частности, если для телескопа диаметром  $\sim 0,5$  м сглаживание за счет апертуры эквивалентно сглаживанию при покрытии звезды с угловым диаметром  $d \leq 0,0003''$ , то для 6-метрового телескопа оно уже соответствует величине углового диаметра  $\sim 0,003''$ .

Третий систематический фактор — влияние ограниченного временного разрешения регистрирующей аппаратуры, обусловленного прежде всего необходимостью использования конечного времени накопления  $\Delta t$  при измерениях потока. Из-за этого возникает небольшое дополнительное сглаживание дифракционной картины, которое также должно быть учтено при определении величины углового диаметра звезды.

Кривые изменения потока излучения при покрытии Луной: 1 — точечного монохроматического источника; 2 — звезды с равномерно ярким диском и угловым диаметром  $0,005''$

Эти систематические искажающие факторы могут быть полностью учтены при обработке наблюдений. Гораздо сложнее обстоит дело с искажающими факторами случайного характера, т. к. их влияние невозможно предсказать заранее. Это статистические флуктуации числа регистрируемых фотонов, а также мерцания звезд и неровности лунного края.

При регистрации кривых покрытий в оптическом диапазоне с временем накопления отсчетов порядка 1 мс точность измерений потока не может быть очень высокой из-за влияния статистического шума. Действительно, статистические флуктуации числа регистрируемых фотонов  $N$  подчиняются распределению Пуассона, для которого среднеквадратическое отклонение отсчета



Одномерные стрип-распределения яркости для одиночной и тесных двойных звезд, полученные по наблюдениям их покрытий Луной на 6-метровом телескопе САО РАН

от среднего значения равно  $\sqrt{N}$ , а относительная погрешность измерения потока за время накопления равна  $1/\sqrt{N}$ . Следовательно, чтобы измерять поток фотонов с погрешностью 1%, нужно накапливать за 1 мс не ме-

нее  $10^4$  импульсов, а для достижения более высокой точности поток должен быть еще больше. Ясно, что даже в случае сравнительно ярких звезд это возможно лишь при использовании крупных телескопов.

**Мерцания звезд**, как известно, вызываются флуктуациями показателя преломления воздушной среды и хорошо заметны при наблюдениях невооруженным глазом. Характерные времена

мерцаний лежат в широком диапазоне — от значений, меньших 0,01 с до секунд — и, следовательно, сравнимы с характерными временами изменений потока в дифракционной картине. Поэтому во многих случаях, особенно при наблюдениях с небольшими телескопами, мерцания — наиболее сильный искажающий фактор при регистрации процесса покрытия и основной источник ошибок при определении угловых размеров звезд. Но влияние мерцаний быстро уменьшается с увеличением апертуры телескопа, и для телескопов с диаметром, превышающим  $\sim 1$  м, становится уже мало заметным.

Очень существенным искажающим фактором случайного характера могут быть **неровности лунного края**. Действительно, если на данном участке лунного края имеются значительные отклонения от прямой линии, то при анализе наблюдений уже нельзя будет пользоваться моделью дифракции Френеля на прямолинейном крае. А чтобы построить более адекватную и, следовательно, более сложную модель, нужно точно знать рельеф лунной поверхности в месте покрытия. Исходя из соображений о непредсказуемом характере влияния неровностей лунного края, многие астрономы долгое время скептически относились к возможности надежного определения угловых размеров звезд из наблюдений покрытий их Луной. Д. Эванс, сыгравший решающую роль в преодолении этого предубеждения, отмечал, что оно объяснялось чисто психологическими причинами. Благодаря шотландскому инженеру и астроному Д. Нэсмиту, вылепившему из глины около ста лет назад модели участков лунной поверхности, сформировалось мнение о сильной из-

резанности лунного рельефа. Но уже первые панорамы лунной поверхности, переданные автоматическими межпланетными станциями, показали, что модели Д. Нэсмита не соответствуют действительности. В большинстве случаев горизонт для наблюдателя, находящегося на поверхности Луны — достаточно ровная линия. Поэтому отрезок лунного края, который участвует в формировании дифракционной картины, и имеет характерный размер порядка нескольких десятков метров (максимум — до 150—200 м), можно с достаточно высокой вероятностью считать прямолинейным, а его небольшой наклон к плоскости среднего горизонта может привести только к изменению скорости покрытия вдоль направления нормали к лунному краю. Опыт наблюдений показывает, что вероятность встретить неровности лимба, способные заметно исказить картину дифракции, не превышает 0,1 %.

Появление в нашей стране систем высокоскоростной

фотометрии позволило начать регулярные фотоэлектрические наблюдения покрытий звезд Луной с временным разрешением  $\sim 1$  мс для определения угловых размеров звезд.

В настоящее время наблюдения покрытий Луной проводятся на многих обсерваториях мира как в видимом, так и в других диапазонах спектра. В Индии создан специальный радиотелескоп, предназначенный только для наблюдений этих явлений. Покрытие Луной вспыхивающего источника вблизи центра нашей Галактики наблюдалось в рентгеновском диапазоне с борта советской орбитальной обсерватории «Астрон» (Земля и Вселенная, 1988, № 2, с. 67.— Ред.). Ведутся наблюдения покрытий звезд астероидами и спутниками планет. Реально достигнутое при наблюдениях покрытий Луной угловое разрешение составляет величину, несколько меньшую 0,001" (под таким углом наблюдался бы с Земли человек, стоящий на поверхности Луны в плоскости види-

мого лунного диска). Чтобы добиться такого углового разрешения в видимой области спектра, потребовался бы телескоп с диаметром зеркала более 100 м, вынесенный за пределы атмосферы. Создание подобного телескопа в обозримом будущем, по-видимому, практически невозможно. Можно сказать, что применение наблюдений покрытий Луной в оптическом диапазоне в некотором смысле эквивалентно использованию телескопа диаметром 100 м. Угловое разрешение, которое обеспечивает этот метод в видимом диапазоне, уступает сейчас только разрешающей способности, достигнутой в радиодиапазоне с помощью радиоинтерферометров со сверхдлинными базами. Поэтому дальнейшие систематические наблюдения покрытий звезд Луной представляются очень перспективными.

## Информация

### Почвенный слой под угрозой

Специалисты, занимающиеся около 20 лет изучением состояния почв (в рамках Программы ООН по охране природной среды), утверждают: за последние 45 лет более одной десятой всех почв Земли потеряли значительную часть своей естественной продуктивности. Среди наиболее пострадавших регионов — Европа, где

до 17 % почвы повреждено в результате хозяйственной деятельности. В Центральной Америке и Мексике 24 % почв относят к «сильно поврежденным». Около 14 % почв пострадало в Африке, где их истощает ветровая эрозия. Особенно почвы поражены в регионе Сахеля, протянувшемся южнее Сахары от Атлантики до Красного моря. В Южной Америке деградировавшими считают не более 8 % почв.

К районам, вызывающим серьезное беспокойство, относятся Бирма, Камбоджа, Вьетнам, Филиппины и большая часть Индии, а также значительная часть Китая и Восточная Европа. Особенно опасно то, что две трети деградировавших почв находятся в Африке и Азии — на территории беднейших стран, не имеющих средств для восстановления почвенного покрова. Земледельцы вынуждены покидать свои земли.

Ученые считают, что вырубка лесов и неправильное ведение сельского хозяйства больше всего способствуют деградации почв во всем мире. Именно эти виды человеческой деятельности подвергают поверхность земли ветровой и водной эрозии, химическому разложению, лишая питательных веществ и концентрируя в ней соли и кислоты. К физическому разрушению почвенного покрова ведут также утрамбовывание его тяжелыми машинами и лесосплав.

В Европе, где сильно повреждены почвы на 20 млн га земли, значительная их часть разрушена загрязнением воздуха, кислотными осадками и тяжелыми металлами. Например, мировым «рекордсменом» по концентрации свинца и кадмия считаются почвы Верхней Силезии (юго-западная Польша).

New Scientist, 1992, 134, 1821

## Магнитосфера Земли и проект «Интербол»

О. Л. ВАЙСБЕРГ,  
доктор физико-математических наук  
Институт космических исследований РАН

### СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР И МАГНИТОСФЕРА: МЕХАНИЗМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Солнечный ветер... Эти романтические слова в 1957 г. ввел в научный обиход американский физик Юджин Паркер. Он анализировал уравнение сил в солнечной короне, разогретой до миллиона градусов, и нашел, что солнечная корона не может находиться в состоянии гидростатического равновесия. Из-за высокой температуры в короне равнодействующая приложенных к веществу сил направлена радиально от Солнца. Следовательно, вещество короны должно непрерывно ускоряться. Это ускорение приводит к разгону вещества короны до скоростей порядка сотен километров в секунду. Скорость расширения значительно больше случайных, тепловых скоростей ионов в короне. А так как тепловые скорости определяют величину скорости звука в среде, то этот поток, выходящий из



Солнечный ветер и магнитосфера Земли. Взаимодействие этих двух сред до сих пор изучено недостаточно. Множество разнообразнейших экспериментов с использованием самых различных методик аппаратуры, в том числе и с борта ИСЗ, проводилось в последние годы, но комплексности полученных результатов ученые так и не достигли. Проект «Интербол» [видимо это единственный крупный научный эксперимент в космосе, на который правительством России будут выделены средства] призван заполнить эту «брешь».

солнечной короны, является сверхзвуковым.

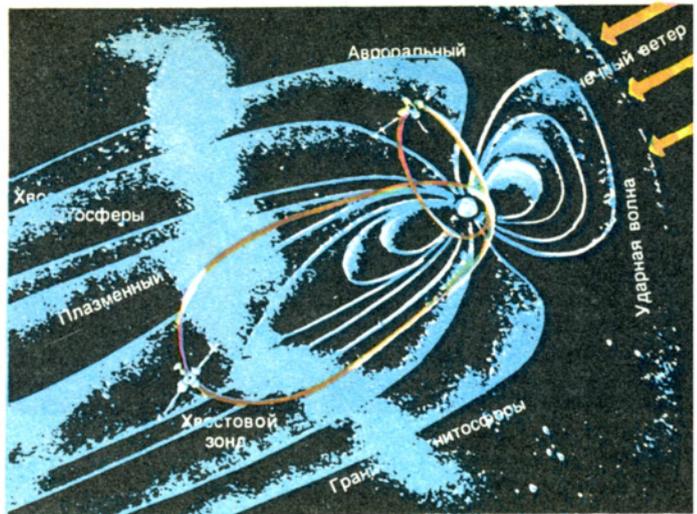
На работу Ю. Паркера почти не обратили внимания. Через 5 лет, в 1962 г. в результате длительных наблюдений на американском межпланетном зонде «Маринер-5» были получены доказательства существования солнечного ветра. Но еще за несколько лет до Паркера немецкий астрофизик Л. Бирман, не найдя другого объяснения наблюдаемому «анти-солнечному ускорению» частиц в кометных плазменных хвостах, пришел к выводу о возможности постоянного потока заряженных частиц от Солнца. До этого геофизики считали, что такие потоки появляются лишь во время крупных солнечных вспышек, вызывая на Земле магнитные бури.

Солнечный ветер, как мы знаем его теперь, это поток «замагнитенной плазмы» — смесь электронов и ионов, несущая магнитное поле. В результате взаимодействия (через магнитное поле) заряженных частиц друг с дру-

гом, а также при возбуждении флуктуирующих магнитных и электрических полей, плазма ведет себя подобно газу или жидкости. Всякое препятствие на пути этого потока заставляет его отклоняться, образуя полость.

Магнитное поле Земли способно воспрепятствовать проникновению потока солнечного ветра к земной поверхности. Солнечный ветер тормозится на дневной стороне на расстоянии, где давление земного магнитного поля уравновешивает давление потока, т. е. приблизительно в десяти радиусах Земли от ее поверхности. Естественно, он вынужден обогнуть это препятствие, но сверхзвуковой поток вещества не может просто изменить направление своего течения: перед препятствием возникает ударная волна. Именно она отклоняет и разогревает огибающий препятствие поток. Образовавшаяся в потоке полость, в которой заключено земное магнитное поле, имеет на дневной стороне округлую форму. Вся полость, получившая название магнитосферы, сильно вытянута на ночную, противоположную от Солнца сторону. У магнитосферы имеется длинный хвост, образуемый магнитными силовыми линиями, которые выходят из областей вокруг магнитных полюсов Земли. В отсутствие солнечного ветра эти силовые линии свободно бы уходили от Земли во все стороны, но солнечный ветер отбрасывает назад те из них, которые распространялись бы на дневной стороне. Два широких пучка полярных силовых линий переходят в две половины «хвоста» — северную и южную. Получается, что земная магнитосфера похожа на комету, только «комету магнитную».

Магнитосфера почти непроницаема для потока солнечного ветра. Однако не-

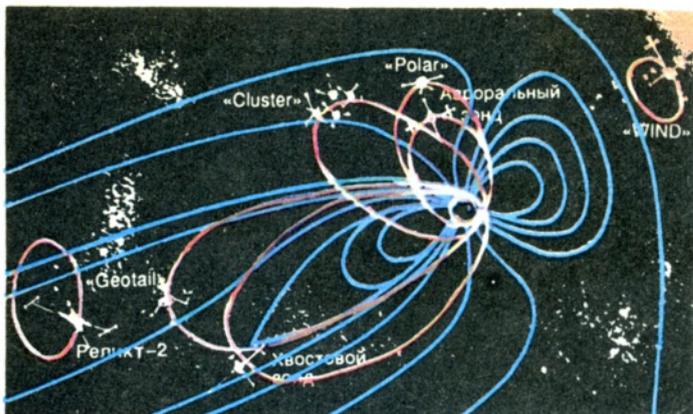


которое количество проникает в нее. Происходит это несколькими способами. Во-первых, на дневной стороне магнитосферы образуются две особые, похожие на воронки области — полярные каспы (в северном и в южном полушариях). Они расположены там, где происходит разделение земных магнитных линий на «замкнутые» на дневной стороне и «разомкнутые», уходящие через высокие широты в хвост. Вторым каналом проникновения может служить зазор между половинками хвоста. Из-за этого частицы обтекающего магнитосферу потока могут входить в ночные области магнитосферы. Третий, возможно, самый важный процесс, связан с тем, что поток солнечного ветра несет с собой магнитное поле. Его полярность связана с полярностью магнитного поля тех областей Солнца, в которых поток берет свое начало. Там, где поток солнечного ветра касается границы магнитосферы (магнитопаузы), соседствуют две различные магнитные области (солнечного и магнитосферного происхождения). Ориентация поля магнитосферы вблизи магнитопаузы определяется ориентацией земного дипо-

Проектом «Интербол» предусматривается запуск на околоземные орбиты двух космических аппаратов — хвостового и аврорального зондов. Двигаясь по этим орбитам, зонды будут передавать на Землю данные о строении разных частей магнитосферы

ля. Ориентация магнитного поля в окружающем потоке напротив, переменчива, и, с точностью до искажений, обтекающем магнитосферу потоке, определяется Солнцем. То, что происходит у магнитопаузы, сильно зависит от взаимной ориентации этих двух полей. Если магнитные поля по обе стороны магнитопаузы направлены в одну сторону, то ситуация устойчива, ничего особенного у магнитопаузы не происходит. Если же эти поля направлены в противоположные стороны, то они начинают взаимодействовать.

Возможность такого взаимодействия предсказал на заре космической эры английский ученый Дж. Данджи, назвавший его пересоединением магнитного поля, а сейчас получены убедительные свидетельства.



«Интербол» войдет составной частью в крупный международный проект *ISTP*, в рамках которого будут запущены и другие космические аппараты: американские «Polar» и «Wind» и японский «Geotail». Сам же проект «Интербол» получит дальнейшее развитие с запуском в точку Лагранжа (системы Земля — Луна) спутника «Реликт-2»

реальности этого процесса. В области контакта противоположно направленных полей (постоянно или импульсно) развивается диссипативный процесс, во время которого плазма ускоряется и разогревается. Происходит частичное перезамыкание магнитных полей солнечного ветра и магнитосферы. В результате часть плазмы солнечного ветра может войти в магнитосферу. Поскольку магнитосферное поле на дневной стороне направлено практически на север, условия для пересоединения на дневной стороне удовлетворяются, когда межпланетное магнитное поле имеет южную компоненту.

Известен еще один механизм взаимодействия солнечного ветра с магнитосферой: вязкость вблизи границы. Это может происходить двумя способами — диффу-

зией частиц и диффузией волн, возбуждаемых в плазме. В этих случаях происходит передача импульса от обтекающего потока в магнитосферу и образуется очень вытянутый магнитосферный хвост.

Солнечный ветер не единственный источник плазмы, существующий в магнитосфере. Ионосфера Земли, через которую проходит силовые линии магнитного поля, также «поставляет» плазму в магнитосферу. В магнитосфере же действует ряд ускорительных механизмов, посредством которых ионосферная плазма и плазма солнечного ветра ускоряются. При этом часть заряженных частиц ускоряется до очень высоких энергий. Частицы, попавшие на замкнутые силовые линии, дрейфуют в магнитной ловушке и образуют радиационные пояса Земли. Открытие этих поясов американцем Ван Алленом оказалось одной из сенсаций начавшейся космической эры.

Существует несколько «плазменных населений» в зависимости от расположения частиц в магнитосфере, их энергии и происхождения. Еще одна важная оболочка Земли — это плазма-сфера (продолжение ионо-

сферы на большие высоты) и плазменный слой в зазоре между двумя пучками силовых линий хвоста магнитосферы. Энергия, запасенная в этом плазменном слое, как и энергия магнитного поля магнитосферного хвоста, составляют главный резервуар свободной энергии магнитосферы. Кроме того, внутри магнитосферы вблизи ее границы есть поток плазмы, направленный почти параллельно обтекающему магнитосферу потоку (пограничный слой). Он образуется за счет проникновения части обтекающего потока внутрь магнитосферы.

Магнитосфера, наполненная плазмой и погруженная в поток солнечного ветра, представляет собой очень динамичное образование. Это связано прежде всего с изменениями давления солнечного ветра, что приводит к изменению размеров магнитосферы. Наиболее драматические последствия их взаимодействия связаны с приходом к Земле ударной волны после больших солнечных вспышек. Скачок внешнего давления резко сжимает магнитосферу. Вследствие этого часть плазмы из плазменного слоя устремляется обратно к Земле, в область замкнутых силовых линий магнитной ловушки. Ускоренные ионы, дрейфуя в магнитном поле ловушки, образуют сильный кольцевой ток, вызывающий депрессию магнитного поля Земли — главную фазу магнитной бури. Магнитные бури длятся обычно 1—2 сут.

Заряженные частицы в эти периоды устремляются вдоль магнитных силовых линий земного диполя к Земле, вторгаясь в верхнюю атмосферу вдоль «полярного овала», почти совпадающего с границей раздела замкнутых и разомкнутых силовых линий. Полярные овалы (их два — северный и южный) имеют приблизительно кру-

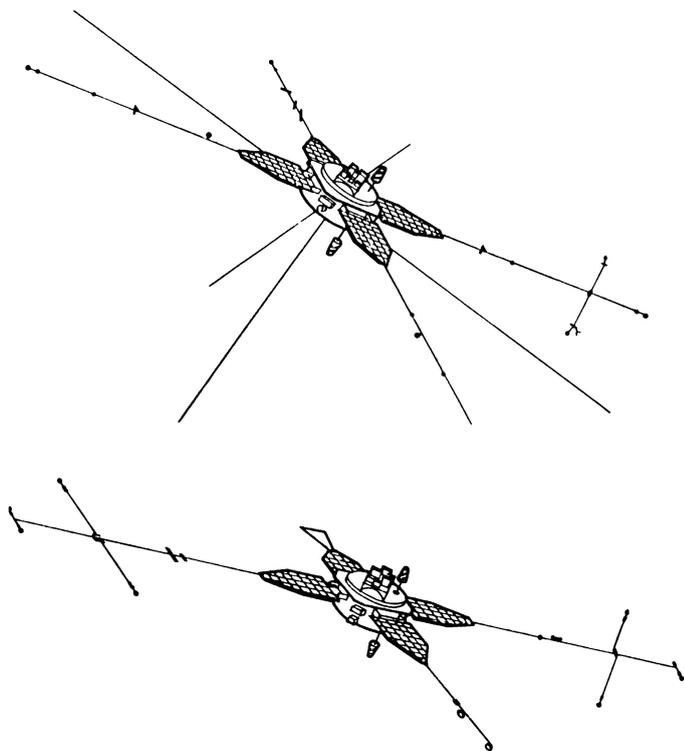
говую форму. Их радиусы около  $23^\circ$ , а центры немного смещены на ночную сторону относительно магнитных полюсов. Электроны и ионы, вторгающиеся в верхнюю атмосферу, вызывают хорошо известные читателям полярные сияния.

Более короткопериодные возмущения в магнитосфере, сопровождающие магнитные бури, а иногда происходящие и в их отсутствие, называются **магнитосферными суббурями**. Они длятся от нескольких до десятков минут, повторяясь, в среднем каждые час-полтора. Причина магнитных суббурь — неустойчивость плазмы, накопленной в хвосте магнитосферы, в плазменном слое у границы между двух половин магнитосферного хвоста. Неустойчивость может возникнуть произвольно или в результате изменяющегося воздействия солнечного ветра на магнитосферу. Накопленная в хвосте энергия плазмы и магнитного поля выталкивается к Земле и в противоположном направлении. Полярные сияния наблюдаются на тех силовых линиях, которые соединяются с возмущенными областями в удаленной магнитосфере. Мы видим как бы «телевизор наоборот» — картинка свечения полярного сияния отображает то, что происходит во всей магнитосфере.

После всего сказанного, едва ли нужно доказывать, что исследования сложного комплекса явлений и процессов в магнитосфере невозможны без спутниковых наблюдений. Один из комплексных космических проектов такого рода — «Интербол».

#### «ИНТЕРБОЛ», МАГНИТОСФЕРА И СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР, ВЗГЛЯД ИЗВНЕ

Проект родился в недрах программы «Интеркосмос»



примерно 10 лет назад. В начале в него вошли ученые СССР и стран Восточной Европы, а затем присоединились научные работники Швеции, Канады и стран Западной Европы, входящих в Европейское Космическое агентство (ESA). Цель проекта — одновременная диагностика предполагаемой области зарождения суббури в хвосте магнитосферы на расстоянии 20—25 радиусов Земли и тесно связанной с ней авроральной области. Предполагалось, что проект поможет понять крупномасштабную динамику магнитосферы.

В 1993 г. намечено запустить два спутника — хвостовой и авроральный зонды. Первый из них, вращаясь вокруг Земли по очень вытянутой эллиптической орбите, будет проходить через хвостовые области магнитосферы. В это же время авроральный зонд, находящийся на эллиптической околопо-

Так выглядят хвостовой (вверху) и авроральный зонды. Масса научной аппаратуры, установленной на первом из них, — 150 кг, на втором — 212 кг

лярной орбите, будет проводить измерения над областью полярных сияний. На обоих спутниках предполагается проводить измерения магнитных и электрических плей, характеристик плазмы и ускоренных частиц, волновых колебаний в плазме. С борта аврорального зонда планируется получать изображения зоны полярных сияний, отражающих общую картину магнитосферных возмущений. Планируется запуск и двух субспутников (по одному для каждого зонда). Субспутники отделяются от основных спутников после выведения их на

орбиту, а в период проведения эксперимента находятся вблизи них, постепенно изменяя взаимные расстояния. Это позволит, анализируя одновременные измерения, оценивать масштаб наблюдаемых явлений и магнитосферных образований. Эти «координированные» измерения будут дополнены одновременными наблюдениями геофизических явлений на Земле.

На первой стадии проекта большое внимание будет уделено изучению околоземной ударной волны и дневной магнитопаузы. Приблизительно через три месяца запустят авроральный зонд, причем орбиты обоих зондов периодически будут проходить одновременно через почти одни и те же магнитные силовые трубки хвоста и авроральной области. Программа измерений планируется примерно на год.

Цель космического магнитосферного эксперимента можно достигнуть только в результате комбинации космических и наземных методов исследований. Космические измерения более точно оценивают ситуацию, но это происходит в каждый данный момент в весьма ограниченных областях. Наземные геофизические методы (регистрация полярных сияний, ионосферных и магнитных возмущений) дают более глобальную информацию о состоянии магнитосферы, но их интерпретация зачастую неоднозначна. Поэтому в научное сообщество «Интербола» входят и геофизики, непосредственно не участвующие в подготовке космических экспериментов.

Между NASA и ИКИ достигнута договоренность, что и руда американских исследовательских групп включится в научную программу проекта. В конце выполнения программы «Интербол» предполагается начать измерения в удаленном хвосте магнитосферы на астрономическом спутнике «Реликт-2», который будет выведен на орбиту вблизи второй точки Лагранжа в системе Земля—Солнце (она удалена на расстояние примерно 1,5 млн км от Земли в сторону, противоположную Солнцу). Это позволит исследовать динамику изменений, происходящих в магнитосферном хвосте.

#### «ИНТЕРБОЛ» В СИСТЕМЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПРОЕКТОВ

«Интербол» — составная часть крупного международного проекта «ISTD» (Международная программа по солнечно-земной физике). В рамках этого проекта будут запущены два американских спутника: «WIND» (в область солнечного ветра), «POLAR» (в полярные области) и один японский спутник «GEOTAIL» в более удаленную область хвоста, чем наш хвостовой зонд. Вместе с рядом других, ранее запущенных спутников они составят весьма разветвленную систему магнитосферной диагностики. Проект «ISTP» рассматривается сегодня как главная тема работы Международной консультативной группы космических агентств (IACG) в которую входят NASA, «Интеркосмос», ESA и японский Институт аэронавтики и космоса («ISAS»). За плечами IACG уже опыт успешной координации ис-

следований кометы Галлея в 1986 г. (Земля и Вселенная, 1986, № 4, с. 26.— Ред.).

Сегодняшняя основная работа IACG — солнечно-земная физика, значение которой для человечества выдвигается на первый план.

Проект «ISTD» как составная часть входит в другую крупную международную программу «STEP» (перенос энергии в системе Солнце — Земля). Он включает космический компонент («ISTD»), обширную программу наземных наблюдений, а также измерений с борта ракет и баллонов. Эта программа возникла по инициативе и управляется крупным международным «Союзом «SCOSTEP» («Специальным комитетом по солнечно-земной физике»). Основная задача руководства «STEP» — координация всех наблюдений и оказание помощи исследователям.

Крупные политические и экономические перемены, происходящие в бывшем Советском Союзе и в странах Восточной Европы, обусловили серьезные трудности в реализации начатых проектов. Однако научные и инженерные коллективы, объединенные вокруг проекта «Интербол», прилагают усилия к его успешной реализации. Правительство России обещало Институту космических исследований финансировать основные научные программы, особенно те, которые связаны с международными обязательствами. Хочется надеяться, что именно так это и будет, и нам не придется когда-нибудь снова начинать с нуля фундаментальные космические исследования.

# Ядерные взрывы — гравитация — планетотрясения

Проблема искусственного вмешательства в ход землетрясений стала сейчас актуальной, поскольку везде в мире, включая сейсмоактивные регионы, растет число объектов экологического риска — искусственных водохранилищ, атомных электростанций, химических заводов, подземных захоронений радиоактивных отходов.

В последнее время в научных публикациях все чаще встречаются сведения о том, что на сейсмический режим того или иного региона воздействуют произошедшие неподалеку землетрясения или ядерные взрывы. Каков же механизм их влияния на земные горные породы? Понять, как это происходит, помогает анализ лунной

сейсмичности: на Луне подобный механизм не затушеван различными шумами и проявляется в чистом виде. Лунотрясения чаще всего вызываются приливными силами гравитации.

Предлагаем вниманию читателей две статьи, в которых рассказывается о «наведенной» сейсмичности на Земле и на Луне.

---



## Землетрясения по команде ядерного взрыва

А. В. НИКОЛАЕВ,  
член-корреспондент РАН  
Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН

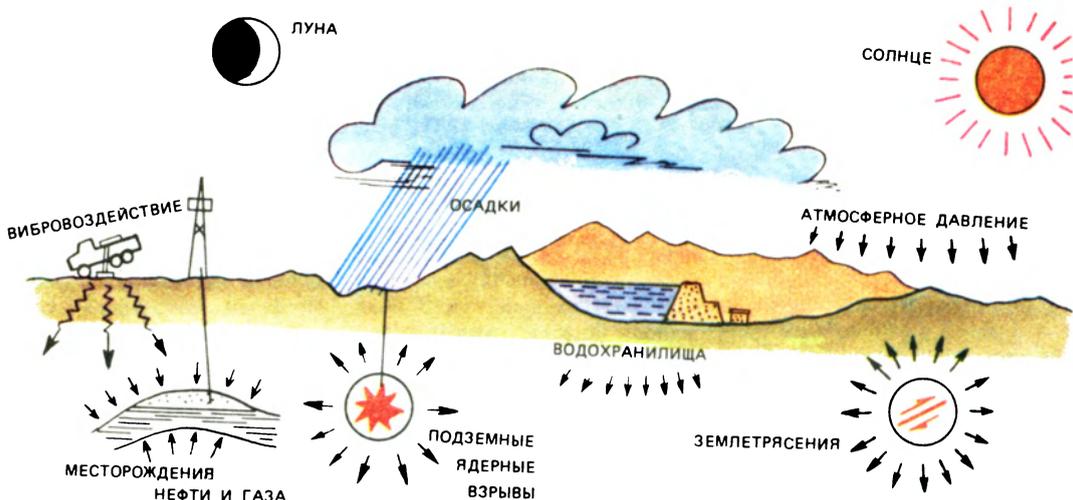
---

## НАВЕДЕННАЯ СЕЙСМИЧНОСТЬ

Эффект наведенной сейсмичности впервые был обнаружен в связи с наполнением искусственных водохранилищ. Так, в сейсмически спокойном районе Индии близ города Койна-Нагар строительство плотины и водохранилища спровоцирова-

ло в 1967 г. сильное землетрясение (магнитуда  $M=6,4$ ). Позднее и в других регионах Земли создание искусственных водохранилищ сопровождалось слабыми, а иногда и сильными землетрясениями. Так обнаружили «тензочувствительность» земной коры, проявляющуюся во влиянии на ее динамику постоянных или медленно

меняющихся напряжений. Но оставалось неясным, могут ли повлиять на состояние земных пород быстро меняющиеся (хоть и очень небольшие) нагрузки-разгрузки, связанные с распространением упругих сейсмических волн. Другими словами, имеют ли породы, наряду с тензочувствительностью, и «виброочувствительность»?



Этим вопросом в Институте физики Земли РАН занимаются уже более 10 лет. Мы используем сейсмические вибраторы — невзрывные механические источники сейсмических волн, излучающие серии гармонических колебаний постоянной или меняющейся по заданному режиму частоты. Хотя излучаются очень небольшие порции сейсмической энергии, нам удалось надежно зафиксировать наведенные геофизические эффекты. «Подсвечивая» среду сейсмическими волнами, мы меняли естественный ход развития процессов в земной коре, могли различать даже тонкие эффекты, которые в природе существуют, но не проявляются без дополнительного сейсмического «облучения».

А не могут ли эти искусственные воздействия повлиять на процесс подготовки землетрясений, идущий в земной коре? Вообще подобная идея не нова. Она высказывалась в связи с горными ударами — техногенными сотрясениями. Произвели даже специально небольшой взрыв ядерного заряда в одной из шахт Донбасса, чтобы «встряхнуть» породы, разря-

дить напряжения и предотвратить сильные горные удары.

Когда же начались регулярные испытания ядерных зарядов, встал вопрос об их влиянии на режим землетрясений, на тектонические процессы. Он возникал всякий раз, когда после ядерных взрывов происходили сильные землетрясения. И принимала его потерпевшая сторона, например Мексика, в связи со взрывами в Неваде, а также Турция и Иран — после Семипалатинских испытаний. В таких случаях направлялись соответствующие запросы ученым, после чего и с советской, и с американской стороны всегда следовал один и тот же ответ: ядерные взрывы производят слабое воздействие на земную кору, а потому не могут провоцировать землетрясения.

Постепенно среди ученых укоренилось мнение, что нет никакой связи между взрывами и землетрясениями. Высказать иное мнение означало задеть «честь мундира» ученых — и наших, и американских. Правда, все соглашались, что небольшие землетрясения в районе эпицентра взрыва все-таки

На землетрясения влияют не только природные факторы — солнечные и лунные приливы, изменения атмосферного давления и осадки, но и техногенные — создание искусственных водохранилищ, подземные ядерные взрывы, вибровоздействия

происходят. Но они не имеют отношения к удаленным сильным землетрясениям.

### ВЗРЫВЫ КОРРЕКТИРУЮТ СЕЙСМИЧНОСТЬ

В сейсмической разведке существует метод «вибросейс». Имея длинную запись сигналов, где зондирующий сигнал скрыт шумами, можно выделить его методом корреляции (такой метод поиска сигнала отработан). Теперь мы располагаем и длинным рядом данных, отражающих последовательность взрывов. Эта последовательность могла бы задать какой-то особенный ритм землетрясениям. Если бы после каждого взрыва вероятность землетрясений хотя бы немного возрастала, то коррелируя землетрясения с последовательностью

взрывов, мы могли бы отметить даже очень слабую, но значимую корреляцию, и, что особенно важно, установить ее надежно (методика статистического анализа, позволяющая выявить и очень слабые связи между явлениями).

Мы исследовали влияние 431 взрыва в Неваде (США) на землетрясения в Калифорнии с магнитудой  $M \geq 4,5$  (рассмотрено более 300 землетрясений за 1967—1987 гг.). В Средней Азии изучили около 1000 землетрясений с магнитудой  $M \geq 5$  за период 1963—1988 гг., в это время на Семипалатинском полигоне было проведено 242 взрыва. Из списка землетрясений исключались «близкие афтершоки» — толчки, заведомо «наведенные» основным землетрясением (они обычно происходят в течение месяца после него в радиусе до 100 км).

Анализ землетрясений был довольно простым. Его идея в том, что взрывы как бы совмещаются друг с другом, а затем на определенном отрезке времени от ядерного взрыва (вперед или назад) считают, сколько землетрясений произошло в первую пятидневку после взрыва, во вторую и т. д.

Мы проанализировали очень большие районы: в США —  $1500 \text{ км} \times 1200 \text{ км}$  ( $30^\circ\text{—}45^\circ$  с. ш.,  $110^\circ\text{—}125^\circ$  в. д.) с центром в Неваде, в Средней Азии — еще больше — по  $1500 \text{ км}$  во все стороны от Семипалатинска ( $30^\circ\text{—}45^\circ$  с. ш.,  $42^\circ\text{—}90^\circ$  в. д.). Для каждого региона интервалы времени после взрыва, вплоть до 120-го дня, разделялись на пятидневки (после 40-го дня интервалы удлинялись), по которым и были распределены землетрясения.

В Калифорнии частота землетрясений оказалась относительно высокой в первые пять дней после взрыва, затем снизилась и была ста-

бильной вплоть до 30-го дня. Потом увеличилась в интервале 31—40-го дня, после чего опять упала (в среднем вдвое по сравнению с первой пятидневкой). В Средней Азии повышенной частотой землетрясений отличалась вся первая декада после взрыва, затем сейсмическая активность спадала, на этом фоне отмечен небольшой подъем в интервале 30—60 дней.

Таким образом, для обоих регионов характерно сходное изменение режима сейсмичности после взрывов: частота землетрясений была максимальной в первые 5—10 дней, затем спадала до 25—30-го дня, слегка увеличивалась до 40—60-го дня и далее опять уменьшалась. Обнаруженные изменения сейсмической активности очень невелики, но статистический анализ данных подтвердил их достоверность. Например, 28 июня 1992 г. в Южной Калифорнии, почти в 130 км от Лос-Анджелеса, произошло землетрясение с магнитудой 7,4, крупнейшее в этом регионе за последние 40 лет. Примечательно, что оно случилось на пятый день после подземного ядерного взрыва на полигоне Невада и вызвало на следующий день другое ( $M=7,1$ ), примерно в 250 км от первого, в районе Лас-Вегаса. Эти землетрясения произошли бы и без ядерных испытаний, но взрыв спровоцировал их раньше и, возможно, несколько смягчил.

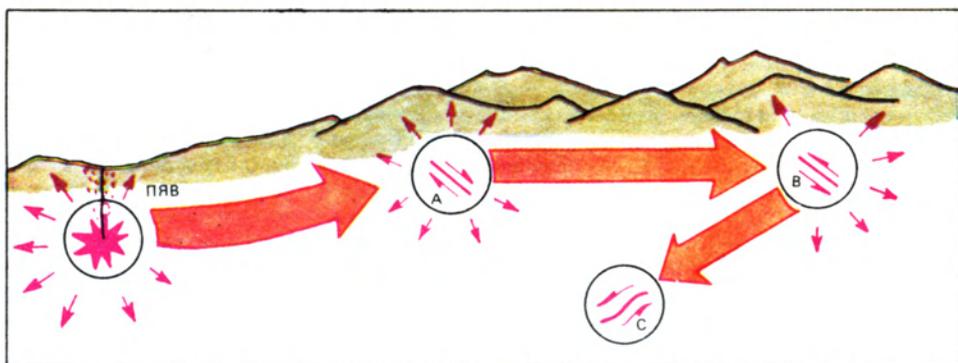
**Усиление сейсмичности после взрывов** в некоторых районах ощущалось особенно четко. Например, наиболее чувствительными к взрывам в Семипалатинске оказались Памиро-Гиндукуш и Южный Тянь-Шань. И в Средней Азии, и в Калифорнии отмечена «мозаичность» проявления инициирующего влияния взрывов на землетрясения. В одних районах эффект выражен сильно, в

других — слабее. Есть даже участки (их, правда, немного) с антикорреляцией, т. е. с противоположным эффектом. Взрывы там оказали подавляющее воздействие на землетрясения — в течение 15—20 дней после них отмечен явный спад сейсмической активности. Заметим, что подобный феномен в Калифорнии проявляется сильнее, чем в Средней Азии. С точки зрения геофизика, это выглядит вполне логично — строение Земли и ее напряженное состояние неоднородны, в разных районах действуют свои закономерности, различен и характер тектонических процессов.

## ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ «В СВЯЗКЕ»

Кроме влияния взрывов мы рассмотрели также воздействие на землетрясения других землетрясений. Известно, что сильные землетрясения в определенной очаговой зоне обязательно связаны между собой. Это выражается в виде статистических закономерностей и проявляется в пределах от нескольких лет до тысячелетий. Что же касается причинно-следственной связи между удаленными землетрясениями, проявляющейся быстро — в течение дней и недель, то в основном такая связь отрицалась. Правда, еще 20 лет назад А. Г. Прозоров и Е. Я. Ранцман (ИФЗ АН СССР) показали, что в местах будущих сильных землетрясений активизируется слабая сейсмичность под влиянием уже произошедших далеко от них сильных землетрясений. Но оставалось неясным, как далеко простирается инициирующее действие последних и каковы основные черты этого эффекта?

Запись длинного ряда землетрясений существует только для территории Памиро-Гиндукуша — своеобразного



«пятна» очень высокой сейсмичности (36—37° с. ш., 70—72° в. д.), где выделяется значительная часть сейсмической энергии в Евразии. За тот же 25-летний период (1961—1985 гг.), за который изучались взрывы в Неваде и Семипалатинске, в Памиро-Гиндукушской зоне произошло 188 сильных землетрясений. Используя такую же методику, мы проанализировали, увеличилась ли хоть немного сейсмичность после Памиро-Гиндукушских землетрясений (рассмотрели 814 землетрясений, исключая афтершоки).

Влияние Памиро-Гиндукушских толчков исследовалось на обширной территории: Кавказ — Средняя Азия — Тибет — Гималаи (30—45° с. ш., 42—90° в. д.). Методика обработки была аналогичной: интервалы времени после каждого Памиро-Гиндукушского землетрясения разбивались на пятидневки (после 50-го дня интервалы удлинялись) и все землетрясения рассортировывались по этим интервалам.

Оказалось, что в зоне радиусом около 700 км вокруг Памиро-Гиндукуша землетрясения инициируются главным образом в первую пятидневку, в более дальней зоне отмечается спад сейсмичности в первой пятидневке и рост — во второй.

Статистический анализ показал, что минимальная сейсмичность сразу после Памиро-Гиндукушского землетрясения и максимальная — во вторую пятидневку имеют высокую вероятность (0,999 и 0,93 соответственно). Есть и другая особенность землетрясений — их максимум в интервале 41—45 дней после инициирующего толчка. Почему максимум именно в этом интервале, пока объяснить не удалось.

По отдельным районам всего исследованного региона инициированная сейсмичность развивалась следующим образом. В районе Южный Тянь-Шань, Памир, Гиндукуш, за исключением собственно Памиро-Гиндукуша, повышение активности наблюдалось в первой пятидневке после инициирующего толчка, а заметный спад — во второй. Это утверждение принимается с вероятностью 0,802. В более обширном районе Тянь-Шаня, Памира, Гиндукуша (без центральной части) сейсмичность возрастает во второй пятидневке (вероятность 0,994). Таков же характер сейсмичности и в районах Копетдаг-Дештелуд — хребет Кухд и Кавказ — Каспий — Месопотамия (в последнем районе, удаленном от Памиро-Гиндукушской зоны на 2000—3000 км, эффект выражен менее четко и надежно, и все же вероятность состав-

ляет 0,964). Влияние подземного ядерного взрыва (ПЯВ) на процесс подготовки землетрясения. Воздействуя сейсмическими волнами на очаги, взрыв ускорил этот процесс, и первым «сработал» очаг А. Сейсмическое воздействие очага А на очаг В также вызвало землетрясение, которое, в свою очередь, послужило «спусковым крючком» для толчка в очаге С.

Землетрясения района Восточный Тянь-Шань — Западный Тибет — Гималаи оказываются нечувствительными к инициирующему воздействию Памиро-Гиндукушских землетрясений. Любопытно, однако, что землетрясения этого же района чувствительны к подземным ядерным взрывам.

Для всего изученного региона гипотеза о повышении сейсмичности во вторую пятидневку после инициирующего землетрясения принимается с вероятностью 0,999. Исключив же центральный район вокруг инициирующих гипоцентров, получим результат, статистически еще более надежный (0,9999).

Землетрясения, происходящие вне Памиро-Гиндукушской зоны, разумеется, тоже должны влиять на сейсмичность региона. Но поскольку сейсмичность других зон по сравнению с Памиро-Гиндукушской невелика и роль землетрясений в



Изменение среднего интервала времени между землетрясениями после ядерного испытания на Семипалатинском полигоне (вверху) и после Памиро-Гиндукушского землетрясения (внизу). На верхнем графике видно повышение сейсмичности (уменьшается интервал между толчками) в первые десять дней. На нижнем графике — спад сейсмичности в первую пятидневку и повышение сейсмичности — во вторую. Графики построены по данным за 1961—1985 гг.

наведенных процессах второстепенна. Пока еще не изучено, как влияют сильные землетрясения на землетрясения средних и малых энергий, на каком расстоянии и как именно проявляется это влияние. Но тем не менее, вполне ясно, что процесс подготовки землетрясения не ограничивается в про-

странстве лишь небольшой областью. Удаленные сильные толчки тоже оказывают на него влияние, которое может стать даже решающим на заключительной фазе развития очага землетрясения.

Таким образом, сильные землетрясения образуют своеобразный «социум», быстро реагирующий на сейсмические события и охватывающий огромную территорию. Каждое отдельное землетрясение испытывает иницирующее влияние предшествующих событий и вносит свой вклад в дальнейшее развитие коллективного процесса.

### ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ ОРУЖИЕ?

Все сказанное — лишь первые результаты исследования вибросенситивности Земли, проявляющейся во влиянии импульсных сейсмических источников — естественных (землетрясения) и техногенных (взрывы) — на загадочный и драматический процесс жизни нашей планеты. Как уже говорилось, подземные ядерные взрывы влияют на Памиро-Гиндукушские землетрясения, а те в свою очередь — на все остальные. Так что есть и прямой эффект и опосредованный — через другие землетрясения. Такая цепь взаимодействий, возможно, в будущем объяснит, почему вблизи иницирующего толчка максимум землетрясений происходит в первую пятидневку, а вдали от него — во вторую.

Казалось бы, доказано, что ядерные взрывы влияют на землетрясения. Но доказанным считать это можно именно потому, что удалось «отловить» ничтожный, почти незаметный эффект. Те землетрясения, которые все равно должны были произойти и ожидалось, скажем, через шесть дней после ядерного взрыва, произойдут через пять и будут иметь меньшую

магнитуду: они не «дозреют», а, следовательно, станут менее разрушительными. Сейсмические волны, хоть их амплитуда и мала, на большом удалении способны встряхнуть очаговую зону и подхлестнуть подготовку землетрясения, т. е. в какой-то степени сдвинуть природный процесс.

Получается, что взрывы с этой точки зрения — **позитивный фактор**: они способны изменить сейсмический режим в сторону уменьшения силы толчков, не дают им «дозреть» до опасных размеров и делают это как непосредственно, так и опосредовано. Может быть, поэтому в Средней Азии, вблизи которой находится Семипалатинский полигон, за последние 25 лет не было землетрясений с магнитудой больше 7,2. Хотя в конце прошлого и в начале нашего века там наблюдались «восьмерки» (например, Верненское землетрясение 1910 г. с магнитудой 8,2).

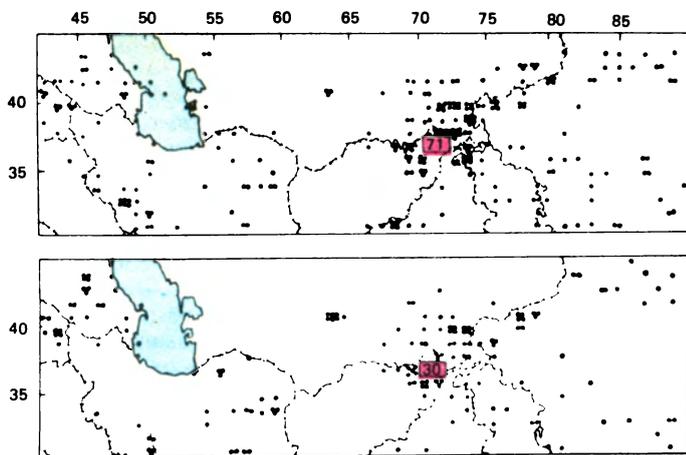
Что же касается разговоров о «геофизическом» и «тектоническом оружии», роль которого могут якобы сыграть взрывы, то это, к счастью, лишь выдумки и спекуляции, приводящие часто к безответственным выступлениям в прессе. Никакого оружия не придумано. Если среда «не готова», процесс подготовки землетрясения «не созрел», никакой взрыв не спровоцирует сейсмический толчок. Нельзя вызвать, например, собственные землетрясения в Москве, применив «тектоническое оружие», поскольку она расположена в асейсмичном регионе, где землетрясения не происходят. Если с большой вероятностью установлены время и место будущего землетрясения, то можно лишь «подтолкнуть» сейсмическое событие, ослабить его разрушительное действие. (Как можем мы подтолкнуть камень на склоне горы, не

дожидаясь, чтобы он упал в неблагоприятный для нас момент.)

Слухи, циркулировавшие на Кавказе о том, что землетрясение в Спитаке в 1988 г. спровоцировано, искусственно вызвано, — безответственная выдумка. За день до него, 6 декабря 1988 г., в Иране произошло землетрясение с магнитудой 5,7. Оно, несомненно, подействовало на сейсмическую обстановку в Армении гораздо сильнее, чем предшествовавший ядерный взрыв в далеком Семипалатинске.

Другой пример — недавняя война в Персидском заливе. Интенсивные бомбардировки вполне могли изменить структуру микросейсм в этом регионе. И не только в нем, потому что искусственные воздействия и взрывы могут активизировать даже ранее пассивные территории. Наконец, какие-то процессы в недрах могли содействовать и назреванию Рачинского землетрясения в Грузии (Земля и Вселенная, 1991, № 6, с. 21.— Ред.). Но какие именно и в какой мере, — пока трудно сказать. Во всяком случае, оно не было «спровоцировано Кремлем», как об этом много в свое время говорили.

Что касается Средней Азии, то известные разрушительные землетрясения 1976 и 1984 гг. в Газли происходили, действительно, через несколько дней после ядерных взрывов в Семипалатинске. Но, подчеркнем, повлияли на землетрясения не только взрывы. Здесь в земных недрах уже были накоплены естественные тектонические напряжения. Судя по геологическим данным, в этом регионе бывали сильные землетрясения и раньше. Кроме того, из-за добычи газа изменилось давление в пластах земной коры, так что на последней стадии подготовки землетрясения была



потеряна устойчивость, и процесс стал чувствительным ко всем внешним воздействиям. Для возникновения землетрясения оказалось достаточно «последней капли» — ядерного взрыва. Виброчувствительность очага будущего землетрясения, очевидно, повышается по мере завершения процесса его подготовки.

## СЕЙСМОЭКОЛОГИЯ

В связи с усилением техногенного воздействия человека на природу (атомные станции, химические производства, плотины, резервуары захоронения вредных отходов) опасными становятся даже землетрясения слабой и средней силы. Как мы видели, ядерные взрывы стимулируют ускоренное «созревание» землетрясений, и рост сейсмичности происходит на более низком энергетическом уровне — грядущая катастрофа как бы смягчается.

По-видимому, возможен и такой своеобразный профилактический «массаж» очаговых зон, как вибрационное воздействие. Во всяком случае, ясно, что меняя пластовое давление в зоне газовых и нефтяных месторож-

дений, мы можем вибрациями активизировать слабые толчки и спастись от сильных (не говоря уже о том, что при этом стимулируется нефтеотдача).  
Карты эпицентров землетрясений Средней Азии в первую декаду после подземных ядерных взрывов на Семипалатинском полигоне (вверху) и во вторую декаду (внизу). Прямоугольником на обеих картах показан район глубокофокусных Памиро-Гиндукушских землетрясений (с количеством землетрясений)

Таким образом, можно проводить техногенные воздействия, противодействующие, гасящие другие вредные техногенные воздействия. Этими вопросами должна заняться сейсмоэкология — новое и очень важное для практики направление сейсмических исследований.

Необходимо думать об экологическом благополучии, чтобы техногенное воздействие на земную кору было согласовано с ходом ее естественных процессов. Например, нужно знать, когда именно лучше произво-

дить взрывы. Может быть, даже имеет смысл делать их в определенные фазы земных приливов, чтобы по нашему желанию в большей или меньшей мере ускорить процесс подготовки землетрясений.

Перед сейсмологами сегодня открывается увлекательная сфера новых взаимоотношений с природой. Это должно быть очень деликатное вмешательство в сейсмическую жизнь Земли с тем,

чтобы уменьшить опасность природно-техногенных катастроф, сохранить природное равновесие.



## Лунотрясения по гравитационной указке

И. Н. ГАЛКИН,  
кандидат физико-математических наук  
Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН

### В ГРАВИТАЦИОННЫХ «ОБЪЯТИЯХ» КОСМОСА.

Пятнадцать лет прошло с тех пор, как перестали поступать сообщения о шокировавших когда-то ученых своей необычностью сотрясения Луны. Сотрясения эти продолжаются, но мы их уже не слышим, поскольку выключены установленные на Луне сейсмометры.

Однако интерес к лунной сейсмике не утихает, а сегодня он усилился в связи с проблемой **наведенной сейсмичности Земли**. И не мудрено — Луна являет собой уникальный пример моделирования эффекта возбуждения планетотрясений триггерным действием приливных сил.

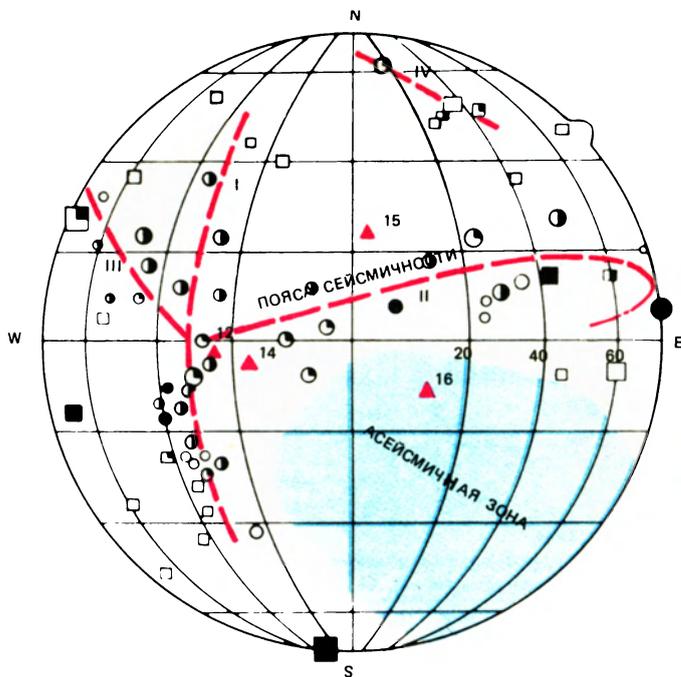
Многообразное воздействие космоса проявляется на Земле и в режиме землетрясений. На них, по-видимому, влияют чандлеровы колебания полюса планеты, перемещение воздушных масс в атмосфере и течения

в океане, длительность земных суток и т. д. Предполагается, что рост сейсмичности может быть спровоцирован влиянием планет на Солнце («эффект Юпитера»), когда триггерные связи осуществляются по такой цепочке: **взаимное расположение планет и Солнца — солнечные пятна — атмосферные явления на Земле — скорость вращения Земли — чандлеровы колебания — землетрясения**. К числу заметных эффектов должны относиться гравитационные приливные взаимодействия Земли, Луны и Солнца.

Эти внешние экзогенные факторы могут играть роль **спускового крючка** в ситуациях, когда землетрясение почти «созрело». И действительно, во временном режиме землетрясений, а также вулканической активности на Камчатке отмечена периодичность в 18,6 лет, равная одному из характерных периодов сложного орбиталь-

ного движения Луны вокруг Земли. Установлена связь амплитуды чандлеровых колебаний с энергией сильных землетрясений. Обнаружена скрытая «лунная» 6-летняя периодичность в среднемесечном числе землетрясений для регионов Фиджи — Тонга в Океании и Японского моря. В общем числе землетрясений за период 8 лет удалось выделить периодичность в половину лунного сидерического месяца. Самые короткопериодные вариации общего числа землетрясений происходили дважды в сутки и были связаны с восходом и заходом Солнца. Выявлено «управляющее» землетрясениями возмущение, которое движется от экватора к полюсам Земли со скоростью десятков километров в год.

По-настоящему разобраться в закономерностях этой связи гравитационных воздействий с сейсмичностью Земли удалось лишь после проведения сейсмического эксперимента на Луне. Там



Сейсмичность Луны. Красные треугольники — сейсмические станции «Аполлон». Кружки — эпицентры приливных лунотрясений (большой размер соответствует большему числу толчков, зачернение пропорционально глубине гипоцентра). Квадратики — тектонические лунотрясения. Асейсмичная зона приливных лунотрясений занимает значительную часть видимого диска

эти эффекты оказались более очевидными, поскольку приливные действия Земли сильнее, к тому же на Луне благоприятные условия для наблюдений — полностью отсутствуют помехи.

#### СЮРПРИЗЫ ЛУННОЙ СЕЙСМИКИ

С июля 1969 г. по октябрь 1977 г. американские экспедиции «Аполлон» осуществили на Луне крупномасштабный, многоцелевой сейсмический эксперимент: сеть из четырех сейсмических

станций регистрировала лунотрясения и удары метеоритов. В рамках эксперимента активно изучалась лунная кора — путем своеобразного «космического» глубинного сейсмического зондирования отработанными ступенями космических ракет. Астронавты «Аполлона-12, -14 и -17» провели также акустическое исследование верхних слоев Луны постукиванием по грунту вдоль специальных профилей (Земля и Вселенная, 1983, № 5, с. 40.—Ред.).

Луна оказалась «сейсмической сестрой» Земли по слоисто-оболочечной структуре недр и лишь «дальней родственницей» в смысле сейсмической активности, а точнее сказать — пассивности. Особенно интересными оказались лунные сейсмограммы: колебания от падения тел и лунотрясений длятся на них часами, в их интерференционно-реверберационном хаосе трудно выделить вступления отдель-

ных волн. Причина этого — многократные рассеяния волн на неоднородностях лунной коры.

Скорость продольных сейсмических волн под корой лишь слабо растет, а поперечных — и вовсе убывает с глубиной, так что плененные сейсмические лучи не могут вырваться к поверхности, к сейсмометрам. Но зато Луна в чем-то помогает исследователям — глубоководные очаги приливных лунотрясений «подсвечивают» недра снизу. К тому же на Луне из-за крайне низкого уровня помех возможно сверхдальнее распространение сейсмических сигналов. Когда в какую-либо точку, пусть и на обратной стороне Луны, падал метеорит массой не меньше 10 кг, он был «услышан» станциями «Аполлон» на видимой стороне.

#### СЕЙСМИЧЕСКАЯ ЖИЗНЬ ЗЕМНОГО СПУТНИКА

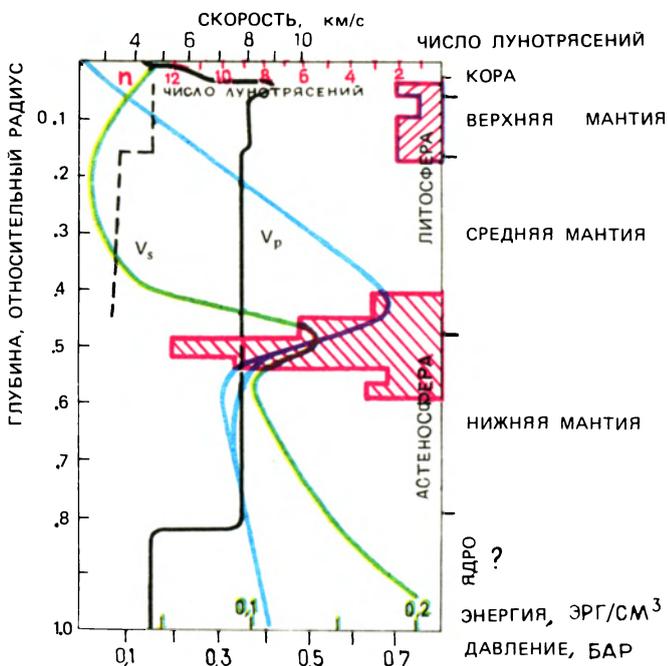
Сейсмика Луны отличается от земной прежде всего по интенсивности. Годовая энергия, выделяемая лунотрясениями ( $10^{15}$ — $10^{18}$  эрг), в миллиарды раз меньше энергии сейсмических толчков на Земле. И это понятно: Луна пребывает в состоянии планетарной старости и тектонической анемии. Холодная литосфера толщиной до половины радиуса Луны сковывает и без того слабые возможности едва теплящихся недр. Здесь в сейсмическую переходит лишь миллионная доля тепловой энергии, тогда как на Земле — тысячная доля. Сейсмические события лунной жизни делятся на два класса: собственно лунные — тектонические и наведенные — приливные. Тектонические лунотрясения — это своеобразный аналог землетрясений (даже наклон графика повторяемости у них схожий). Однако они отно-

сительно редки (отмечено лишь 28 таких событий за первые 6 лет регистрации) и довольно слабы (магнитуда не более 4,5—5). Эти лунотрясения еще и мелкофокусны, занимают два интервала глубин: от поверхности до 25 км и 200—300 км.

Приливные лунотрясения происходят чаще. Сеть сейсмометров зафиксировала на Луне до 6000 событий в год, правда, лишь четверть записей оказывалась пригодной для анализа. Обосновать эффект наведенной сейсмичности помогают особенности приливных лунотрясений. Сначала они вызывали удивление, даже недоверие, но чем дольше шла регистрация, тем отчетливее вырисовывались изменения во времени количества и силы лунотрясений.

В спектрах всех записанных лунотрясений выделяются несколько максимумов: самый интенсивный — 13,6 земных суток, в 2—5 раза слабее — два экстремума (27,2 и 206 суток). На самой «долгоживущей» станции — «Аполлон-12» (в Море Познания, на юго-восточной окраине Океана Бурь) намечается еще и 6-летняя периодичность. Цифры эти знакомы астрономам: они фигурируют в спектрах разложения приливных сил. 27,2 суток — нодикальный месяц, период широтной либрации; 25—28,5 суток — аномалистический месяц, долготная либрация; 206 суток (7,5 аномалистических месяцев) — изменение эксцентриситета лунной орбиты; 6 лет — расфазировка из-за различий аномалистического и нодикального лунных месяцев.

Причем количественное соответствие амплитуды приливной силы и энергии лунотрясений удалось получить, лишь когда были учтены взаимодействия Земли, Луны и Солнца — в выражение для приливной силы был введен пертурбационный



коэффициент (Ю. Н. Авсюк, ИФЗ РАН).

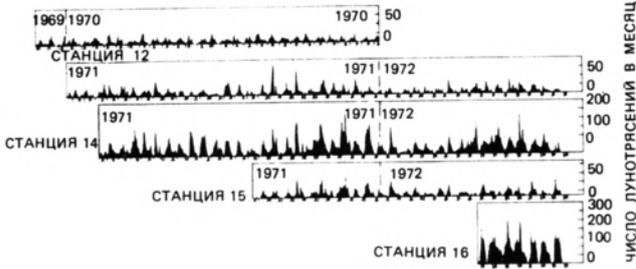
### ЦЕПОЧКИ ОЧАГОВ

Внимательное рассмотрение тысяч сейсмограмм позволило обнаружить и другие штрихи полной картины приливной сейсмичности. Эпицентры лунотрясений (выявлено более 80 таких зон) образуют **три пояса**, которые как бы перевязывают видимую часть лунного тела вертикально (север-юг) и в направлении на северо-запад и северо-восток. Пояса узкие — 200—300 км шириной, но длинные — по 1500—2000 км, связанные «узлом» на экваторе, чуть западнее центра видимого диска. Наверное, счастливая интуиция вела сейсмологов, поставивших вблизи этого «пупа» сейсмичности Луны две станции (в том числе и самую «долгоживущую»). Вне поясов эпицентры отсутствуют, нет их и в горном рай-

Структура и физические свойства лунных недр. На левой вертикальной шкале показана глубина всех оболочек Луны. Приведены гистограммы распределения с глубиной очагов приливных (красный цвет) и тектонических (коричневый цвет) лунотрясений

оне Декарта (юго-восточный квадрат видимого диска), но добавим, что один «сигналил» с обратной стороны Луны.

Сами гипоцентры (очаги) прячутся глубоко в недрах, почти посередине от поверхности до центра. Глубины их (800—1150 км) меняются довольно резко и, видимо, очерчивают неровности зоны сочленения внешней жесткой оболочки Луны с внутренней размягченной, подплавленной. Этот контрастный рельеф способствует концентрации приливных напряжений (согласно теоретическим представлениям В. Н. Жаркова) на стыке твердой и жидкой сфер.



Календарь лунотрясений, построенный по данным наблюдений сейсмических станций «Аполлон-12, -14, -15 и -16». Видны периодические изменения числа лунотрясений

### СЦЕНАРИЙ ТРИГГЕРНОГО МЕХАНИЗМА

Осталось дополнить картину приливо-обусловленной сейсмичности Луны еще несколькими характерными деталями. В каждом очаге толчки сохраняют форму импульса и направление первого движения; энергия единичного толчка мизерная —  $10^7$ — $10^9$  эрг, магнитуда — 0,5—1,3, частотные спектры имеют столбообразную часть; по энергии доминируют поперечные волны. Наклон графика повторяемости лунотрясений (зависимость числа толчков от их энергии) вдвое круче, чем у земных и лунных сотрясений тектонической природы. Стало быть, под действием приливов Луна предпочитает трястись часто, но слабо. Обратим внимание на то, что в теле Луны имеется **асейсмичная оболочка** в интервале глубин 300—800 км (выше располагаются тектонические очаги, а ниже — гипоцентры приливных лунотрясений).

Для модели небесного тела с размягченной центральной сферой размером 0,4 радиуса, каким является Луна, американские ученые

рассчитали распределение приливных напряжений, деформаций, плотности энергии. Локальный максимум плотности энергии приходится как раз на глубину приливных гипоцентров. Если разрыв происходит в блоке размером в десятки километров (а об этом говорит повторяемость формы сигналов) и в сейсмическую энергию переходит 1 % приливной (как на Земле), то этого одного процента должно хватить для осуществления индивидуального толчка. И действительно, сброс напряжений в очаге, по сейсмическим данным, 0,1 бар, тогда как расчетные приливные напряжения составляют более 0,2 бар. Особенности сейсмограмм показывают, что в очаге лунотрясения вдоль одиночных или нескольких близких параллельных сбросов периодически сдвигаются блоки. Это скорее всего говорит о том, что нижняя часть лунной мантии изначально была сложена метеоритами с преобладающим размером 10—20 км, полностью не переплавленными и не сцементированными.

Отсутствие гипоцентров лунотрясений на промежуточных глубинах (300—800 км), согласно расчетам, объясняется слабостью сжимающих напряжений. Они максимальны в центре и достаточно сильны в зоне приливных гипоцентров, мини-

мальны — на промежуточных глубинах, а на глубинах мелкофокусных толчков имеют локальный максимум.

Как же происходят приливные сейсмические толчки на Луне? Ю. Н. Авсюк предлагает такой сценарий. Дважды в месяц, в новолуние и полнолуние, пертурбационные составляющие приливных силы становятся максимальными. Луна получает дополнительное ускорение к Земле, и ее центральная размягченная сфера начинает давить на жесткую литосферу. Подобное давление может периодически «срывать» лишь небольшие трещины в зоне контакта. Так действует своеобразный приливный поршень, «качающий» сейсмический процесс. Этим объясняется малая магнитуда, повторяемость формы сигналов, малые размеры и горизонтальная ориентация плоскости разрыва.

Итак, большинство толчков дважды в месяц производятся непосредственно приливными силами. Но существуют относительно более редкие и сильные толчки тоже приливной природы, приуроченные к особым, характеристическим фазам Луны. Для них энергии единичного нажатия «приливного поршня» недостаточно, она играет скорее триггерную роль.

Особенно это заметно в управлении тектоническими лунотрясениями. Оказалось, что попеременное «включение» этих редких, выделяющих немалую энергию мелкофокусных толчков в восточном и западном полушариях Луны соответствует временному ходу разности приливных сил, приложенных вдоль параллели.

Гравитационный «спусковой крючок» понижает в этом случае напряжения, накопленные при прохождении приливной волны за много циклов и в ходе вековых лунно-динамических процессов, которые хоть и слабо, но все

еще идут на Луне и связаны с ее остыванием, давлением масконов, частичной конвекцией.

## ЛУНОТЯСАНИЯ ПОМОГАЮТ ПОНЯТЬ ЗЕМЛЕТЯСЕНИЯ

Миллиарды лет неуклонно удаляется от Земли ее космическая «сестра», младшая по рождению, но старшая по развитию. «Анемичная» Луна, на которой все процессы как бы заторможены, может служить идеальной моделью при исследовании процессов сложной жизни планеты Земля. Прежде всего это касается роли косми-

ческих (гравитационных) факторов. Своеобразный мониторинг сейсмичности Луны обнаружил периодические компоненты приливных сил, а это несомненно поможет находить и идентифицировать эти компоненты в режиме земных сотрясений.

При отсутствии шумов и активной тектоники на Луне отчетливо проявляется триггерная роль приливных сил Земли. Влияние приливов Луны на Земле, конечно, слабее, но оно все-таки существует, и в ряде случаев, когда землетрясение практически «созрело», эта «последняя капля» может переполнить «чашу тектоническо-

го терпения» земных пород.

Очень важно, что моделирование (причем в чистом виде) эффекта наведенной сейсмичности на Луне поможет прогнозированию и расчету сейсмического влияния на техногенную деятельность на Земле (наполнение искусственных водоемов, бурение нефтяных скважин).

Посылая на Луну астронавтов и устанавливая там сейсмометры, земляне получили не только уникальные знания о Луне, но и «сквозь испещренное кратерами, запыленное лунное окно» (выражение американского астронавта) более пристально посмотрели на Землю.

## НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»

### Еще о биоритмах

С.-Петербургское отделение издательства «Наука» выпустило в 1992 г. книгу «Биоритмы, космос, труд» (авторы — В. С. Новиков и Н. Р. Деряпа). Ответственный редактор книги член-корреспондент РАМН, действительный член Международной академии астронавтики Н. А. Агаджанян в своем предисловии обосновывает актуальность книги и отмечает интерес, который она представляет для специалистов и всех тех, кого волнуют проблемы биоритмологии.

Книга «посвящается космонавтике» и содержит изложение современного состояния медицинской биоритмологии. Особое внимание в ней уделяется суточным и сезонным биоритмам, их специфике в условиях Арктики и Антарктиды, длительных экспедиций, при напряженном физичес-



ском и умственном труде. Формируются принципы хронодиагностики, доступные для практического применения.

В книге восемь глав: «Космос и биоритмы», «Экология и адаптация», «Адаптация по циркадианным часам» (о суточных биоритмах), «Циркануальные ритмы адаптации» (о суточных биоритмах); «Биоритмы и труд», «Биоритмы при экстремальных воздействиях», «Элементы хронодиагностики», «Управление адаптационным процессом» (неспецифическая профилактика и фармакология здорового человека). Приведен обширный список литературы по всем затронутым в книге проблемам.

Авторы стремятся убедить читателей в важном значении биоритмов, в несомненности связи их со здоровьем и настроением людей, показывая это на примере защитных функций, обеспечивающих устойчивость организма к различным неблагоприятным воздействиям. Читателям предоставляется возможность еще раз задуматься о сложном характере космических и экологических связей, о социальных и природных ритмах, в условиях которых формируется и существует организм человека.

## «Галилео»: новые результаты

В. В. ШЕВЧЕНКО,  
доктор физико-математических наук  
ГАИШ МГУ

Напомним, что, стартовав в октябре 1989 г., «Галилео» в феврале 1990 г. миновал окрестности Венеры, вернулся к Земле в декабре того же года и по огромной дуге ушел в пояс астероидов (Земля и Вселенная, 1992, № 4, с. 26.— Ред.). Там в октябре 1991 г. он сблизился с Гаспррой и опять устремился к Земле. Новое свидание с нашей планетой — в декабре 1992 г.

Каждую свою встречу в космосе «Галилео» документировал видеозаписями: на станции космической связи поступили многочисленные изображения Земли, Венеры и Луны. Технические неприятности с основной остронаправленной антенной помешали передать все изображения Гаспрры — на Земле получен лишь один снимок (Земля и Вселенная, 1992, № 5, с. 52). Остальные хранятся на борту аппарата, и ученые ждут удобного случая для подачи команды на начало их трансляции. По-видимому, это



**Основная цель длительного путешествия «Галилео» по Солнечной системе — Юпитер и его спутники, но особенности сложной траектории аппарата таковы, что попутно он может исследовать Венеру, Землю, Луну и два астероида (Гаспру и Иду). Первый виток «космической прачи» позади, получены первые научные результаты.**

произойдет во время нового сближения с Землей.

Но из полученной информации наиболее значительными были, пожалуй, съемки Луны: впервые ее поверх-

ность изучалась с борта космического аппарата с помощью многоканальной спектральной видеотехники. Подобные изображения, конечно, можно получить и с Земли, и они есть в распоряжении исследователей Луны, но спектральные снимки значительной части обратного полушария были получены впервые. Это результат не только количественно, а качественно новый, поскольку материковый щит Луны предстает перед нами теперь не просто как светлый покров, занимающий 84 % всей поверхности лунного шара, но как сложный комплекс древнейших в Солнечной системе горных пород. Итак, рассмотрим более подробно, как все это происходило.

### ХРОНИКА НАУЧНОЙ РАБОТЫ «ГАЛИЛЕО»

10 февраля 1990 г. в 5 ч 55 мин Всемирного времени аппарат сблизился с планетой Венера до наименьшего расстояния — 16124 км. Не-

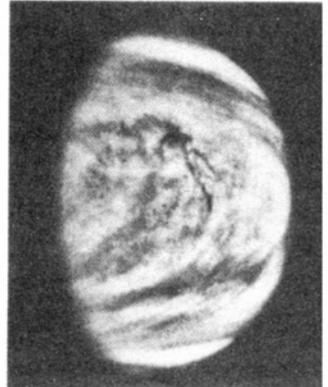
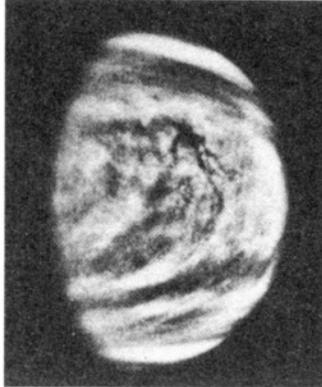
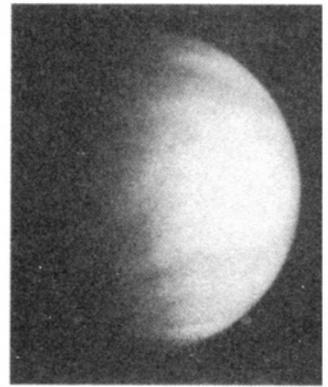
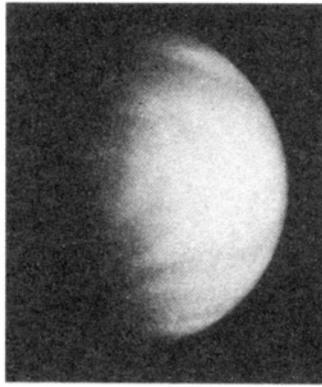
сколько дней продолжались разнообразные исследования, позволившие, в частности, проверить в реальном полете аппаратуру, которой предстояло принять участие в 11 экспериментах.

Уже после пролета Венеры с расстояния около 3 млн км ПЗС-камерой (впервые межпланетный космический аппарат оснащался подобной видеосистемой) были получены изображения полного диска планеты, где можно проследить динамику самых верхних облачных слоев ее атмосферы. На снимках, с интервалом в 2 ч (специальная обработка дала возможность повысить контраст изображения) хорошо заметно перемещение стабильных облачных образований, причем оно идет в «обратном» направлении.

Еще более интересными оказались результаты съемок ночной стороны Венеры в ближней инфракрасной области спектра. Использовался 408-канальный спектрометр, способный в диапазоне от 0,7 до 5,2 микрон построить изображение на выбранной длине волны и одновременно для каждого элемента получить полный спектр.

Инфракрасная съемка позволила заглянуть на 10—15 км под видимый поверхностный слой облачности планеты. Здесь, на высотах 50—58 км над поверхностью, обнаружен слой с очень сильными турбулентными процессами, возникающими при вертикальном выносе тепла из нижних атмосферных слоев.

Значительные исследования произведены магнитометрической аппаратурой. Венера не имеет заметного магнитного поля, но в ее ионосфере идут интересные для геофизиков процессы взаимодействия с ионизованными частицами солнечного ветра. Оказалось, что энергетические характери-



стики этой зоны в сотни и тысячи раз превышают расчетные величины.

Через несколько месяцев, в декабре 1990 г., «Галилео» вернулся к Земле. Со скоростью 8,9 км/с аппарат промчался на высоте 960 км над Атлантикой и вошел в новый виток «космической пращи». Камеры «Галилео» продолжали съемку нашей планеты еще в течение нескольких дней после прохождения точки наибольшего сближения. Особенно впечатляющими, по-видимому, станут 1500 последовательно снятых кадров, которые образуют как бы ускоренную съемку вращения Земли. Первые снимки были сделаны с расстояния около двух миллионов километров.

Взаимное положение Земли и удаляющегося от нее аппарата было таким, что большую часть видимого

Такой увидел Венеру «Галилео»

диска занимало южное полушарие, поэтому перед камерами «Галилео» прошли Южная Америка, Антарктида и Австралия вместе с причудливо изменяющимися картинами облачного покрова Земли. Съемка велась через три фильтра (красный, зеленый и фиолетовый), что позволило реконструировать цветные изображения. В это же время работал и многоканальный спектрометр, он передавал на Землю спектральные карты некоторых ее районов. Так, на спектральном изображении Австралии зафиксированы результаты дистанционного зондирования природных объектов и атмосферных явлений над ними. Этим же прибором



Снимок Земли с борта «Галилео»

исследовалась и верхняя атмосфера Земли. Спектры показали присутствие водяных паров, кислорода, метана и других составляющих верхних слоев атмосферы.

И наконец в середине второго витка по вытянутой орбите вокруг Солнца «Галилео» встретился с первым на своем пути астероидом Гаспрей.

## А БЫЛО ЛИ МОРЕ МИРНОЕ?

Первые изображения западного полушария Луны из космоса, включая значительную часть обратной стороны, были получены и переданы на Землю автоматической межпланетной станцией «Зонд-3» в 1965 г. (Земля

и Вселенная, 1965, № 4, с. 2.— Ред.). Примерно половина отснятой площади — видимая сторона, и другая половина — обратное полушарие (меридиан с долготой 90° делил лунный диск почти пополам). Солнце стояло почти в зените над Морем Восточным. В условиях полнолуния (по отношению к точке съемки из космоса) освещения очертания темного покрова Моря Восточного выделялись особенно хорошо. Его восточную кромку при благоприятной либрации можно заметить на самом краю видимого диска и с Земли. Снимки, переданные «Зондом», впервые позволили увидеть все образование целиком. Оказалось, что область темных лав окружена светлыми кольцами, по форме очень близкими к концентрическим окружностям, и само море заключено в кольцевую структуру, которая на видимом полушарии отождествлялась как Го-

ры Рука и Кордильеры. Между этими горными кольцами в той их части, которая еще видна с Земли, темными прожилками располагались Море Весны и Море Осени — небольшие удлиненные вкрапления неправильной формы. На снимках с «Зонда-3» между кольцами гор можно было видеть еще одно темное образование, расположенное на юго-западной границе Моря Восточного. По аналогии с другими деталями этого района вновь обнаруженную формуцию участники эксперимента «Зонд-3» интерпретировали как морское образование и предложили наименовать **Морем Мирным**.

Год спустя начались систематические съемки Луны с использованием американских искусственных спутников серии «Лунар орбитер». В числе других снимков на Землю поступили изображения района Моря Восточного при освещении косо падавшими лучами Солнца. В этих условиях темная или светлая окраска поверхности практически не различается, но хорошо заметны все образования рельефа. Интерпретаторы снимков, полученных с «Орбитеров», не могли различить темную поверхность на месте Моря Мирного, но зато хорошо видели изрезанный рельеф в пределах этого образования, сильно отличающийся от типично морской равнинной местности.

В результате название «Море Мирное» было отвергнуто за отсутствием типичного морского образования. Но что же в таком случае располагается на юго-западной окраине Моря Восточного?

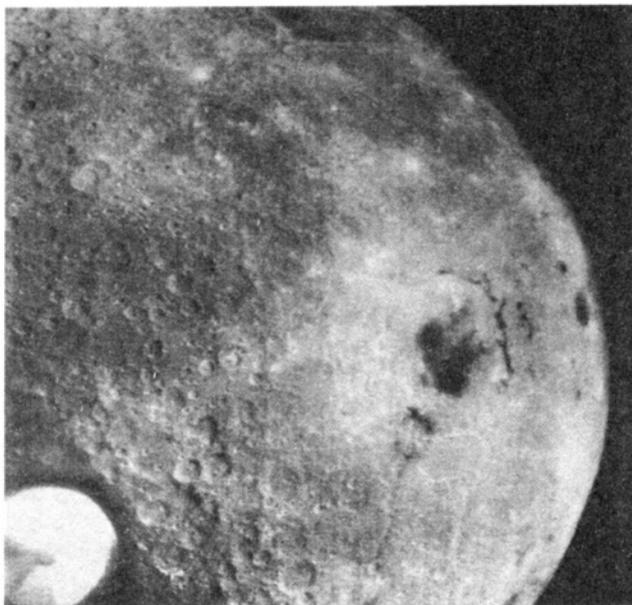
В 1968—70 гг. космические аппараты, первоначально предназначавшиеся для пилотируемого облета Луны, выполнили его в автоматическом режиме и, сфотографировав лунный шар, воз-

вратились на Землю. На снимках, доставленных аппаратами, было запечатлено западное полушарие Луны. Море Восточное и окружающие его образования располагаются примерно в центре диска.

Условия съемки и качество полученных изображений позволили выполнить сложный фотометрический анализ исследуемой поверхности и построить карты альбедо. Эти результаты дали представление о химическом составе поверхностных пород и степени их переработки (зрелости грунта, как говорят специалисты). Выяснилось, что единый материк, который представляет собой невидимое полушарие Луны, неоднороден ни по составу пород, ни по зрелости грунта.

Снимки всего диска Луны и съемка вдоль маршрута полета аппарата «Зонд-8» позволили провести селенодезические измерения. Впервые получили данные о высотах местности на обратной стороне. Оказалось, что материковый щит в этой части лунного шара возвышается на 5—6 км над средним уровнем Луны (сферой с радиусом 1738 км), а к юго-западу от Моря Восточного обнаружилась громадная депрессия, простирающаяся до самого южного полюса. Диаметр этой впадины достигает 2000 км, а центральная часть ниже окружающей местности на 6—8 км. Не менее, чем на 4 км углублено и темное дно впадины Моря Восточного.

Весьма интересными оказались новые сведения о Море Мирном. Выяснилось, что темный материал сосредоточен внутри кольцевой впадины и как бы покрывает гонким слоем многочисленные неровности этой необычной структуры. Глубина темного кольца меньше, чем соседнего Моря Восточного, но



все же достигает 1—2 км.

Когда весной 1990 г. в Университете им. Брауна (г. Провиденс, США) обсуждались возможности исследования Луны с борта «Галилео» во время первого пролета мимо Земли, автор предложил американским коллегам обратить внимание на необычный объект на окраине Моря Восточного. Началась дискуссия о его вероятной природе. После обсуждения различных предположений пришли к выводу, что вещество темного кольца может оказаться редким для Луны видом пирокластического материала (продуктом вулканических извержений).

Является ли Море Мирное настоящим морем предстояло выяснить «Галилео».

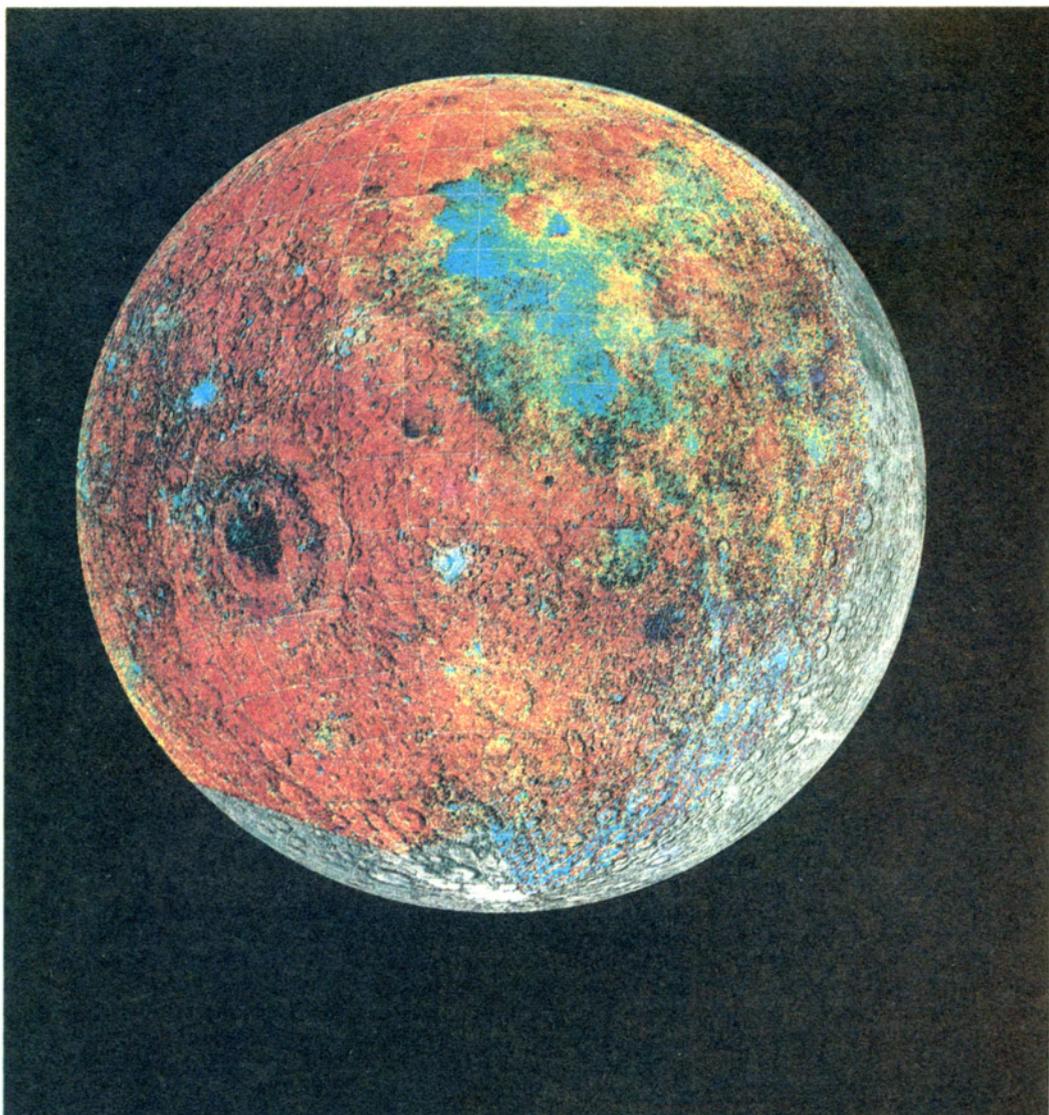
#### ЦВЕТА ОБРАТНОЙ СТОРОНЫ...

Съемку Луны «Галилео» начал в день его наибольшего сближения с Землей — 8 декабря 1990 г., когда их разделяло около 350 000 км, т. е. примерно такое же

Первый снимок западного полушария Луны, полученный с борта автоматической станции «Зонд-3»

расстояние, как от Земли до Луны, и по разрешению деталей на лунной поверхности (порядка 8 км) условия были аналогичны наземным наблюдениям (съемка с «Зондов» производилась при средних расстояниях около 10 000 км, и разрешение было в несколько раз более высоким). И все же основное достоинство изучения Луны с борта «Галилео» — не разрешение мелких деталей рельефа, а возможность увидеть обратную сторону Луны буквально в новом свете.

Многоканальная система спектральной съемки, разработанная для исследования Юпитера и его спутников, в лунном эксперименте использовалась не полностью: два канала с «метановыми» фильтрами остались незадействованными.



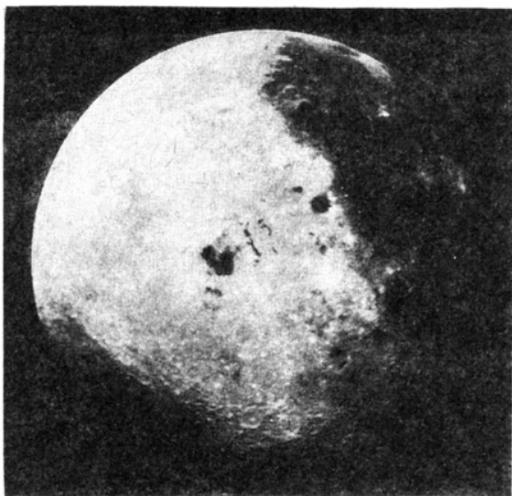
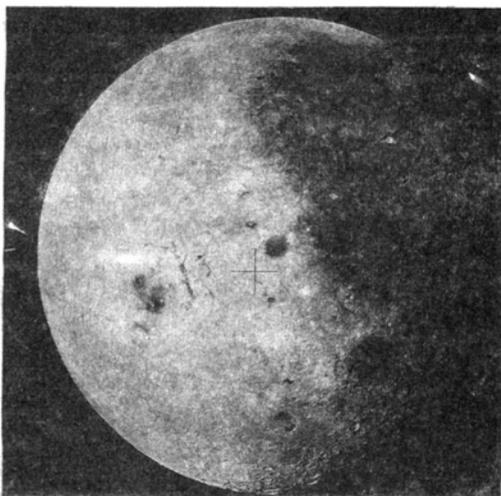
Комбинированное спектрозональное изображение, построенное по результатам спектральных съемок «Галилео»; область западного полушария Луны

Три фильтра, с которыми проводились исследования, «вырезали» спектральные области со средними длинами волн 0,41, 0,76 и 0,99 мкм. Затем, сопостав-

ляя попарно эти снимки, получали соотношение интенсивностей, (в дальнейшем они будут условно обозначаться просто спектральными отношениями длин волн для каждого фильтра). Итогом такого комбинирования первоначальных снимков стали изображения, где условными цветами переданы особенности минералогического состава поверхностных пород.

Общая структура лунных спектров такова, что в области 0,4—0,76 мкм идет плавный рост интенсивности отраженного света, а в ближней инфракрасной области (0,9—1,1 мкм) наблюдается несколько полос поглощения, глубина и положение которых зависят от содержания в породах минералов, обогащенных железом и магнием.

Для поверхности, покры-



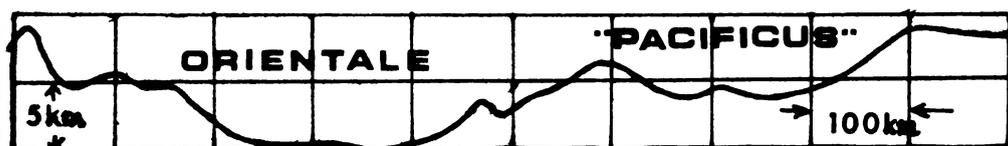
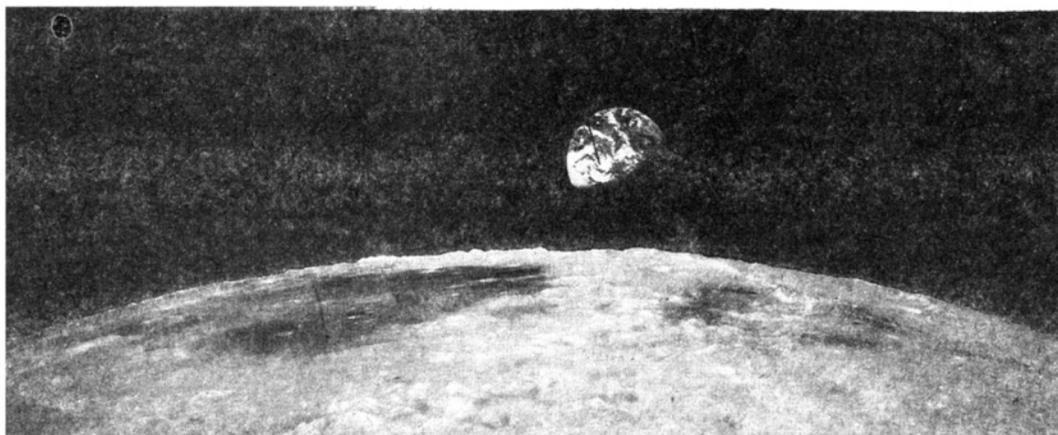
той морскими базальтами, различие в величинах отношения  $0,41/0,76$  мкм, визуально выделенное вариациями красного и синего тонов комбинированного изображения, показывает содержание титана в породах. Синий или сине-зеленый тона соответствуют титанистым базальтам, по химическому составу близким породам в месте по-

садки космического корабля «Аполлон-11», а оранжево-красный оттенок указывает на распространение пород с низким или средним содержанием титана (такие образцы доставили на Землю экипажи космических кораблей «Аполлон-12» и «Аполлон-15»).

В материковых областях красный цвет соответствует зрелым полевошпатовым

Западное полушарие Луны. Слева — снимок, доставленный на Землю автоматической станцией «Зонд-8», справа — изображение, переданное с борта «Галилео»

Море Восточное и Море Мирное (снимок сделан с борта «Зонда-8») и высотный профиль, проведенный через оба образования



грунтам с высоким содержанием кальция и алюминия и низким процентом железа и магния. Образцы подобных пород были доставлены на Землю с места посадки «Аполлона-16».

«Свежие» кратеры ударного происхождения, обнажившие породы с низким содержанием железа и магния, обозначились синим цветом, те же, выбросы которых состоят из пород с более высоким содержанием железа и магния, имеют светло-зеленый оттенок. Зеленые тона в комбинированном изображении начинают доминировать, когда сказывается влияние высоких значений спектрального отношения  $0,76/0,99$  мкм. Появление этого цвета свидетельствует о значительной доле мафических (очень темных) минералов в поверхностных породах. Например, свежие кратеры в морских районах отличаются зеленой окраской от окружающих областей, покрытых более зрелыми грунтами.

Вот так, заиграв необычными цветами, обратная сторона раскрыла тайну своих недр — их минералогический состав и происхождение.

А что же Море Мирное? Что можно сказать об этом загадочном объекте в свете новых данных? Подтвердился вывод о возникновении его темного покрова, сделанный два года назад на встрече в Провиденсе, причем данные «Галилео» позволяют внести еще и дополнительные уточнения. Спектральные характеристики образования, называвшегося Морем Мирным, говорят — темные отложения, вероятно, состоят из черных стекло, подобных тем, что собраны вблизи места посадки космического корабля «Аполлон-17».

Итак, Море Мирное оказалось не морем, но все же тайна этой структуры до конца не разгадана. Кольцо диа-

метром 200 км, усыпанное черными каплями застывшего стекла, продолжает оставаться одной из загадок лунного мира.

## ПОЧТИ СМЕРТЕЛЬНЫЙ УДАР

Вернемся к другому замечательному образованию на обратной стороне Луны, упомянутому ранее, — к гигантской впадине или, как ее еще называют, бассейну, вблизи южного полюса. Его внешнее кольцо имеет диаметр 2200—2500 км. Внутри него уместились такие довольно крупные образования, как кратеры Аполлон (диаметр 491 км), Шредингер (320 км), Планк (355 км) и даже небольшое Море Мечты. Большое количество кратеров, приходящихся на единицу площади внутри бассейна, говорит о том, что время его появления относится к ранним периодам лунной истории и его возраст не менее 3,9 млрд лет!

Данные «Галилео» показали, что внутри границ бассейна существует область мафических пород диаметром около 1400 км. Она выделяется аномально низким для материковых районов значением отношения  $0,41/0,76$  мкм, что проявилось в желтой окраске всего региона.

По данным «Зондов», эта область лежит внутри впадины, дно которой ниже окружающего материка на 10—12 км. Кроме того, с этой депрессией совпадает большая отрицательная аномалия силы тяжести, что крайне необычно, ведь бассейны видимого полушария, заполненные темными породами (круговые моря), наоборот, всегда совпадают с наибольшими положительными гравитационными аномалиями.

«Желтое пятно» гигантской депрессии окружено ореолом пород, окрашенных на изображениях синим цветом, характеризующихся вы-

сокой степенью зрелости грунта. Можно предположить, что «синий ореол» выделяет выходы того слоя, который расположен между глубинным мафическим материалом и типичными для лунных материков (красный оттенок) верхними полевошпатовыми породами.

Обобщая известные теперь сведения об одном из самых крупных и самых древних образований Луны, можно предположить, что мы видим след грандиозного столкновения молодой Луны с довольно крупным телом. Событие такого масштаба должно было потрясти весь лунный шар: ведь размеры оставшейся после удара впадины превышают лунный радиус (!). Даже если глубина такого кратера была бы существенно меньше одной десятой его диаметра, удар должен был проникнуть почти до границы коры и мантии. Только в этом случае можно объяснить появление внутри впадины значительного количества мафических пород и обнажение вышележащих слоев литосферы. И все же «запас прочности» молодой Луны, пережившей этот почти смертельный удар и сумевшей уцелеть, не развалившись на множество осколков, вызывает удивление.

Ранее следы подобных столкновений были обнаружены на поверхности некоторых спутников планет-гигантов. Теперь, после разнообразных исследований наиболее близкого к нам небесного тела, убедились в существовании следа древнейшей катастрофы на поверхности нашей соседки — Луны.

Несколько лет тому назад была высказана интересная гипотеза об ударном происхождении самой Луны: тело величиной с Марс со своим ударом вырвало «кусок» Земли, раздробившись на множество осколков, из которых затем и воз-

ник единственный необычно крупный спутник нашей планеты. Возможно, что бассейн в его южном полушарии возник, когда один из последних осколков-спутников Земли столкнулся с новожденной Луной.

Тем временем «Галилео», выйдя из пояса астероидов, вновь устремился к Земле. В декабре 1992 г. — новая

встреча в системе Земля — Луна. На этот раз пролетная траектория по отношению к Луне расположена так, что появится возможность исследовать район северного ее полюса. Эта область отличается не меньшим числом тайн, чем южный полюс, разгадка которых, возможно, приблизит нас к решению вопроса о про-

исхождении и истории формирования лунного рельефа. Кроме того, район северного полюса может стать местом размещения обитаемой лунной базы. Поэтому новые спектральные съемки Луны с борта «Галилео» приобретут не только научное, но и практическое значение.

## Информация

### Ультрафиолетовое излучение в Антарктике удвоилось

Метеорологи американской станции Палмер в Антарктике Дж. Фредерик и Э. Альбертс, проанализировав данные ультрафиолетового излучения Солнца у поверхности Земли, обнаружили неожиданный феномен. В разгаре лета южного полушария — в декабре 1990 г. — интенсивность

излучения вдвое превышала ту, что регистрировалась здесь до возникновения (или, по крайней мере, до открытия) озоновой дыры над Антарктидой. К тому же высокий уровень ультрафиолета поддерживался намного дольше, чем его максимумы в течение двух предыдущих лет. Наблюдатели сделали вывод, что озоновая дыра увеличивается и озоноразрушающие газы продолжают поступать в верхнюю атмосферу Антарктики.

В самом начале весны истощение озонового слоя здесь сперва не приводило к заметному росту ультрафиолетового излучения, поскольку светлая часть суток вес-

ной не так велика, а Солнце находится низко над горизонтом. Но малое количество озона сохранялось и в самом конце года (в декабре), и тогда высокое положение Солнца над горизонтом и прибавление длительности дня стимулировали резкое увеличение солнечного ультрафиолетового излучения.

Исследователи считают, что в данном регионе планеты ультрафиолетовый поток Солнца никогда не достигал такой высокой интенсивности (даже во время зарождения земной озоносферы):

New Scientist, 1992, 133, 1804

### Парламент к землетрясению готов!

9 октября 1991 г. в половине пятого вечера здание Законодательного собрания Республики Коста-Рика огласилось тревожным криком: «Землетрясение!» Сотрудники Государственного комитета по чрезвычайной обстановке помогли членам парламента, служащим и посетителям быстро эвакуироваться в безопасные зоны. Через считанные минуты появились машины скорой помощи, пожарные и полицейские патрули. Затем появились «раненые», улицы, примыкающие к главным правительственным учреждениям, быстро оцепила полиция...

Тревога была учебной. Ее объявили в специально провозглашенный ООН Международный день сокращения ущерба от природных бедствий. Эвакуации костариканского парламента предшествовала официальная церемония, на которой президент Законодательного собрания призвал коллег сделать все возможное, чтобы не повторялись трагедии, связанные с землетрясениями в этой стране (территория ее входит в сейсмоактивную зону Центральной Америки). Учения провели и в столичных школах, где педагоги рассказали детям, как вести себя во время сейсмического толчка. Во втором по величине городе страны — Картаго — имитировали условия работы местной больницы в случае крупной дорожной катастрофы, сопровождающейся десятками жертв...

По-иному отметили этот Меж-

дународный день японцы. В Токио собралось около 600 специалистов из 39 стран, среди них — администраторы, чиновники, врачи неотложной помощи, связисты, пожарные и, конечно, ученые — сейсмологи и метеорологи. Собрание специалистов заслушало экспертов, предлагавших сценарии подготовки к землетрясению и устранения его последствий.

Все это делается в рамках идущего уже третий год Международного десятилетия сокращения ущерба от природных бедствий, который проводится под эгидой Организации Объединенных Наций. Каждая страна вносит свой вклад. Швейцария, например, отметила его конференцией, посвященной страхованию жизни и имущества, находящихся под угрозой естественных катастроф...

Stop Disasters, 1992, 5

## На орбите — комплекс «Мир»

В сентябре — ноябре 1992 г. на борту орбитального комплекса «Союз ТМ-15» — «Квант» — «Квант-2» — «Мир» — «Кристалл» — «Прогресс М-14» продолжалась работа 12-й основной экспедиции.

**3 сентября.** Космонавты Анатолий Яковлевич Соловьев и Сергей Васильевич Авдеев совершили первый из четырех запланированных выходов в открытый космос. Цель — монтаж на внешней поверхности комплекса ферменной конструкции «Софора» (Земля и Вселенная, 1992, № 2, с. 47. — *Ред.*). Для транспортировки в зону работ необходимого оборудования космонавты использовали грузовую телескопическую стрелу. Операция по установке фермы заняла лишь семь минут. Всего же в открытом космосе экипаж провел 3 ч 56 мин.

**4—5 сентября.** Космонавты занимались подготовкой скафандров и оборудования к очередному выходу, а следующий день был посвящен отдыху.

**7 сентября.** Второй выход в открытое космическое пространство начался в 15 ч 47 мин. Целью работы на этот раз стало прокладывание вдоль фермы кабеля для выносной двигательной установки (ВДУ). В ходе работы космонавты укрепили три подкоса к основанию фермы для повышения ее прочности. Космонавты сняли с вершины грузовой стрелы флаг СССР, водруженный предыдущим экипажем. Практически от флага к этому времени ничего не осталось — лишь штык и обрывки нитей.

Экипаж вернулся в помещенную станцию в 22 ч 55 мин, проведя в космосе 5 ч 08 мин.

**8—9 сентября.** А. Я. Соловьев и С. В. Авдеев готовили скафандры и оборудование к следующему выходу в космос, а 10 сентября отдыхали.

**11 сентября.** Входной люк станции был открыт 13 ч 06 мин. Кос-

монавты вышли на внешнюю поверхность комплекса и приступили к монтажу ВДУ на ферме «Софора». Для этого ферма была наклонена к модулю «Квант», где находились космонавты, а затем, после фиксации ВДУ, приведена в прежнее положение. Поскольку космонавты, как и во время предыдущих выходов, работали с опережением графика, на этот раз специалисты из ЦУПа разрешили им провести во время этого выхода завершающие операции по монтажу, первоначально планировавшиеся на 4-й выход. Космонавты успешно выполнили все работы и вернулись на станцию после 5 ч 44 мин пребывания вне ее.

**12 и 13 сентября.** Космонавты вновь готовились к дальнейшей работе в открытом космосе, а **14 сентября** отдыхали.

**15 сентября.** Командир экипажа и бортинженер выполнили очередную этап работ на внешней поверхности комплекса. Они покинули станцию в 11 ч 49 мин, затем перешли на приборно-стыковочный отсек модуля «Кристалл» и перевели антенну радиотехнической системы «Курс» в положение, необходимое для предстоящей стыковки с кораблем, на котором будет установлено андрогинно-периферийное стыковочное устройство (именно такое устройство будет применено на «Буране»). После этого космонавты сняли с экспериментальной солнечной батареи несколько фрагментов фотоэлементов для дальнейшего их изучения на Земле.

Продолжительность выхода составила 3 ч 33 мин.

**19—21 сентября.** Экипаж проводил многочисленные геофизические, астрофизические исследования и съемки земной поверхности. С помощью международной астрофизической орбитальной обсерватории «Рентген» (на модуле «Квант») проведены наблюдения рентгеновской Новой в созвездии Персея.

**22 сентября.** Продолжались геофизический эксперимент «Терра-К», проведены коммерческие съемки сельскохозяйдий в Краснодарском крае и на юге Новосибирской области. Осуществлена подготовка к некоторым технологическим экспериментам и астрофизическим исследованиям.

**23—24 сентября.** Съемка Земли и материаловедческие эксперименты. На установке «Кратер-В» начата плавка по французской программе «Сверхпроводник». Ее цель — выращивание в условиях

микрогравитации монокристалла высокотемпературного сплава на основе оксидов итрия, бария и меди.

**25 сентября.** Геофизические исследования.

**28 сентября.** Экипаж проверял готовность возможности срочной эвакуации со станции. Такие тренировки проводятся регулярно и включены в программу полета. На установке «Кратер-В» завершена 130-часовая плавка (программа «Сверхпроводник»). Фотоаппаратурой МКФ-6МА, работающей в автоматическом режиме, выполнены съемки некоторых районов Европы, Украины и Казахстана.

**29—30 сентября.** Продолжались геофизические и астрономические наблюдения. Космонавты занимались дооснащением станции.

**1 октября.** Начаты сборка и испытание прибора АДП-4 (анализатор динамических процессов), предназначенного для измерения нагрузок на корпус станции при выполнении космонавтами физических упражнений. Поскольку с оптического звездного датчика перестала поступать информация, пришлось провести осмотр и проверку его соединений.

**2—6 октября.** Продолжались геофизические, астрономические и материаловедческие эксперименты и наблюдения.

**7 октября.** Космонавты проверили неработающую аппаратуру «Природа-5», отремонтировали второй гироскоп на модуле «Квант», фотографировали земную поверхность.

**8 октября.** Продолжались съемки Земли. Проведен эксперимент «Пилот» (отработка навыков ручного управления станцией).

**9—10 октября.** По заявкам ряда агропредприятий А. Я. Соловьев и С. В. Авдеев провели очередную серию геофизических исследований и съемок сельскохозяйдий в южных районах СНГ. С помощью спектрометра «Мария» продолжались астрофизические исследования. Космонавты выполнили съемки захода и восхода Луны в атмосфере Земли. Телекамеры МКС-2М при этом регистрировали спектральные характеристики атмосферы. Аппаратурой «Природа-5» фотографировались некоторые районы Крыма.

*По материалам  
информационного  
буллетеня «Новости  
космонавтики»  
(Продолжение следует)*

## Программа «Спейс Шаттл»: очередные полеты

48-й полет (STS-50—USML-1) начался 25 июня 1992 г. Космический корабль «Колумбия» (12-й старт) взлетел в 16 ч 12 мин всемирного времени с космодрома Канаверал, имея на борту экипаж в составе Ричарда Ричардса (3-й полет), Кеннета Бауэрсокса (1), Бонни Данбара (3), Элен Бейкер (2), Карла Мида (2), Лоуренса Де Лукаса (1) и Юджина Трина (1). В грузовом отсеке корабля находился орбитальный блок «Спейслэб», подготовленный для выполнения программы «Лаборатория USML-1». (U. S. Microgravity Laboratory — микрогравитационная лаборатория США).

В программе полета был запланирован 31 эксперимент по материаловедению, физике жидкости, горению и биотехнологии. Посадка состоялась лишь 9 июля в 11 ч 43 мин, при этом был перекрыт предыдущий рекорд длительности полета «Шаттлов» (10 сут 20 ч 21 мин). Продолжительность 48-го полета достигла 13 сут 19 ч 31 мин. Посадку пришлось совершать на полосу космодрома Канаверал, хотя она и значительно меньше, чем на а/б «Эндрю», куда предпочитают принимать загруженные «Шаттлы» весом более 92 т (посадочная же масса «Колумбии» с лабораторией «Спейслэб» достигала 103-х!).

49-й полет (программа STS-46) Корабль «Атлантис» (12-й старт) оторвался от Земли 31 июля 1992 г. в 17 ч 50 мин. Экипаж возглавил Лоран Шрайвер (3). В состав команды вошли Эндрю Аллен (1), Джеффри Хофман (2), Франклин Чанг-Диас (3), Марша Айвинс (2), Клод Николье (Швейцария, ESA, 1) и Франко Малерба (Италия, 1). В план этого, самого сложного в истории программы «Спейс Шаттл», полета входило выведение на орбиту

возвращаемой европейской автономной экспериментальной платформы «Эврика» (EVRECA — European REtrievable CArrier), и итальянский эксперимент «TSS» (Земля и Вселенная, 1992, № 3, с. 43).

Платформа «Эврика» — спутник, на его борту размещено 15 установок, на которых будет проведено более 50 экспериментов. Размеры платформы —  $2,6 \times 3,9 \times 2,5$  м, размах солнечных батарей — 20 м, а общая масса — 4,5 т, т. е. — это крупнейший аппарат, выводимый в космос ESA.

Цель эксперимента «TSS» — исследование свойств развернутой в космосе тросовой системы, проверка ее управляемости и способности вырабатывать электричество. Спутник TSS-1, размещенный в начале полета на негерметичной платформе «Спейслэб», должен был быть «отпущен», оставаясь привязанным, на расстоянии 19,2 км от корабля, а затем втянут обратно. При движении этой «связки» в магнитном поле Земли разность потенциалов между концами такой цепи должна составить около 5000 В. Спутник представляет собой алюминиевую сферу диаметром 1,6 м и массой 518 кг.

Из-за неполадок на борту «Эврика» была отделена от корабля лишь сутки спустя после запланированного срока (1 августа в 7 ч 06 мин). Через пять часов на ней были включены двигатели, и она начала переход на заданную орбиту высотой 515 км. Однако из-за того, что двигатели платформы проработали всего 6 мин из 24 запланированных, «Эврика» оказалась на орбите высотой 440 км.

Тем временем экипаж «Атлантиса» приступил к выполнению эксперимента «TSS». 4 августа спутник TSS-1 должен был быть отделен от верхушки мачты, поднятой в грузовом отсеке корабля, но этого не произошло. Лишь с 11-й попытки расстыковка удалась. Из-за задержки начала эксперимента было решено отпустить спутник лишь на 9—11 км. Однако сразу же после того, как TSS-1 начал удаляться от корабля, возникли опасные колебания троса, и пришлось притянуть спутник назад. Лишь со второй попытки астронавтам удалось провести расстыковку без проблем. С некоторыми небольшими задержками спутник отошел от «Атлантиса» на расстояние 180 м, и в этот момент трос застрял «намертво». Более 15 ч ни специа-

листам с Земли, ни астронавтам не удалось сдвинуть его с «мертвой точки». Приняли решение выйти в космос и попытаться вручную освободить застрявший трос, но в ходе последней попытки все же удалось сделать это с помощью двигателя лебедки. Спутник был подтянут обратно и причален к мачте.

В ходе этого эксперимента, хотя и не удавшегося до конца, при размахе электрической цепи в 180 м был все же зарегистрирован ток в 36 В. В этот же день, 5 августа, специалистам ESA удалось поднять орбиту «Эврики» до 507 км.

6 августа Л. Шрайвер понизил орбиту «Атлантиса» с 297 до 230 км для выполнения последующего эксперимента — исследования коррозионного действия атомарного кислорода верхних слоев атмосферы — и для заключительного цикла наблюдений Земли. В тот день орбита «Эврики» была еще чуть-чуть приподнята и началось выполнение запланированной на ее борту научной программы.

«Атлантис» совершил посадку на полосу космодрома Канаверал 8 августа в 17 ч 12 мин, продолжительность полета составила 7 сут 23 ч 16 мин.

50-й полет (STS-47). Его программой предусматривалось выведение на орбиту в грузовом отсеке корабля «Индевор» (2-й старт) орбитальной лаборатории «Спейслэб» по совместной американо-японской программе «Spacelab-1», включающей 43 эксперимента, 34 из которых — японские, 7 — американских и 2 — совместные.

Старт «Индевора» состоялся 12 сентября в 14 ч 23 мин. В экипаж, возглавляемый Робертом Гибсоном (4), вошли Кэртис Браун (1), Марк Ли (2), Джэн Дэвис (1), Джером Эпт (2), Мэй Джемисон (1) и японский астронавт Мамору Мори (1).

На борту «Индевора» в космос отправились четыре южноафриканские жабы, два японских карпа, 180 шершей, 7600 мушек — дрозофил и 30 оплодотворенных куриных яиц. Жабы, которым в первый день полета были введены соответствующие гормоны, через некоторое время отложили около 600 икринок, 457 из них были инкубированы (половина в невесо-

### «Джотто»: встреча еще с одной кометой

#### СЛАВНОЕ ПРОШЛОЕ

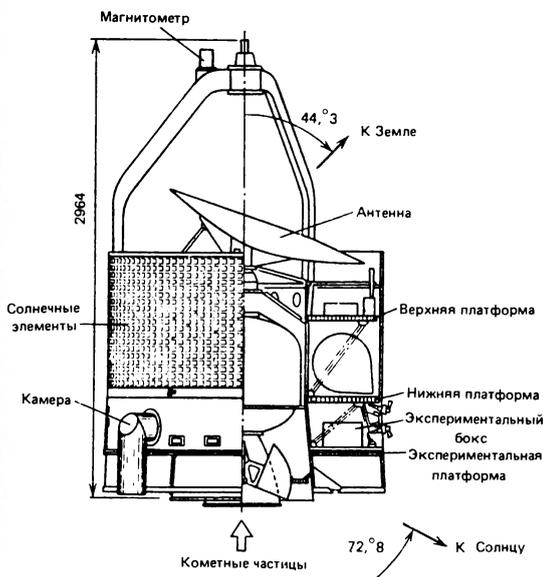
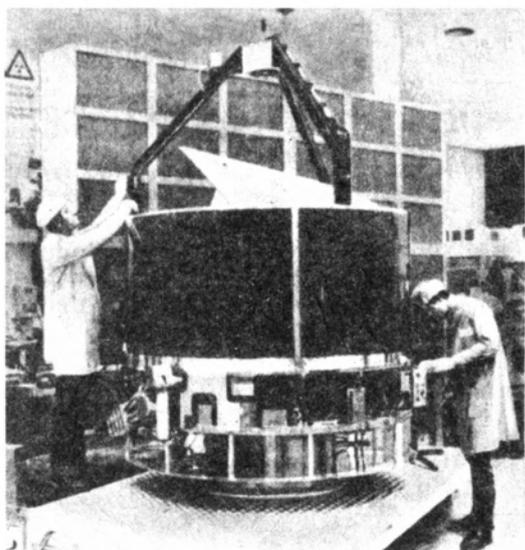
В марте 1986 г. межпланетный космический аппарат «Джотто», запущенный Европейским космическим агентством с космодрома Куру (Французская Гвиана) 2 июля предыдущего года, сблизился с кометой Галлея (Земля и Вселенная, 1985, № 6, с. 59; 1986, № 4, с. 36). Эксперимент был удачным, пресса уделила ему должное внимание, но тогда никто и не предполагал, что аппарат сможет «пережить» это событие. Ведь разведчик, посланный с Земли, казался обреченным: относительная скорость его сближения с объектом исследования достигала 68,4 км/с, так что столкновение даже с не очень крупной пылинкой, которыми окружено ядро кометы, могло бы стать смертельным.

Как и ожидалось, за несколько десятков секунд до прохождения аппарата вбли-

зи ядра кометы приборы стали регистрировать все возрастающее число столкновений с космическими частицами. За время пребывания вблизи кометы, главным образом, в пределах 2 тыс. км от нее, аппарат столкнулся с 12 тыс. пылинок. Они «содрали» с поверхности «Джотто» около 600 г его внешней защитной оболочки, слегка нарушив ориентацию оси вращения аппарата — появилось ее биение с амплитудой примерно 0,2°. В результате мощность радиосигнала, поступавшего от «Джотто» в Европейский центр космических операций (Дармштадт, Германия), снизилась на 30 дБ, и связь на некоторое время прервалась. Самое же неприятное заключалось в том, что за несколько секунд до момента максимального сближения аппарат столкнулся с относительно крупной (30 мг) частицей, повредившей некоторые приборы.

И все же, последствия этой «бомбардировки» оказались вполне терпимыми. Через полчаса биение удалось приостановить, связь возобновилась, а большинство научных приборов вообще остались в рабочем состоянии. Среди них такие важные, как спектрометр, определяющий массу космических частиц, анализатор их энергии, магнитометр и другие; частично были повреждены лишь ионный масс-спектрометр, система регистрации столкновений с частицами и два анализатора плазмы.

К сожалению, полностью вышли из строя нейтронный масс-спектрометр и цветная фотокамера (хотя сама камера и сохранилась в целости, но ее объектив, по-видимому, заслонен обломком соседнего прибора). Все это не исключало возможности использовать «Джотто» снова. Осталось лишь выбрать новую цель.



## КОМЕТА ГРИГГА-ШЬЕЛЛЕ-РУПА: ИСТОРИЯ И ХАРАКТЕР

Среди «кандидатов» оказались пять короткопериодических комет: Григга-Шьеллерупа, Хартли-2, Дю Туа-Хартли, Туттля-Джакобини-Кресака и Хонды-Мркоса-Пайдушаковой. В научном отношении разница между ними не столь уж велика, поэтому решающие критерии отбора были в основном техническими: продолжительность полета, сложность выведения на соответствующую орбиту, степень изученности орбиты каждой из комет.

В отличие от остальных случаев, когда требовалось, чтобы аппарат проделал по несколько гравитационных маневров, «путешествие» к комете Григга-Шьеллерупа было сравнительно простым. Хотя расстояние, которое предстояло преодолеть, достигало 1,8 млрд км, можно было обойтись всего одним гравитационным маневром, а встреча с объектом откладывалась ненадолго — лишь до 1992 г., в то время как остальные варианты предусматривали ее лишь в сере-

дине 90-х гг. Это и определило выбор.

Комета не принадлежала к числу столь знаменитых, как, например, комета Галлея. 23 июля 1902 г. ее открыл новозеландский астроном-любитель Джон Григг, наблюдая с 9-сантиметровым рефрактором своей домашней обсерватории в городке Темз. Однако через десять суток он ее потерял. Три очередных возвращения кометы к Солнцу были пропущены, и лишь два десятилетия спустя на нее наткнулся другой любитель австралиец Джон Ф. Шьеллеруп, наблюдавший с 7,5-сантиметровым рефрактором в городке Роузбенк (Южная Африка). Комета в это время двигалась по созвездиям Близнецов и Рака<sup>1</sup>. Позже

<sup>1</sup> Тождественность комет 1902 II и 1922 I (такие обозначения она получила после открытия и переоткрытия) заподозрил А. О. Леушнер, а доказал Дж. Мертон. Первое предсказанное переоткрытие было сделано 21 марта 1927 г. по эфемериде Дж. Мертонна.— Ред.

## Внешний вид и устройство КА «Джотто»

удалось установить, что эту же комету еще в 1808 г. наблюдал известный «охотник за кометами» француз Жан-Луи Понс.

Большого внимания эта комета до сих пор к себе не привлекала — в каждом очередном своем появлении она была видна недолго, а свечение ее комы очень быстро исчезало (видимо, сама кома деградировала). Блеск ее редко превышает 15<sup>m</sup> (хотя в момент открытия он был 9,5<sup>m</sup>), а длина хвоста, если так вообще можно называть едва заметную вытянутость комы, не бывает больше полминуты. Оценки размеров ядра не выходят за пределы величины 230 м, т. е. оно в 25 раз меньше, чем у кометы Галлея. Таким образом, комета Григга-Шьеллерупа — весьма зау-

рядный представитель своего класса. Ее выделяет лишь период обращения — 5,09 лет (меньший известен лишь у кометы Энке — 3,3 года). Поскольку на элементы орбиты всех короткопериодических комет сильно влияет Юпитер со своим мощным полем тяготения, за последние 90 лет параметры орбиты кометы Григга-Шьеллерупа сильно изменились<sup>2</sup>.

Как известно, вокруг Солнца обращается огромное число комет — до  $10^{12}$ , абсолютное большинство которых находится в облаке Оорта, сферическом образовании, протянувшемся до расстояния 200 тыс. а. е. от светила. Поскольку тяготение Солнца почти не ощущается на таких расстояниях, ядра движутся чрезвычайно медленно и могут там оставаться сотни миллионов лет. Когда в относительной близости от облака проходит другая звезда, некоторые из ядер начинают движение в сторону Солнца и через какое-то время, обычно очень долгое, оказываются в его окрестностях. Как правило, эти кометы приближаются к нему. Их вещество находится в первозданном состоянии, может быть, с тех самых времен, когда образовалась Солнечная система, т. е. около 4,6 млрд лет. Эти «молодые» кометы, конечно же, интересуют ученых больше, чем «старые», захваченные тяготением Солнца многие тысячелетия назад и уже изрядно выродившиеся под его излучением. Но современная техника пока что не позволяет оперативно посылать кос-

мические аппараты к внезапно появляющимся космическим «гостям», и поэтому ученым приходится ограничиваться лишь хорошо известными короткопериодическими кометами.

## ИТАК, НОВАЯ ЦЕЛЬ

До сих пор единственной (если не считать кометы Галлея), удостоившейся посещения космического аппарата с Земли, была комета Джаккобини-Циннера (тоже из семейства Юпитера). В 1985 г. вблизи нее прошел американский спутник «ICE» (International Comet Explorer) (Земля и Вселенная, 1986, № 3, с. 103). Однако, поскольку первоначально он предназначался лишь для изучения взаимодействия Солнца и Земли — приборы на его борту были подобраны соответствующим образом, это событие мало что дало науке...

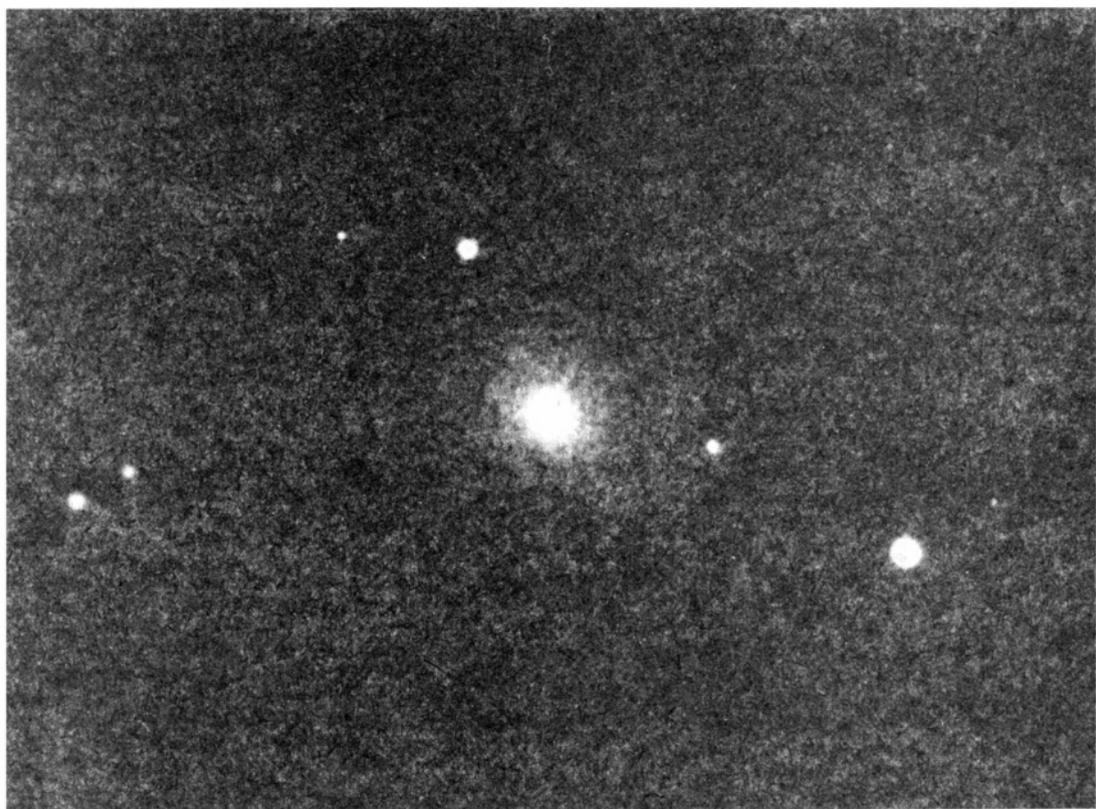
Итак, 2 июля 1991 г. «Джотто» вернулся от места встречи с кометой Галлея в окрестности Земли, пройдя всего в 22 731 км от нее. Тяготение нашей планеты увеличило орбитальный период «Джотто» до 13,5 месяцев. Аппарат был выведен на орбиту встречи с выбранным в конце концов для нового эксперимента небесным телом. Через несколько недель для экономии запасов электроэнергии на борту отключили все его приборы, и участники эксперимента занялись разработкой его деталей. Но прежде всего предстояло добиться финансирования работ, которые ранее никто не планировал. После ряда усилий это, наконец, удалось, и руководство Европейского космического агентства смогло выделить необходимые восемь с лишним миллионов фунтов стерлингов. Не последним фактором, позволявшим специалистам надеяться на успех экспери-

мента, был ряд «достоинств» избранного ими объекта.

Раз комета Григга-Шьеллерупа уже немолода и не столь активна, плотность ее пылевой оболочки и хвоста не может быть большой, что сокращает риск столкновений. Выгодны и условия встречи. Комета Галлея имеет обратное движение, поэтому «Джотто» двигался навстречу ей, так что их относительная скорость достигала 68 км/с. С кометой же Григга-Шьеллерупа дело обстояло по-иному. Как и все кометы из семейства Юпитера, она имеет прямое движение, поэтому «Джотто» предстояло догонять ее с относительной скоростью не более 14 км/с и, проведя в «окрестностях» кометы куда больше времени, выполнить более детальные измерения.

Два фото кометы Григга-Шьеллерупа, сделанных с Земли. Вверху: снимок получен 29 июня 1992 г. на 3,5-метровом телескопе Новой Технологии Европейской южной обсерватории (Ла Силья). Поскольку комета блеском около  $15^m$  располагалась в этот момент невысоко над западным горизонтом, снимок сделан в красной области спектра и имел выдержку 1 мин. Размер кадра  $130'' \times 180''$ , диаметр комы —  $40''$  (около 40 000 км). В это время расстояние от кометы до Солнца составляло 156 млн км, а от Земли — 220 млн км. Точные позиционные измерения ее положения были использованы для более точного наведения «Джотто» на ее ядро. Внизу: снимок, сделанный ранним утром 10 июля 1992 г. на 3,5-метровом телескопе ЕЮО, за 15 ч до прохождения «Джотто» вблизи ядра кометы. Другие объекты на снимке — звезды. Эллиптическая кома имеет размеры  $28'' \times 19''$  (30 000  $\times$  20 000 км), размер кадра  $50'' \times 70''$

<sup>2</sup> Если в 1902 г. период обращения кометы равнялся 4,82 г., а наклон орбиты составлял  $8,3^\circ$ , то теперь эти параметры таковы:  $P=5,17$  лет,  $i=21,1^\circ$ .



...4 мая 1992 г. по команде с Земли системы «Джотто» вновь были успешно активизированы, хотя аппарат в это время уже удалился на 219 млн км, и радиосигнал, достигший его борта, по мощности в 5 раз уступал тому, что был в дни встречи с кометой Галлея. Несмотря на это, все приборы заработали в штатном режиме.

И вот настал долгожданный момент. 10 июля 1992 г. около 15 ч 30 мин по Гринвичу на расстоянии 1,43 а. е. (214 млн км) от Земли «Джотто» достиг точки наибольшего сближения с целью. Ему предстояло войти в область ее хвоста всего в 20 тыс. км от ядра. На борту аппарата сохранялось еще 17 кг горючего, что позволило руководителям полета отдать приказ о дополнительном маневрировании и подвести его поближе к ядру.

Ученые решили направить «Джотто» прямо в ядро кометы. Неизбежные погрешности в наведении и в определении точного местонахождения цели, а также ее малые размеры означали, что шансы прямого попадания составляют менее одного на миллион. Скорей всего, «стрела» должна была пройти в тысяче километров от «яблочка».

Ученые рассчитывали на успех, ведь от ядра кометы Галлея «Джотто» проследовал всего в 600 км. Но нельзя забывать, что тогда у него были «наводчики» — советские космические зонды «Вега», которые, подойдя к цели заранее, сократили возможную ошибку всего до 40 км (Земля и Вселенная, 1985, № 1, с. 25; 1986, № 5, с. 5). Теперь же «Джотто» шел «в бой» без данных разведки, если не

считать тех, что ему поставляли наземные наблюдатели из обсерваторий Китт-Пик (США), Ла-Силья (Чили) и Сайдинг-Спринг (Австралия).

**ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**  
В момент наибольшего сближения комета была всего лишь в 12 сутках пути от перигелия, т. е. находилась в фазе своей максимальной активности.

Направляя аппарат к комете Григга-Шьеллерупа, ученые, конечно, знали, что она значительно более «истощена», чем комета Галлея, и уступает ей в размерах, но все же им пришлось поволноваться, когда выяснилось, что в расчетное время приборы «Джотто» не зарегистрировали никаких признаков кометной атмосферы. Лишь спустя два часа первые ее следы были обнаружены и на Землю устремился все увеличивающийся поток информации: плотность газового облака, через которое проходил космический аппарат, стала быстро расти.

Вскоре приборы начали отчетливо фиксировать «волны» в плотности потока солнечного ветра, набегавшего на кому. «Джотто» «пронзал» их одну за другой, причем на каждую у него уходило по 1 минуте. За это время он успевал преодолеть около 1 тыс. км. Это был совершенно неожиданный результат.

На расстоянии около 18 тыс. км от ядра аппарат пересек ударную волну — область встречи солнечной плазмы с газами комы, на что указало изменение плотности ионов и интенсивности магнитного поля. Вопреки предварительным расчетам, здесь наблюдались ионы с энергиями, достигающими 1 млн эВ.

Наблюдательные данные говорят о том, что «Джот-

то» проскочил наиболее плотную часть комы примерно минутой позже, чем предполагалось, и лишь в 200 км от ядра кометы. Прибор, установленный в лобовой части аппарата, зарегистрировал только три столкновения с микрочастицами пылевой оболочки кометы. Одна из них оказалась достаточно крупной — такой же, как и та «роковая» пылинка, встреча с которой обошлась «Джотто» такими неприятностями, — 30 мг. Но на этот раз аппарат никак не пострадал.

Сейчас ученые принялись за исследования результатов многочисленных измерений физических характеристик кометы. Многого ожидают астрофизики и от анализа информации о процессах взаимодействия с солнечным ветром поверхности этого относительно небольшого тела, о магнитных полях, о составе и плотности газов, образующих кометные атмосферы и о тех изменениях, которые они испытывают, покинув пределы кометного ядра.

Работы ученым хватит не на один год... Тем временем, 13 июля по команде с Земли включились бортовые двигатели, и «Джотто» перешел на новую орбиту, которая вновь приведет его к Земле в 1999 г., а до того времени специалисты снова погрузили его в «спячку». За эти годы они успеют решить, как поступить с «космическим путешественником». Возможность осуществить новый гравитационный маневр в поле тяготения Земли, видимо, появится вновь, тогда можно будет направить «Джотто» еще к одной комете.

Б. И. СИЛКИН

---

## **За сохранение и развитие отечественной науки**

---

# **Какой быть концепции космической деятельности России**

**В. В. АЛАВЕРДОВ,  
Ю. Г. ГУСЕВ,  
В. Л. ИВАНОВ,  
Ю. Н. КОПТЕВ,  
В. И. ЛУКЬЯЩЕНКО,  
В. П. СЕНКЕВИЧ,  
В. Ф. УТКИН**

В феврале 1992 г. Указом Президента России при Правительстве Российской Федерации создано Российское космическое агентство (РКА) и распределены функции между основными заказчиками космических систем, промышленностью и потребителями космической информации.

С концепцией развития космической деятельности России, основными направлениями ее реализации и организационными преобразованиями в области управ-

ления космонавтикой знакомят читателей авторы этой статьи, академики Академии космонавтики им. К. Э. Циолковского: руководители РКА — Генеральный директор Ю. Н. Коптев, первый заместитель Генерального директора В. В. Алавердов; командование космическими частями Министерства обороны — начальник космических средств, генерал-полковник В. Л. Иванов, начальник Главного управле-

ния, генерал-майор Ю. Г. Гусев; руководители Центрального научно-исследовательского института машиностроения, ведущей организации по определению перспектив развития ракетно-космической техники — директор, академик РАН В. Ф. Уткин, начальник научно-технического центра, профессор В. И. Лукьященко, начальник головного отделения, вице-президент Академии космонавтики им. К. Э. Циолковского, профессор В. П. Сенкевич.

### **НОВАЯ КОСМИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА РОССИИ**

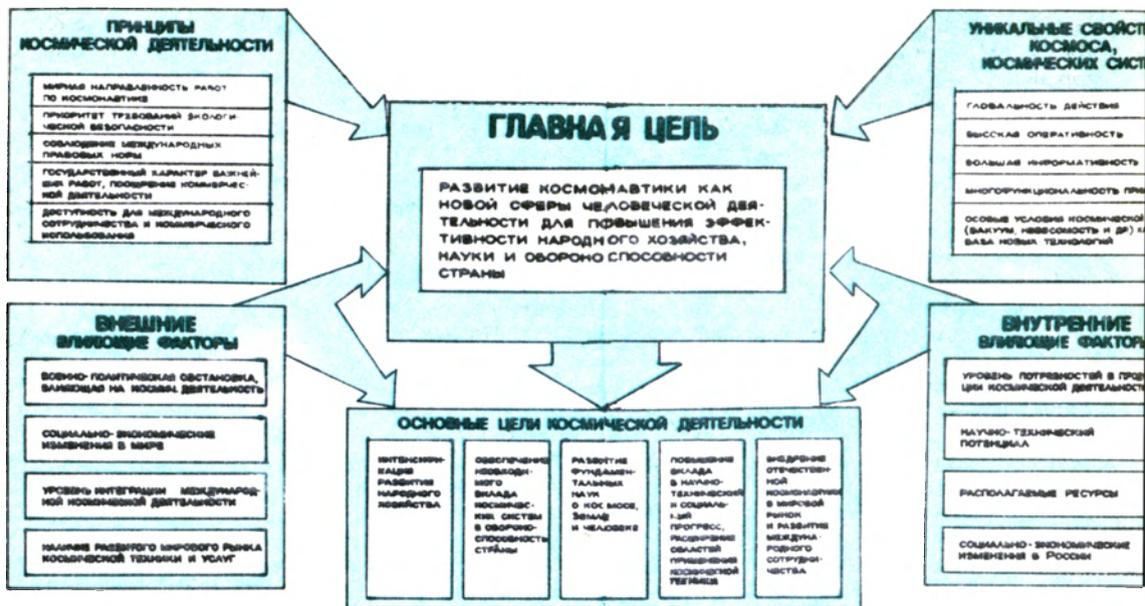
Сейчас, когда социально-политическая, экономическая и географическая ситуации в стране резко изменились, стала необходима и реформа космической дея-

тельности Российской Федерации (РФ) и других членов СНГ.

В декабре 1991 г. в Минске руководители одиннадцати республик бывшего СССР подписали специальное Соглашение по космосу, состоящее из 12-ти пунктов.

Основная цель этого документа — признаваемая их новым руководством необходимость предотвращения развала комплексной космической программы бывшего Союза. Это подтверждает первый пункт Соглашения, подчеркивающий необходи-

# ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РОССИИ



мость реализации значимой космической программы, которая заостряла бы внимание на особой важности космической науки и техники в интересах нашего государства.

Стороны договорились, что на межгосударственные космические исследования ими будут отпускатся финансовые средства в пропорционально участию, а сами программы будут выполняться на основе существующих комплексов и инфраструктуры. Аналогичный подход принят в отношении финансирования существующих и создаваемых космических систем, уникальной испытательной базы и средств запуска в космос.

В результате в России сформировались общие контуры концепции ее космической деятельности. Теперь ее космическая деятельность будет вестись в трех областях: гражданской, военной (обе — государственные) и

коммерческой (функционирующей по законам рынка).

Политика России в области космоса должна основываться на следующих принципах:

- направленность на обеспечение сохранения мира. Россия является активным противником развертывания ударных космических вооружений и тем самым выступает против милитаризации космоса. В то же время она будет осуществлять космическую деятельность в интересах обеспечения собственной безопасности в соответствии со статьей 51 Устава ООН о праве на самооборону;

- соблюдение принятых в свое время СССР международных обязательств;

- Россия не претендует и одновременно отвергает притязания любой страны на суверенитет над космическим пространством, небесными телами или какой-либо их частью и признает, что

космические системы любых стран являются их национальной собственностью и обладают правом беспрепятственного передвижения и деятельности в космическом пространстве;

- содействие межгосударственному сотрудничеству в космосе, развитию совместных форм и направлений научной и практической деятельности в интересах экономики, национальной безопасности, науки и техники, культуры и образования сотрудничающих стран как на коммерческой, так и на безвозмездной основе;

- принятие необходимых мер по обеспечению безопасности космических полетов, снижению уровня вредного воздействия на атмосферу и поверхность Земли при запуске космических аппаратов, а также по снижению уровня засоренности космического пространства.

Эти принципы РФ сформулированы исходя из общегосударственного характера космических программ, который обусловлен объективными потребностями экономики, науки и обороны страны. Общеизвестно, что космонавтика стимулирует научно-технический прогресс в различных областях народного хозяйства, духовного и интеллектуального потенциала человечества, способствует гуманизации общественных отношений, сближает государства и народы. В этих принципах приняты во внимание стремительное международное распространение космической деятельности и учтены уникальные возможности космических средств: глобальность, круглосуточность и всепогодность действия, возможность постоянного нахождения или многократного прохождения спутников над определенным районом Земли, высокая разрешающая способность бортовой аппаратуры, работающей в широком спектральном диапазоне и способность передачи информации в реальном масштабе времени.

Для того, чтобы успешно реализовать эти принципы, необходимо в первую очередь разработать и принять на государственном уровне ряд основных программно-плановых документов, в число которых входят:

— **Основные направления** развития и применения ракетно-космической техники (РКТ), обеспечивающие выбор главных целей космической деятельности на 15 лет, установление приоритетов задач для отдельных направлений космической деятельности, проработку важнейших требований к космическим системам и комплексам.

Проект Основных направлений будет разработан и представлен в Правительство и Совет безопасности Рос-

сийской Федерации Российской космическим агентством, Министерством обороны РФ, Российской Академией наук (РАН) совместно с другими заинтересованными министерствами, ведомствами и организациями. После рассмотрения проект Основных направлений будет представлен для утверждения Президенту РФ.

При подготовке этих документов предстоит исследовать правовые основы государственной политики и организации работ по космонавтике, системы финансирования, взаимодействия с другими государствами, динамику развития и оценки планируемых прибылей и затрат, роста объектов работ и перечислить основные мероприятия для обеспечения космической деятельности;

— **Государственная космическая программа РФ** на 10-летний период — уточнение и дальнейшая конкретизация целей и задач космической деятельности, номенклатуры космических систем, комплексов и средств научного, народнохозяйственного и военного назначения, сроков и объемов работ. Разделы Государственной космической программы, относящиеся к научно-исследовательским, экспериментальным и опытно-конструкторским работам, к экспериментальной базе, производству, капитальному строительству оцениваются в этом документе по критериям типа: целевая эффективность, стоимость, время.

Проект Государственной космической программы Российской Федерации будет разработан Российским космическим агентством, Министерством обороны РФ, Российской Академией наук совместно с другими заинтересованными министерствами, ведомствами и организациями и с учетом заключения Межведомственной экспертной комиссии по кос-

мосу, образуемой Правительством РФ, направляется в Правительство. После рассмотрения проекта программы Правительство представляет его для утверждения Президенту и в Верховный Совет РФ. Общие сведения о Государственной космической программе подлежат опубликованию. Государственная космическая программа утверждается один раз в пять лет.

— **Программа работ РФ** по космической технике на очередной год.

Программа определит объемы выполнения и финансирования работ по созданию, производству, эксплуатации космической техники и строительству соответствующих наземных объектов на очередной год.

Реализация Государственной космической программы и Программы работ осуществляется в соответствии с положениями Закона Российской Федерации о поставках продукции и товаров для государственных нужд.

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РОССИИ

Космическая деятельность Российской Федерации направлена на сбалансированное развитие космонавтики как новой сферы человеческой деятельности, эффективно обеспечивающей решение задач в интересах развития народного хозяйства, науки, на обеспечение обороноспособности страны, реализацию экономических, технических, социальных, культурных и международных интересов России как космической державы. В этом сегодня заключается **главная цель** развития отечественной космонавтики. До этого, например, в последнее десятилетие в СССР она формулировалась как «...сохранение паритета с США в вопросах освоения и использования космоса для

решения военных, народно-хозяйственных и научных задач».<sup>1</sup>

При этом, исходя из современной социально-экономической, военно-политической обстановки и нового территориального деления стран-участниц СНГ, для России на первом этапе (1992—1995 гг.) особое значение будет придаваться сохранению сложившегося космического потенциала, завершению ранее начатых разработок и созданию научно-технического задела для перспективных космических систем, комплексов и средств. На следующих этапах особое внимание будет уделяться созданию космической техники нового поколения, конкурентоспособной на мировом рынке и удовлетворяющей всем государственным нуждам в космической деятельности.

При планировании космической деятельности в условиях сложной экономической обстановки в России и жест-

ких финансовых ограничений, приоритет отдается проектам, позволяющим соединить выполнение целевых задач в интересах как гражданских, так и военных потребителей (заказчиков), получить при выделяемых ассигнованиях максимальный экономический эффект, обеспечить конкурентоспособность перспективных отечественных космических средств на мировом рынке космических услуг и реализуемых в рамках международного сотрудничества.

Основными целями космической деятельности Российской Федерации являются:

— решение фундаментальных и прикладных научно-технических проблем, связанных с изучением космического пространства и Земли;

— использование достижений космонавтики в интересах народного хозяйства, развития экономики, научно-технического и социального прогресса;

— обеспечение обороноспособности страны и контроль за выполнением международных договоров и соглашений по ограничению и сокращению вооружений и вооруженных сил;

— осуществление международного сотрудничества в интересах мирового научно-технического и социального прогресса, контроль за состоянием окружающей среды и решение других глобальных проблем человечества.

Среди важнейших направлений работ можно выделить:

— космическую связь, телевидение, навигацию, геодезию и картографию для решения научных, народно-хозяйственных и оборонных задач;

— дистанционное зондирование Земли, контроль за соблюдением Договоров, наблюдение объектов Земли в интересах национальной

безопасности;

— исследование космического пространства и небесных тел в интересах науки; создание и эксплуатация космических комплексов научного назначения; наблюдение за космическим пространством, в том числе в интересах национальной безопасности, сдерживания других стран от разжигания оружия в космосе;

— совершенствование средств выведения космических аппаратов (КА). Содержание и развитие космодромов, средств управления и обеспечения запусков КА;

— пилотируемые полеты, развитие приборной базы и оборудования, уникальные технологии и производство в космосе;

— создание многообразных ракетных и аэрокосмических транспортных систем и орбитальных транспортных средств для повышения эффективности деятельности в космосе;

— проведение фундаментальных, прикладных и проектно-поисковых исследований перспектив развития и ключевых проблем космонавтики, содержание и развитие уникальной экспериментальной базы.

Существующая космическая инфраструктура России включает сейчас порядка 1000 научно-исследовательских, проектно-конструкторских, экспериментально-испытательных и промышленно-производственных предприятий, создающих и эксплуатирующих космическую технику. Необходимо обеспечивать работу и функционирование 30 космических систем и комплексов, состоящих примерно из 170 космических аппаратов. Будут поддерживаться и развиваться технические средства запуска и управления полетами, космодромы, поисково-спасательный комплекс и многое другое, что необходимо для обеспечения эф-

<sup>1</sup> В США главная цель, определяющая космическую деятельность в настоящее время и на будущее, формулируется так: сохранение лидирующего положения в этой области с целью обеспечения превосходства в вопросах национальной безопасности, реализации научных, технических и экономических целей и целей внешней политики (документ «Национальная политика США в области космоса» утвержден Президентом США). Долгосрочной целью США остается «расширение присутствия и деятельности человека в космосе и перенесение ее за пределы земной орбиты и в просторы Солнечной системы, а в области пилотируемых полетов для обеспечения реализации этой задачи предусматривается завершение работ по созданию космической станции «Фридом», обеспечение постоянного базирования на Луне и исследования Марса» (инициативы Президента США от 20.07.1989 г.).— Прим. авт.

фективной космической деятельности. При этом предусмотрено повышение экологической безопасности при стартах носителей КА и дальнейшее снижение стоимости транспортных операций.

## УПРАВЛЕНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Для эффективной реализации космической политики России в новых условиях потребовалось создание обновленной организационной структуры управления. При этом следовало исходить из необходимости сохранения космонавтики как высокоорганизованной сложной системы, выполняющей важные государственные функции и тесно взаимодействующей при создании и эксплуатации космической техники с другими отраслями народного хозяйства, с аналогичными структурами стран СНГ и других государств. Вся космическая деятельность России должна осуществляться в обстановке открытости, а это предполагает научно-общественное обсуждение программ развития космонавтики в целом, ее отдельных направлений и ключевых, фундаментальных и прикладных проблем. Важная роль в этом новом направлении в практике отечественных работ должна быть отведена центральным и головным институтам промышленности и заказчиков, а также научно-общественным организациям и, в частности, таким, как Академия космонавтики им. К. Э. Циолковского, Федерация космонавтики России и Московский космический клуб.

Государственное управление космической деятельностью в России осуществляется следующим образом: государственную политику Российской Федерации в области космонавтики и

контроль за ее осуществлением выполняет Верховный Совет РФ, Президент Российской Федерации и правительство; разработка и реализация государственной политики в области космоса, подготовка проектов Основных направлений и Государственной космической программы, госзаказов, а также взаимодействие в процессе космической деятельности с другими странами возложена на Российское космическое агентство и Министерство обороны Российской Федерации совместно с Российской Академией наук и другими министерствами, ведомствами и организациями.

## ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАКАЗЧИКИ

Органом государственного управления Российской Федерации в области космической деятельности выступает РКА, созданное Указом Президента России № 185 от 25 февраля 1992 г.

На него возложены следующие функции:

- осуществление государственной политики в области исследования и использования космического пространства;

- разработка с заинтересованными министерствами, ведомствами, РАН, организациями и представлением в Правительство РФ проекта Государственной космической программы;

- функции генерального заказчика космических систем, комплексов и средств научного и народнохозяйственного назначения;

- координация коммерческих космических проектов и содействие их осуществлению;

- развитие совместно с организациями и предприятиями промышленности научно-исследовательской и

испытательной базы космонавтики, создание научно-технического и технологического задела для совершенствования ракетно-космической техники;

— взаимодействие с соответствующими органами государств — членов СНГ и зарубежных стран в области исследования и использования космического пространства, а также наземных объектов космической инфраструктуры.

В систему, возглавляемую РКА, кроме центрального аппарата, входят ведущие научно-исследовательские и испытательные организации, обеспечивающие выполнение исследований по определению перспектив развития ракетно-космической техники, создание новых технологий и ключевых элементов перспективных космических средств, сопровождение разработок и проведение ряда испытаний изделий ракетно-космической техники.

В качестве генерального заказчика космических систем, комплексов и средств военного и двойного (военного и гражданского) назначения выступают Военно-космические силы Министерства обороны РФ. В их задачу также входит эксплуатация и развитие космодромов, центров управления полетами космических аппаратов, командно-измерительных комплексов и других наземных объектов космической инфраструктуры.

Использование же этих объектов и космической техники двойного назначения производится РКА и заказчиками коммерческих программ на основе договоров.

Работы в промышленности организует создаваемый сейчас Комитет оборонных отраслей промышленности.

Корпорации, концерны, ассоциации, предприятия промышленности и организации свободного рынка, участвующие

щие в работах по ракетно-космической технике выполняются: проектирование, изготовление, отработку и испытания изделий, поставку продукции заказчикам, конверсионную деятельность и внедрение новых технологий, авторский надзор и участие в эксплуатации изделий ракетной и космической техники, продажу техники, технологии и информации отечественным и зарубежным потребителям.

## ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ БАЗА КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для успешной космической деятельности России необходимо национальное законодательство в области исследования, освоения и использования космического пространства. Сейчас завершена подготовка «Закона Российской Федерации об основах регулирования космической деятельности».

Наряду с ним представляется целесообразной также разработка других законодательных актов Российской Федерации: о принципах и видах совместной космической деятельности между Российской Федерацией и государствами - участниками СНГ, в развитие принятого Соглашения о совместной космической деятельности; о международном сотрудничестве и коммерческой деятельности при решении задач исследования и использования космического пространства; о принципах эффективной реализации оборонной достаточности с использованием космических средств вооружения в интересах военно-стратегической стабильности; о народнохозяйственной и прикладной космической деятельности и конверсии; передаче достижений в области новых технологий в отрасли промышленности, в агропромышленный комплекс, в коммерческие структуры и др.

## МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО РОССИИ

В минувшем году Россией заключен ряд договоров по международному сотрудничеству в области космонавтики, среди которых можно выделить Соглашения между Россией и США, между РКА и Национальным центром космических исследований Франции (CNES), между РКА и космическим агентством Германии (DARA). Имеются перспективы сотрудничества с Италией, Японией, Египтом и некоторыми другими странами.

В рамках договоренностей с США предполагается обеспечить полет российских космонавтов на борту корабля «Спейс Шаттл», а американских астронавтов на борту орбитального комплекса (ОК) «Мир». Обсуждается возможность совместного полета «Шаттл» и «Мира», а также использования космического корабля «Союз-ТМ» в качестве корабля-спасателя на проектируемой станции «Фридом». Предусмотрено создание совместной рабочей группы, деятельность которой будет посвящена программе «Миссия к планете Земля». Будут проведены совместные работы по развитию систем жизнеобеспечения, а также комплексов дальнего слежения и связи.

По Соглашению с Францией будут совершены полеты 4-х французских космонавтов на борту ОК «Мир» и предусматривается участие Франции в совместных проектах «Антарес», «Бион-92», «Интербол», «Марс-94/96».

Предполагается участие Италии в проекте «Спектр-Рентген-Гамма», в эксперименте «Опера», в программе «Азлита», а также участие в комплексной программе исследований Марса.

Намечены совместные области сотрудничества с Германией. К ним относятся:

дистанционное зондирование Земли, планет; пилотируемые полеты; использование российских технологий и эксплуатационной базы, а также объектов космической инфраструктуры; проведение совместных экспериментов по технологиям в области микрогравитации, по медицине, биологии, космической навигации.

## ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ

Проектом «Государственной космической программы РФ в части космических систем, комплексов и средств научного, народнохозяйственного и оборонного назначения до 2000 г.», подготовка которой сейчас завершена, предусмотрены разработки средств нового поколения, акцент смещается в сторону многоцелевых космических средств, решающих задачи в интересах народного хозяйства и обороны, важное место отводится коммерческой и конверсионной деятельности. Экологически чистые РН и КА позволят снять сомнения, что космонавтика загрязняет космос, и, наоборот, системы космического мониторинга сделают эффективным глобальный контроль окружающей среды и земных недр.

Говоря о планах на будущее, необходимо также особо коснуться финансирования сложных космических проектов. Так, если не будут найдены дополнительные средства, возможно, придется приостановить выполнение работ по программе «Энергия—Буран». Построенные к настоящему времени экземпляры «Бурана» и РН «Энергия», как предполагается, будут использованы для доставки новых модулей к ОК «Мир» (до 1995 г.), однако изготовление новых таких изделий пока не планируется. РН «Энергия» может быть применена в качестве транспортного сред-

ства для сборки орбитальной станции «Фридом». Эти и другие наши предложения в рамках совместных международных программ сейчас изучаются руководством NASA.

Намечается разработка уменьшенного варианта РН «Энергия», получившего название «Энергия-М» (Земля и Вселенная, 1991, № 5, с. 3).

В конце 90-х годов она, возможно станет средством доставки крупных полезных грузов (массой до 35 т) на низкую околоземную орбиту.

Очевидно, целесообразно поддерживать программу «Мир», дающую валютные поступления от полетов космонавтов зарубежных стран.

В целом число проектов и новых разработок, предусмотренных Государственной космической программой, достаточно велико и нет возможности их охарактеризовать в рамках данной статьи, но, несомненно, что и в ближайшее время обновленная Россия будет участницей новых космических свершений.

## Как спасти астрономию в России

Н. Г. БОЧКАРЕВ,  
доктор физико-математических наук  
сопредседатель Астрономического общества,  
ведущий научный сотрудник ГАИШ МГУ

Второй съезд Астрономического общества (АО) в конце 1991 г. констатировал, что положение астрономии в СССР приблизилось к критическому [Земля и Вселенная, 1992, № 3]. В стране, на которую обрушилось множество очень тяжелых проблем, на некоторое время стало не до науки. Вместе с тем, даже короткий перерыв в финансировании астрономии грозит катастрофическими последствиями: потеряны сложившиеся за десятилетия коллективы высококвалифицированных специалистов и уникальной материальной

базы. Необходимы неотложные меры.

В начале февраля 1992 г. Правление АО на своем заседании в Киеве приняло решение о необходимости срочной подготовки программы выживания астрономии. Поскольку к этому времени мы уже жили не в СССР, а в пятнадцати независимых государствах, было решено подготовить программу для правительства России. В течение нескольких месяцев в контактах с руководителями астрономических коллективов страны актив Правления АО подготовил обстоятельный доку-

мент, получивший название «Программа выживания астрономии в России в 1992 г.». Он был обсужден со многими видными астрономами на заседаниях групп поддержки АО, в комитете по науке и высшей школе ВС РФ, на Объединенном совете по астрономии РАН и после этого представлен министру науки, высшей школы и технической политики России Б. Г. Салтыкову. После обсуждения «Программа» получила поддержку министерства и частичное финансирование из фонда фундаментальных исследований.

### АСТРОНОМИЯ В СИСТЕМЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

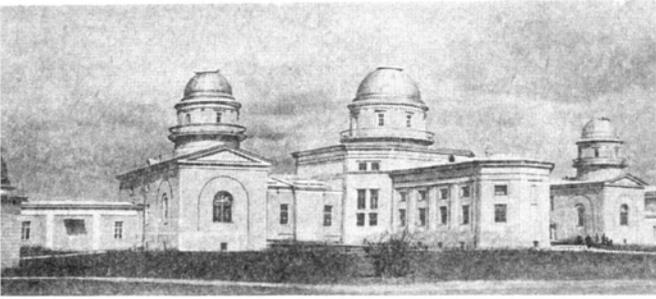
Среди фундаментальных наук астрономия всегда занимала и продолжает занимать особое место. Астрономические исследования помогают связать микро- и макромиры, важны для многих наук, составляют основу мировоззрения человека,

определяя его место во Вселенной.

Стремление к изучению слабосветящихся небесных объектов во всех диапазонах электромагнитного излучения, равно как и предельно высокие точности некоторых астрономических результатов, постоянно стимулирует развитие многих областей техники. Астрономия — это

фундамент для развития космических исследований. Вместе с тем, без космических исследований невозможны и многие виды астрономических наблюдений.

Интерес к астрономии, поддерживаемый и учеными-профессионалами, и работниками учреждений культуры (планетариев) и педагогами привлекает моло-



дежь к науке, причем не только к фундаментальным областям знания, но и к философии и другим наукам гуманитарного и технического профиля. Многие видные ученые начинали свой путь в науку с астрономии. Все это позволяет утверждать, что астрономия — не только наука, но и пласт культуры.

## АСТРОНОМИЯ В РОССИИ

В прошлом веке Россия была главной астрономической державой. Пулковская обсерватория, расположенная под Петербургом, по праву считалась астрономической столицей мира. И в настоящее время Россия — это одна из ведущих стран в области исследования Вселенной астрономическими методами. Ученые России накопили богатый опыт и обширные материалы фундаментальных и прикладных исследований по всем проблемам современной астрономии. Сформированы крупные коллективы специалистов по наземным и космическим наблюдениям, теоретическому анализу, численному моделированию космических процессов, астроприборостроению.

В России создана сеть научных и учебных астрономических учреждений с профессионалами высокого класса, в том числе ряд специализированных астрономических учреждений со своими филиалами в Рос-

сии и за рубежом, отлажена подготовка астрономических кадров разных уровней, выходят специальные научные и научно-популярные издания, создана система учреждений культуры, несущих астрономические знания в массы. Астрономическая общественность неизменно выступает за развитие астрономического образования в школах, средних и высших учебных заведениях.

Сейчас общее число специалистов, профессионально занимающихся астрономическими исследованиями в России, две тысячи, что составляет примерно 10 % мирового количества. Они сосредоточены (приблизительно в равных долях) в учреждениях Российской академии наук и в вузах.

Созданы и работают крупнейший в мире 6-метровый оптический телескоп, большие радиотелескопы. Для решения астрономических задач запущены орбитальные обсерватории «Астрон» и «Гранат». Проведены прямые исследования Луны, Марса, Венеры, кометы Галлея.

## ВОЗМОЖНЫЕ ПРИЧИНЫ УПАДКА АСТРОНОМИИ В РОССИИ

Астрономия — наиболее «международная» из всех наук: без совместных наблюдений в разных полушариях и оперативного обмена информацией о происходящих событиях (вспышках

сверхновых, появлениях комет и т. д.) невозможны астрономические исследования. Поэтому астрономия более других наук нуждается в международной кооперации. Однако новые экономические условия и полное отсутствие валютных ассигнований на фундаментальные исследования очень сильно затруднили обмен информацией. В астрономических учреждениях России отсутствовала подписка на валютные журналы на 1992 г. Совершенно недоступными стали цены на билеты за рубеж, что практически прекратило деловые поездки российских астрономов. Нет больше совместных работ с астрономами восточноевропейских стран. Быстро ослабевают связи между астрономами республик бывшего СССР. С теми же проблемами сталкиваются астрономы и из других государств, составлявших ранее Советский Союз.

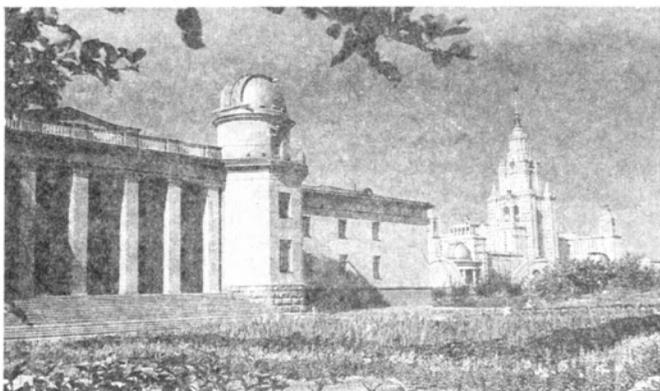
Для астрономов, разбросанных по стране, особенно важны совещания и съезды. Часто они приводили к новому пониманию трудных проблем благодаря совместному обсуждению. Однако сейчас неопределенность для учреждений становится бременем оплаты командировочных расходов даже в рублевой зоне, а также междугородних и, тем более, международных линий связи для контактов по телефону, телеграфу, телетайпу, компьютерной почте.

Как и в других областях знаний, из астрономии происходит отток кадров, в основном по двум каналам: на временную или постоянную работу за рубеж и в коммерческие структуры. Профессиональных астрономов очень мало — их не более 20 тыс. во всем мире (в

Международном астрономическом союзе — всего 7500 членов). Еще меньше талантливых специалистов, работающих в ключевых областях астрономии. В отличие от физики, химии, биологии, имеющих в сотни раз большие научные кадры, в астрономии достаточно потерять хотя бы несколько десятков ведущих ученых и инженеров, чтобы «оголить» сразу многие важные направления астрономических исследований. Здесь уместно сравнение с редкими видами животных и растений. Как известно, при резкой смене условий существования им в первую очередь грозит вымирание. В этом смысле астрономов, как и представителей других редких специальностей, надо было бы занести в «Красную книгу» редких профессий.

В наше время **ослабли также и возможности привлечения в астрономию молодежи**: астрономия исчезает как самостоятельный предмет из школьных программ, педвузы перестают давать астрономическую подготовку будущим учителям. Готовящийся переход к четырехлетней программе обучения специалистов в вузах грозит развалом системы подготовки астрономов-профессионалов. Планетарии, которых у нас на душу населения в десятки раз меньше, чем в развитых странах, выселяются на улицу без предоставления новых зданий. Под угрозой закрытия находится даже уникальный Московский планетарий. Исчезают астрономические передачи на теле-

Башня 6-метрового телескопа (Специальная астрофизическая обсерватория)

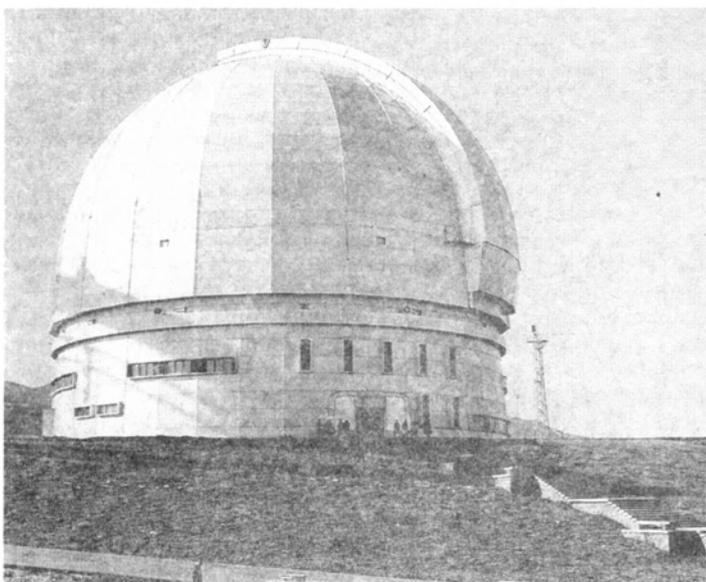


видению и радио, однако, находится время и место для астрологии и т. п.

**Нельзя допускать заметного сокращения штатного состава астрономических учреждений.** Действительно, если в крупных городах переход на другую работу сравнительно безболезнен, то в специальных научных поселках, расположенных далеко от городов, часто в высокогорных районах, работы для астрономов и членов их семей, не связанной с обсерваторией, просто нет. Все это вместе с нич-

тожными заработками молодых ученых и нехваткой современного оборудования резко сокращает приток талантливой молодежи в астрономию.

В результате распада СССР создатели уникального астрономического оборудования теряют право собственности на него: парад суверенитетов привел к тому, что каждая республика получила в свою собственность все научное оборудование, попавшее на ее территорию. Многие астрономические учреждения России и



Балтийских стран потеряли право использовать по своему усмотрению наблюдательные базы в Средней Азии и Закавказье. В итоге — физический износ аппаратуры при недостатке средств на ее ремонт и усовершенствование. Из-за возросшей стоимости эксплуатации часть обсерваторий может быть законсервирована. В некоторых случаях отсутствие средств приостановило пусковые работы на уже готовых новых телескопах, что не только заморозило вложенные средства, но и привело к растаскиванию неохраняемых объектов. Достаточных средств на охрану крупных научных объектов в высокогорных условиях научные учреждения, как правило, не имеют.

Наблюдательные станции АН СССР в Чили и Боливии, необходимые для изучения южного неба, невидимого в северном полушарии, в настоящее время не функционируют из-за полного отсутствия валютных средств, необходимых для их эксплуатации. Вскоре Россия может потерять права собственности на них.

Уже из перечисленного ясно, что астрономия — это одна из наиболее уязвимых наук, которая может погибнуть одной из первых при резкой смене экономических условий.

## ЧТО НАДО СДЕЛАТЬ?

Для нормального развития астрономических исследований в России только на наземные исследования требуется около 500 млн руб. в год (в масштабах цен начала 1992 г.), и не меньшая сумма — на космические. Но таких средств на астрономию у правительства России нет. Для предотвращения большинства из перечисленных выше угроз и стабилизации ситуации необходимо дополнительное гос-

бюджетное финансирование хотя бы в размере около 100 млн руб. и около 100 тыс. долл. США. Эти средства нужны для поддержания двенадцати основных астрономических коллективов системы РАН и вузов России и 25 малых научных групп. Именно малые группы, на поддержку которых надо лишь 15 % всех средств, определяют географическое распределение обсерваторий по стране. Сохранение их чрезвычайно важно для продолжения мониторинга интересных астрономических объектов.

Из этих средств можно было бы обеспечить такие общие расходы, как: издательская деятельность (монографии, учебники, научные журналы), развитие сети компьютерной почты, закупка отечественных и импортных фотоматериалов, импортных материалов для радиоастрономии, на организацию научных совещаний, для поддержания международной связи, на работу с любителями.

Незамедлительно надо решить ряд организационных вопросов: учредить фонд «Астрономия», свободный от налогов и призванный собирать средства на развитие этой науки и доведение их до конкретных потребителей; создать налоговые льготы организациям, способствующим развитию астрономии; включить раздел «Астрономия» в программу конверсии военно-промышленного комплекса России. Необходимо сохранить все звенья в системе подготовки астрономических кадров (в том числе, конечно, и планетарии — культурные центры с дорогостоящей демонстрационной аппаратурой).

Надо срочно урегулировать с местными властями и государственными структурами вопрос о тарифах на энергоносители для астрономических обсерваторий.

Нужно решить экологические проблемы астрономии.

Астрономы исследуют небо сквозь загрязненную человеком атмосферу Земли, поэтому они — активные сторонники движения за экологическую чистоту окружающего мира. Ими накоплена информация (пока еще не востребованная) об изменениях в атмосфере Земли и обширные данные по солнечно-земным связям.

Совершенно необходимо восстановить научные связи астрономов бывшего СССР. Один из путей — создание международного объединенного астрономического института. Крайне насущным стало срочное заключение международных договоров, определяющих условия совместной эксплуатации тех наблюдательных баз и обсерваторий, которые созданы астрономами одних стран (бывших республик СССР) на территории других.

Для определения перспектив астрономических исследований на 1993—1995 гг. и далее до 2000 г. необходимо в короткие сроки подготовить программу развития астрономии. Ее следует создавать, как это принято во всем мире, в режиме взаимодействия научной общественности, научных советов, представляющих интересы всех ведомств, и правительства страны.

11 июня 1992 г. состоялась встреча представителей Астрономического общества с руководством Министерства науки, высшей школы и технической политики России. После 2,5-часовой беседы из фонда фундаментальных исследований было выделено на нужды астрономии около 50 млн руб. для поддержания более чем 30 учреждений. Почти половина этих средств ушла на оплату долгов заводам, изготовляющим металлоконструкции строящегося в Узбекистане уникального

70-метрового радиотелескопа RT-70, который является частью международного наземно-космического эксперимента «Радиоастрон».

Быстрая инфляция привела к тому, что этих дополнительных средств, конечно, недостаточно для поддержания нормальной работы астрономических уч-

реждений, но, видимо, позволит хотя бы сохранить их до конца года.

Следующими шагами должны быть:

1. Проработка перспектив развития астрономии в России;

2. Восстановление ослабевающих связей между астрономами республик СНГ и

прежде всего решение проблемы сохранения и функционирования наблюдательных станций России, оказавшихся на территории других суверенных государств;

3. Скорейшее упрочение и развитие сотрудничества с астрономами дальнего зарубежья.

## Информация

### Международная Академия информатизации: первые шаги

В России учреждена и начала работать новая общественно-научная организация — Международная Академия информатизации (МАИ). Это самоуправляемое сообщество отечественных и зарубежных ученых объединяет на добровольных и конкурсных началах ученых, инженеров, специалистов и практиков различных организаций, учреждений, обществ, союзов. МАИ создана на базе Академии информатизации СССР и является ее правопреемницей.

В Уставе МАИ следующим образом сформулированы основные цели Академии: «...раскрытие информационных тайн (кодов и закономерностей) Вселенной и общества; прогнозирование основных направлений развития информатизации мирового сообщества; участие в организации под-

готовки научных кадров высшей квалификации и специалистов; повышение квалификации и переподготовки специалистов всех отраслей народного хозяйства и сфер деятельности; издание информационно-справочной, рекламной, коммерческой, производственной, научной и научно-методической литературы; организация курсов по направлениям, вызывающим спрос в обществе; издание газеты «Информатизация общества» и журнала «Информатизация Вселенной». В соответствии с этими целями Уставом МАИ определено свыше 30 направлений деятельности Академии, а также организационная структура МАИ и принципы финансово-хозяйственной деятельности.

Высший орган МАИ — общее собрание ее членов. В Президиум МАИ входят президент, вице-президенты, ученый секретарь и члены Президиума. Президентом МАИ избран Иван Иосифович Юзвизин.

Один из первых важнейших шагов МАИ — проведение Международного форума информатизации (МФИ-92, 26—28 ноября 1992 г., Государственный Кремлевский Дворец). Программой МФИ-92 предусмотрена работа

четырёх конгрессов — «Мир информатизации, Вселенная, личность и общество», «Информатизация и рыночная экономика», «Информационные коммуникации, сети, системы и технологии» и «Реклама и выставки товаров, оборудования и различных видов продукции. Заключение контрактов».

Оргкомитет МФИ-92 возглавил заместитель председателя правительства Российской Федерации, министр печати и информации М. Н. Полторанин, сопредседатели Оргкомитета — В. Б. Булгак — министр связи России, Ю. М. Лужков — мэр Москвы, И. И. Юзвизин — президент МАИ. В состав Оргкомитета вошли представители многих научных отечественных и международных учреждений, отраслей промышленности, учебных заведений, центров и фирм, космонавты, деятели культуры и просвещения, специалисты в области различных средств информатизации.

О том, как прошел Форум, читатели «Земли и Вселенной» узнают в одном из следующих номеров журнала.

(Окончание, начало стр. 37)

мости, половина — в центрифуге, для создания искусственной силы тяжести). На пятый день полета из икринок стали появляться головастики. В последующие дни астронавты изучали их развитие и поведение. Исследовалось также поведение японских карпов, в мозг которых были вживлены электроды. Оказалось, что рыбы в состоянии управлять своим положением в воде, ориентируясь,

видимо, по источнику освещения.

Основная цель эксперимента с шершнями состояла в изучении влияния невесомости на их способность строить гнезда. Однако из-за того, что в контейнере, где они содержались, было слишком влажно, насекомые так и не приступили к строительству. Из 7600 дрозофил погибла примерно пятая часть — столько же, сколько и в контрольной наземной группе.

В число технологических исследований входили эксперимен-

ты по выплавке различных стекол, испарению металлов и др.

Во время экспедиции астронавты регулярно вели съемки земной поверхности.

Посадка была произведена на 127-м витке, 20 сентября, в 12 ч 53 мин на полосу космодрома Канаверал. Полет длился 7 сут 22 ч 30 мин.

По информационным материалам и бюллетеня «Новости Космонавтики»

## Петр Алексеевич Кропоткин

**{к 150-летию со дня  
рождения}**



Личность Петра Алексеевича Кропоткина привлекает к себе внимание ученых многих стран мира. Причем его трудами интересуются историки и философы, литераторы и педагоги, геологи и географы, биологи и полярные исследователи, социологи и политологи. Все эти отрасли знаний (и не только они) составляли исключительно широкий спектр научных интересов Кропоткина. Одна из его первых публикаций была по математике, а самая последняя работа, прерванная смертью, посвящена этике.

Биография Кропоткина хорошо известна из его книги «Записки революционера», выдержавшей только в нашей стране десять изданий. Так что остановимся лишь на тех важнейших событиях, которые связаны с его научной деятельностью. П. А. Кропоткин родился 9 декабря 1842 г. в семье отставного генерала князя А. П. Кропоткина — прямого потомка старинного рода смоленских и киевских князей. Петр Кропоткин — потомок самого Рюрика в тридцатом колене. Со стороны матери его род восходит к украинскому гетману Ивану Сулиме, боравшемуся за независимость Украины и казненному в Варшаве в 1643 г.

Получив домашнее начальное образование, Кропоткин учился затем в Первой Московской гимназии и в Пажеском корпусе в Петербурге. Несмотря на вое-

низированный характер это привилегированное учебное заведение давало обширное гуманитарное и естественное образование. Закончив в июле 1862 г. Пажеский корпус как «отличнейший» и имея перед собой перспективу блестящей карьеры при дворе, Петр Алексеевич, тем не менее, избрал для дальнейшей службы непрестижное Амурское казачье войско. К этому выбору он пришел не сразу. Еще в феврале 1862 г. пишет брату: «...Я люблю поездки, переезды, путешествия... Мне доставляет большое удовольствие видеть новые места. А деятельность на Амуре найдешь... Вообще надо будет подумать об этом, поразузнать о климате Амурского края, о растительности, природе и жизни...» И через месяц: «Чем дальше, тем больше начинаю убеждаться, что ехать на Амур — лучший исход».

Ему шел только двадцатый год, когда он оказался в Сибири. Впечатления от этого края переполняли его. В газету «Московские ведомости» он посылает очерки, публиковавшиеся в воскресном приложении «Современная летопись». Описывает сибирские города, характер ландшафта и погоды, образ жизни людей. Он восхищен богатством сибирской природы и открывающимися перспективами: «Дело Сибири еще впереди, теперь в ней лишь подготовляются прехвосходные материалы для будущей жизни».

Описание Забайкальской сельскохозяйственной выставки, открывшейся в Чите осенью 1862 г., — первое поручение молодому сотнику казачьего войска. По существу, это был экономический очерк Забайкалья; изданный в Иркутске в 1863 г. отдельной брошюрой, он был послан в научные общества Петербурга, в том числе и в Русское географическое общество. Вскоре Петр Алексеевич получает первое задание Сибирского отдела Русского географического общества — найти путь через горы Большого Хингана, который спрямлял бы излучину Амура. Весной 1864 г. он отправляется в Маньчжурию с отрядом казаков, замаскированным под торговый караван. Здесь впервые Кропоткин провел комплекс научных исследований, вычертил карту местности. Он даже сделал географическое открытие — обнаружил потухший вулкан в горном хребте Ильхури-Алинь, что существенно изменило представления о вулканизме Восточной Азии.

Летом того же года он участвовал в плавании вверх по реке Сунгари, протекающей по территории Китая, для исследования судоходного фарватера. И снова составлена карта, а кроме того

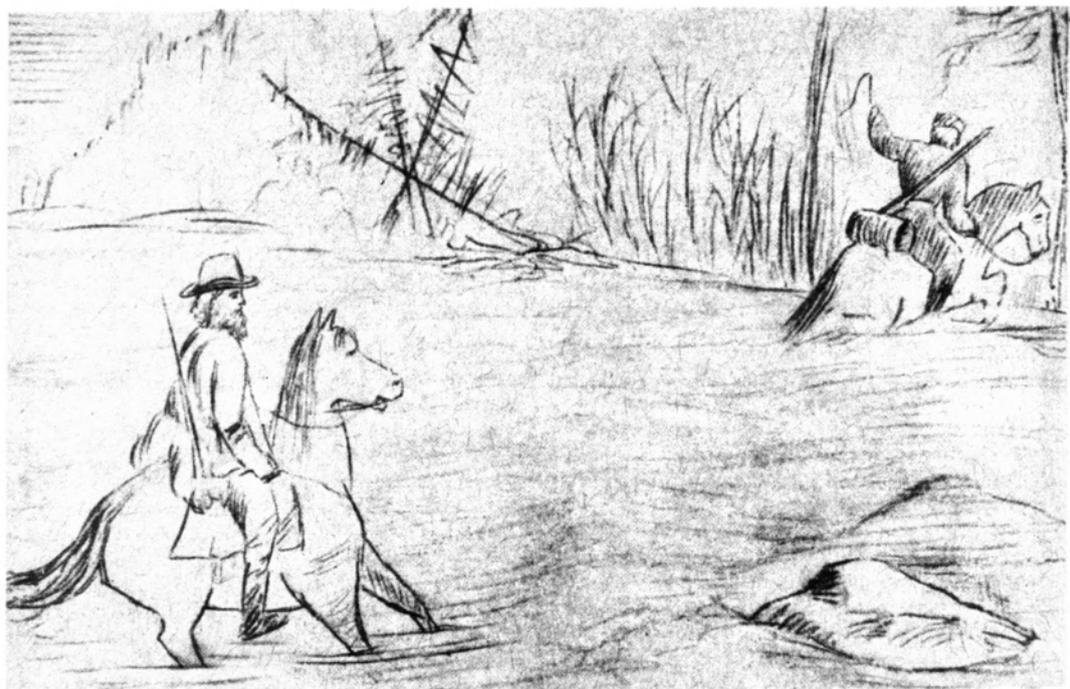
выполнены метеорологические наблюдения, собраны гербарии и образцы горных пород. После своего доклада о двух экспедициях в Маньчжурию, сделанного в Сибирском отделе Географического общества, Кропоткин был избран его членом с присуждением Малой золотой медали.

В 1865 г. предпринята экскурсия в Саяны, в Тункинскую котловину, к истокам рек Иркут и Ока. Цель ее — проверить сообщение о гигантском водопаде. Кропоткин исследовал геологию района, описал рельеф и открыл следы третичного вулканизма, а также признаки древнего оледенения.

В мае следующего года П. А. Кропоткин отправляется в самую большую свою экспедицию, известную как Олекминско-Витимская. Нужно было найти скотопронную тропу из Забайкалья к золотым приискам на Витиме. Экспедиция спустилась по Лене и прошла через Патомское нагорье на прииски, где несколько дней Кропоткин изучал обнаруженные им следы древнего оледенения. Затем начался главный этап — трехмесячный переход через гольцы (высокие горные вершины) Лено-Витимского водораздела. Путь этот в три тысячи верст, который ни разу не смогли преодолеть его предшественники, Кропоткин прошел успешно: он двигался не с юга, как это традиционно делалось, а «нырнул» в море гольцов с севера.

Олекминско-Витимская экспедиция — самое плодотворное в научном отношении из всех кропоткинских путешествий. Именно она дала основной материал для построения правильной орографической (описывающей расположение гор) схемы Сибири. Кропоткин определил истинное направление горных хребтов, установил, что рисовавшийся на картах «гигантский червь» Станового хребта — от Чукотки до пустыни Гоби — на самом деле представляет собой систему хребтов и плоскогорий. Обобщены и проведенные во время перехода метеорологические наблюдения, и измерения барометрического давления. Исследования животного мира провел в экспедиции спутник Кропоткина И. С. Поляков, будущий известный зоолог.

Способность Кропоткина к внимательным наблюдениям и к широким обобщениям быстро поставила его в ряд ведущих географов России. Весной 1867 г., выйдя в отставку, он вернулся в Петербург. Свои первые доклады сделал в Петербургском обществе естествоиспытателей: рассказал о произведенном в Иркутске испытании сконструированного при его



В сибирской тайге (рисунок П. А. Кропоткина)

участии сейсмометра и о геологических исследованиях в долине Лены. Вскоре основным местом работы Кропоткина становится Русское географическое общество — отделение физической географии в феврале 1868 г. избирает его своим секретарем.

Молодой Кропоткин с увлечением работает в различных комиссиях общества, выступает на заседаниях, публикует научные статьи, заметки, рецензии. В 1873 г. выходит фундаментальный «Отчет об Олекминско-Витимской экспедиции...», а через два года — «Общий очерк орографии Восточной Сибири» и «Орографический очерк Минусинского и Красноярского округов Енисейской губернии». Кропоткин развивает еще два направления в своем научном творчестве: полярные исследования и ледниковый период. Две эти темы связывает третья — происхождение оледенения и условия его существования.

Еще в Сибири П. А. Кропоткин встретился с некоторыми формами современного оледенения и со следами древних, уже исчезнувших ледников. В ряде работ он показал глубокое знание этих

вопросов. А когда зашла речь об организации большой полярной экспедиции, именно Кропоткину поручили составить ее проект. В конце февраля 1871 г. он выступил с чтением записки «Экспедиция для исследования северных морей», в которой обосновал проект экспедиции.

«Как океан, так и разбросанные среди него острова... остаются большей частью совершенно неизвестными», — говорил Кропоткин и утверждал, что исследование Ледовитого океана «затрагивает такие обширные и разнообразные вопросы из наиболее важных для общего склада мышления отраслей человеческого знания и такие важные отрасли народного богатства, какие едва ли может затрагивать изучение какой-либо другой местности земного шара». В проекте экспедиции предусматривается решение множества научных вопросов: «одни тесно соприкасаются с самыми широкими областями человеческого знания, другие находятся в тесной связи с той областью, где знанием обуславливается благосостояние значительных частей населения».

Стремление найти социальный выход научным идеям вообще характерно для Кропоткина. Гражданская совесть не дала ему когда-то бездумно воспользоваться привилегиями выпускника Пажеского кор-



На Амуре (рисунок П. А. Кропоткина)

пуса. И теперь она не позволяет идти по дороге лишь чисто научных открытий. Именно тогда, когда он находился на вершине научного успеха, во время исключительной по результатам палеогеографической экспедиции в Скандинавию (к тому же получив предложение стать секретарем всего Русского географического общества), Кропоткин принимает совершенно иное решение. Он присоединяется к движению за демократические преобразования в России. На какое-то время его жизнь раздваивается: днем он ведет протоколы ученых собраний, участвует в дискуссиях географов, иногда появляется во дворце как член аристократической элиты, а вечером — рассказывает о рабочем движении в Европе ткачам — вчерашним крестьянам, лишь наполовину освобожденным царским указом. Одновременно Кропоткин работает и над монографией «Исследование о ледниковом периоде», и над программой для кружка «чайковцев», созданного студенческой молодежью в противовес тому движению революционеров, которое стало именоваться «нечаевщиной».

...Когда весной 1874 г. начались аресты, Кропоткин не уехал из Петербурга. Он не мог себе позволить сорвать доклад об итогах скандинавской экспедиции — дол-

жен был прочесть его в Географическом обществе. Через день после доклада его арестовали. Последовали два года одиночного заключения в каземате Петропавловской крепости, где он, благодаря хлопотам друзей, все же получил возможность продолжить работу над своей монографией. Но когда осенью 1876 г. она вышла в свет, ее автор, совершив дерзкий побег из тюрьмы, жил уже в Лондоне под чужим именем, работая скромным обозревателем научных новостей в журнале «Nature». Появление в редакции присланной из России книги «Исследования о ледниковом периоде» вынудило Кропоткина открыться перед секретарем редакции. Но еще долго свои публикации он подписывал «А. Levashov» или просто «А. L.».

В эмиграции прошла большая часть его жизни, долгих 42 года. Этот период был наполнен активной революционно-пропагандистской работой — в Швейцарии, Франции, Англии. В 1883—1886 гг. был заключен во французскую тюрьму. Освободили его досрочно, причем список выстулавших за него лиц возглавил В. Гюго.

Бреди поддерживавших тогда Кропоткина были известный писатель Э. Ренан и знаменитый астроном К. Фламарион (он даже навестил узника в тюрьме), а географ Э. Реклю привлек Кропоткина, которого считал своим другом и единомышленником, к работе над одним из томов своей «Всеобщей географии», посвященном азиатской части России.

Живя с 1886 г. в Англии, Кропоткин выезжает читать лекции в США, выступает с докладами на научном конгрессе в Канаде, публикует статьи в периодических изданиях, разрабатывая близкие ему темы: орография Сибири и Азии, ледниковый период, послеледниковые изменения климата, полярные исследования. Затрагиваются и новые темы: циркуляция атмосферы, прогнозы погоды, новейшие методы исследований атмосферы, пластические свойства льда, причины землетрясений, горообразование. Диапазон тем особенно расширяется, когда в 1891 г. П. А. Кропоткин возглавил раздел новейших достижений науки в журнале «The Nineteenth Century» («Девятнадцатый век»). Регулярно появляющиеся в журнале обзоры Кропоткина содержат различный материал — от медицины до геологии, химии и даже технологии. Существенное место занимают обзоры достижений в области наук о Земле. Параллельно развивается биологическая тема — на какое-то время она становится главной.

Биология всегда интересовала Кропоткина, еще в юности он вместе с братом перевел на русский язык «Основы биологии» Г. Спенсера, ознакомился с «Происхождением видов» Ч. Дарвина (как только эта книга появилась в России). Огромное впечатление произвел на Кропоткина доклад русского зоолога К. Ф. Кесслера «О законе взаимной помощи», в котором он нашел совпадение с собственными мыслями. И когда социалдарвинисты провозгласили идеи борьбы за существование не только в природе, но и в обществе, идеи, якобы обеспечивающие его прогресс, П. А. Кропоткин выступил с лекцией «Справедливость и нравственность». А потом в течение нескольких лет публиковал серию статей, последовательно развивая теорию взаимопомощи как фактора эволюции, действующего и в животном мире, и в человеческом обществе.

В основе этой концепции, включающей антиэтатические (анархистские) взгляды Кропоткина, лежит представление о человеке как порождении Природы и об обществе как ее части, сохраняющей с ней тесные связи. Кропоткин был убежден, что гар-

мония Природы и Космоса держится исключительно на взаимодействии бесконечно малых элементов, на взаимосвязях и взаимозависимостях, принимающих в природе, а также и в человеческом обществе вид взаимопомощи, кооперации, солидарности.

«В природе нет управляющего центра» — эту мысль Кропоткин приводит в обоснование своего неприятия государственно-монополистической системы управления обществом. Вместо общества с «пирамидальной» системой власти, подразумевающей господство и подчинение, он считал возможным существование такого общества, которое «будет состоять из множества союзов, объединенных между собой для всех целей, требующих объединения» и «не будет закристаллизовано в какую-нибудь неподвижную форму», а представляет собой «живой развивающийся организм».

Понимая, что единство в природе достигается через многообразие «горизонтальных» связей, складывающихся в результате самоорганизации, Кропоткин переносил эти закономерности и на жизнь общества. Более того, он видел в этом спасение человечества, поскольку борьба может привести только к уничтожению его. В то же время Кропоткин был убежден в необходимости революции в России и приветствовал падение самодержавия, открывшее ему возможность вернуться на родину.

В России Кропоткина встретили прежде всего как потенциального политического деятеля. Но он только однажды выступил на государственном совещании в августе 1917 г., где предложил провозгласить Российскую Федеративную республику и призвал к преодолению классового антагонизма и гражданскому миру. Позднее же практически не участвовал в политической борьбе. Как и прежде, он отказывается от предоставляющихся ему возможностей: от предложения А. Ф. Керенского войти в правительство, от выдвижения его кандидатуры на выборах в Учредительное собрание, от предложенной ему уже советским правительством квартиры в Кремле и особого пайка. Петр Алексеевич не принимает участия и в деятельности многочисленных тогда анархистских организаций. Отказывается и от предложения возглавить кафедру географии в Московском университете, сославшись на состояние здоровья. Со здоровьем у него, действительно, неважно, да и возраст уже близок к восьмидесяти. Кропоткин уезжает в подмосковный город Дмитров, чтобы послед-

ние годы жизни посвятить работе над важнейшим, как он считал, своим трудом — «Этикой».

Впрочем, он все же не мог отдать себя целиком этой работе и выступает на конференциях дмитровских учителей и кооператоров, помогает организовать в Дмитрове краеведческий музей, где читает доклад «О Ледниковом и Озерном периодах». И все же главной в его жизни тогда была «Этика».

П. А. Кропоткин умер 7 февраля 1921 г., и на его рабочем столе осталась незаконченная рукопись этой книги. Когда гражданская война в России пограла все этические нормы, он счел необходимым напомнить о них — категориях незыблемых и вечных. В последней фразе, написанной рукой Кропоткина, говорится о такой категории, как совесть. Не что иное, как обостренное чувство совести заставило этого чрезвычайно одаренного и исключительно трудоспособного человека отказаться от успешного восхождения к вершинам науки и мировой славы.

Судьбу П. А. Кропоткина можно сравнить с судьбой человека совершенно другой эпохи, родившегося как раз в год ухода Кропоткина из жизни, — А. Д. Сахарова. Удивительно совпадают их представления о характере гармоничного общества, и даже кропоткинское понятие «взаимопомощь» А. Д. Сахаров использовал в своей Нобелевской лекции. Обращения же Сахарова к руководству страны, а потом и к мировому сообществу — это в какой-то мере продолжение серии писем Кропоткина к Ленину и за рубеж, отправленных в последние годы его жизни. В них он выступал против «красного террора», утверждения партийной бюрократии, подавления кооперативного движения и вообще всякой народной инициативы, введения цензуры, монополизации издательского дела и других явлений, которые, он был убежден, ведут к установлению в России настоящего самодержавного режима.

Надпись на обелиске, установленном на могиле П. А. Кропоткина на Новодевичьем кладбище в Москве, характеризует его как «путешественника по Сибири и Дальнему Востоку». Конечно, он был глубоким и серьезным исследователем природы Сибири, имя его прочно вошло в историю географии и геологии, биологии и страноведения. Но он был и создателем концепции развития общества, которая в сильнейшей степени опиралась на его естественнонаучные познания. Кропоткин считал, что достижения науки во второй половине XIX века привели к краху антропоцентристских представлений, с ним он связал и крах централистских иллюзий, признающих незыблемость системы господства-подчинения «по вертикали» с неизбежным насилием в обществе. «Центр силы, — писал он, — ...оказывается теперь раздробленным, рассеянным повсюду: он везде и вместе с тем нигде. Мы видим..., что солнечные системы суть не более как продукт сложения бесконечно малых..., но гармония звездных систем — гармония только потому, что она представляет собой известное приспособление, известную равнодействующую бесчисленных движений, слагающихся, заполняющих и уравнивающих друг друга».

Кропоткин представлял жизнь всей Вселенной как непрерывную, бесконечную цепь превращений энергии... «Среди этих превращений, — писал он, — зарождение нашей планеты, постепенное развитие ее жизни, ее конечное разложение в будущем и переход обратно в великий Космос — простая минута в жизни звездных миров». Ничтожное мгновение в ней — эволюция общества. И идет она по тем же законам взаимосвязей и взаимодействия.

В. А. МАРКИН,  
кандидат географических наук  
Институт истории естествознания и техники РАН

# Байкальская астрофизическая обсерватория

В. Г. БАНИН,  
доктор физико-математических наук  
Институт солнечно-земной физики СО РАН (Иркутск)

---

В теперь уже далеком 1946 г. впервые с помощью спектрографа, установленного на ракете, было измерено ультрафиолетовое излучение Солнца в диапазоне длин волн 210—300 нм. Так родилась внеатмосферная астрономия. В 60-е годы с ее помощью были получены столь впечатляющие результаты, что многие поверили во всемогущество нового метода. Традиционная наземная астрономия на какое-то время как бы отодвинулась на второй план. Однако вскоре стало ясно: необходимо разумно сочетать оба способа и для обеспечения паритетности в этом партнерстве серьезно пересмотреть некоторые, ставшие уже привычными, положения. Применительно к наблюдениям Солнца прежде всего это затрагивало проблему пространственного разрешения. Вопрос ставился так: можно ли в наземных обсерваториях достаточно регулярно получать

изображения, сравнимые по различимости деталей с заатмосферными снимками? Конечно, суть здесь не столько в конкурентности способов, сколько в том, что изучение тонкой структуры солнечных образований приобрело высокую актуальность, так как выяснилось, что первичные энергетические процессы разыгрываются в большинстве случаев в очень малых областях — с размерами на Солнце порядка сотен и даже десятков километров.

Качество телескопического изображения определяется оптикой самого инструмента и состоянием воздушной среды на пути светового пучка. В принципе, оптика всегда может быть доведена до необходимого совершенства. Что же касается второго фактора, то пока нереально говорить о каком-то целенаправленном активном изменении воздушной массы над пунктом наблюдений. Существует, правда, способ

корректировки атмосферного искажения волнового фронта непосредственно в телескопе. Для этого используют адаптивную, или как ее называют, — активную, «живую» оптику (Земля и Вселенная, 1990, № 6, с. 20.— Ред.). Такого рода устройства сложны еще и не получили широкого распространения. Поэтому все солнечные телескопы пока работают в «пассивном» режиме. Астрономы стремятся в той или иной мере нейтрализовать негативные эффекты путем выбора рациональной конструкции инструмента и его установки в месте с благоприятными условиями. Рассмотрим способы решения этих задач на примере Байкальской астрофизической обсерватории (БАО) СибИЗМИР.

ТРЕБОВАНИЯ К НАЗЕМНЫМ  
ОПТИЧЕСКИМ  
ТЕЛЕСКОПАМ

Сибирский институт зем-

ного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн (СибИЗМИР) — ныне Институт солнечно-земной физики СО РАН — и входящие в его состав астрофизические обсерватории создавались в 60-е годы, когда новая концепция солнечных наблюдений стала уже достаточно осознанной. Было целесообразно реализовать ее уже в изначальном проекте наблюдательной базы. На пути к этой цели пришлось столкнуться с различными трудностями. Отечественная оптико-механическая промышленность тогда не была еще готова в короткие сроки разрабатывать и изготовить нужные телескопы. Пришлось искать нетрадиционное решение, которое, по существу, было единственным: создавать инструменты самостоятельно, своими силами. Конечно, принято оно было после тщательного взвешивания возможностей института и, надо признаться, с определенной долей скептицизма. Для руководства работой была создана инициативная группа, которую возглавил В. Е. Степанов, занимавший в то время пост директора института.

Известно, что характерный размер неоднородностей на Солнце составляет приблизительно  $1/3''$ . Для их наблюдений необходимо иметь инструмент с диаметром 50 см. В принципе 1-метровый телескоп может удовлетворить самые высокие требования наблюдателей, во всяком случае на современном этапе. Оптику такого размера изготовить хотя и не просто, но вполне реально. В чем же тогда заключается проблема? Для достижения высоких разрешений необходимо еще, чтобы оптическая система сохраняла свои начальные характеристики при наблюдениях.

Во время работы сол-

нечный телескоп неизбежно подвергается «тепловому удару». Из-за нагрева оптические элементы деформируются, в результате чего разрешение падает. Для устранения или минимизации этих эффектов предложено ряд способов, совокупность которых составляет своего рода концепцию наземных оптических современных телескопов — НОСТ. Отметим наиболее существенные из них.

**Минимум оптики.** Каждый оптический элемент телескопа — потенциальный источник искажения изображения. Уменьшить деформации можно различными способами: применением оптических материалов с малым термическим расширением, использованием эффективных систем разгрузки, охлаждением оптики, оправ и т. д. Однако радикальный способ — уменьшение количества оптических элементов. Это не простая задача, как может показаться на первый взгляд. Уменьшение количества элементов сужает возможности телескопа. Например, отказываясь от каскадных систем, мы лишаемся возможности иметь изображения различных размеров.

**Проблемная ориентированность.** Инструмент целесообразно создавать под сравнительно узкий круг задач. Стремление к универсальности приводит к сложным системам, которые плохо согласуются с требованием «минимума оптики» и рядом других условий.

**Защищенность.** Телескоп необходимо предохранять от воздействий окружающей среды: нагрева, ветровых давлений, микросейсм, турбулизированных потоков воздуха. Здесь существует набор общих рекомендаций: высота поднятия инструмента над землей, разделение фундаментов, выбор материалов для защитных сооруже-

ний. Конкретное же воплощение в каждом случае, конечно, свое. Важно придерживаться правила: система защиты не должна сама стать источником помех.

**Вакуумизация.** К ухудшению изображений причастна неоднородность воздушной массы в самом телескопе. Достаточно радикальный способ устранения этой помехи — вакуумизация объема, в котором заключены оптические элементы. По данным американских исследователей, для полного устранения искажений остаточное давление в трубе инструмента должно составлять порядка 25 Торр, а для частичного — допустимы более высокие значения, вплоть до 300 Торр. Еще более эффективный способ — заполнение трубы гелием. Этот газ имеет показатель рефракции на порядок ниже, чем воздух. Поэтому в трубе можно создавать более высокое давление, что благоприятно для выравнивания температуры различных ее частей.

Перечисленные требования страдают взаимной противоречивостью. Например, вакуумизация или заполнение гелием требует размещения оптики в герметичной трубе с защитными оптическими пластинами, не участвующими в построении изображения. Таким образом, нарушается принцип «минимума оптики». Приходится идти на компромиссные решения, учитывая и различного рода побочные обстоятельства, такие как технологические и экономические возможности. Поэтому выбрать оптимальный вариант не просто.

При создании телескопов БАО перечисленные требования были учтены практически в полном объеме. Как это сделано, посмотрим на примерах двух первых введенных в строй инструментов разного типа.



Большой солнечный вакуумный телескоп Байкальской астрофизической обсерватории. В здании на нижней площадке располагаются спектрографы

## БОЛЬШОЙ СОЛНЕЧНЫЙ ВАКУУМНЫЙ ТЕЛЕСКОП — БСВТ

Это один из крупнейших существующих солнечных телескопов. Из-за больших габаритов и веса такие инструменты делаются неподвижными. А чтобы пучок света был всегда направлен вдоль фиксированной в пространстве оптической оси телескопа, используется обычно целостат, состоящий из двух зеркал. Неподвижный участок визирной оси — горизонтальный или вертикальный. Лишь в телескопе Мак-Мас (США) ось наклонна, что связано с использованием гелиостатной системы. Подобная схема принята и для БСВТ.

Гелиостат — плоское зеркало, вращающееся вокруг полярной оси со скоростью 1 оборот в сутки. Лучи от Солнца отражаются вдоль полярной оси. Отсюда и на-

клонный тип инструмента. Наклон к горизонту по величине равен широте места (для БСВТ  $\varphi = 52^\circ$ ), таким образом, схема получается больше вертикальной, чем горизонтальной. Для устойчивости верхний конец наклонной части опирается на колонну. В результате сооружение в целом приобретает вид буквы Л.

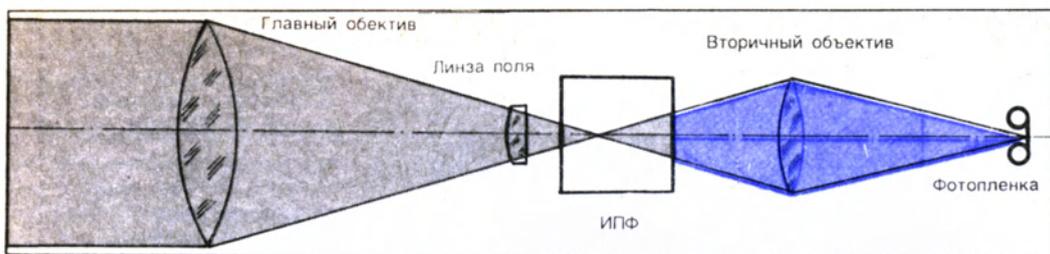
У БСВТ фокусное расстояние — около 40 м. Если бы инструмент размещался на горизонтальной площадке, то потребовалась бы вертикальная опора высотой 32 м. Обеспечить устойчивость такой конструкции достаточно сложно. Поэтому телескоп установлен на острой вершине горы. Высота опоры составляет около 20 м, а нижний конец наклонной части опущен по склону до искусственной площадки, на которой сооружено здание спектрографа.

Оптическая схема БСВТ чрезвычайно проста: зеркало гелиостата и двухлинзовый объектив диаметром 760 мм. Пришлось, однако, вводить и некоторые вспомогательные элементы. Поскольку спектрограф расположен горизонтально, то неподалеку от

фокальной плоскости объектива помещено небольшое диагональное зеркало, отбрасывающее часть пучка горизонтально вправо или влево. Остальная часть пучка проходит дальше без отклонений и строит изображение на экране устройства, корректирующего движения гелиостатного зеркала. Объектив и диагональное зеркало заключены в металлическую трубу, из которой откачан воздух. На ее концах поставлены защитные оптические пластины. Вывод пучка из трубы на спектрографы осуществляется через оптические люки. Главный спектрограф имеет фокусное расстояние 14 м. Он термозащищен, но не вакуумирован.

В БСВТ выполнены практически все требования, предъявляемые к современным наземным оптическим телескопам: минимум оптики, расположение гелиостата достаточно высокое над землей, небольшие габариты защитных сооружений и т. д. Из-за вынужденных компромиссных подходов и отчасти ограничений технологического и экономического порядков некоторые решения, возможно, не были оптимальными. Например, защитные конструкции — металлические, хотя это, вообще говоря, и не лучший материал для таких сооружений. К сожалению, оценки здесь делать сложно, поскольку многие рекомендации пока носят преимущественно качественный характер. Но основные требования выполнены точно. Прежде всего это относится к качеству оптики. Исследование объектива, например, проводилось в специально сооруженной 40-метровой вакуумной камере.

Выше отмечалось, что как бы ни была тщательно изготовлена и испытана оптика в лаборатории, главное — ее поведение в «натурных»



условиях. Если последнее не контролировать, то вся предшествующая работа может быть обесценена в той или иной степени. Поэтому на БСВТ предусмотрено устройство, позволяющее эффективно проводить диагностику состояния оптической системы в любой нужный момент.

Как и в других однозеркальных схемах, в гелиостатной изображении вращающееся. Конечно, это создает препятствия для некоторых видов наблюдений. Можно сделать изображение неподвижным с помощью зеркального блока, помещенного перед фокусом инструмента. Такое устройство, однако, ухудшает изображение.

## ХРОМОСФЕРНЫЙ ТЕЛЕСКОП

Таковыми телескопами оснащаются практически все солнечные обсерватории. С их помощью можно получать богатую и ценную информацию о различных проявлениях солнечной активности: флоккулах, протуберанцах, волокнах, вспышках и других нестационарных явлениях. В подобных инструментах используются узкополосные фильтры, выделяющие свет в какой-нибудь сильной хромосферной линии, чаще всего водородной линии  $H_{\alpha}$ . Это существенно влияет на выбор оптической схемы. Главной причиной является малый световой диаметр фильтра, обычно меньше 30 мм, что

связано с рядом естественных ограничений на размеры кварцевых и шпатовых оптических элементов, используемых в фильтрах. Задача особенно усложняется, когда ставится цель получить изображения всего диска Солнца, не снижая при этом качества изображения.

По тем или иным причинам ни одна из известных схем хромосферных телескопов не обеспечивала высококачественного изображения полного диска. Поэтому была разработана оригинальная схема. Первичное изображение строится главным объективом внутри фильтра, и затем вторичный объектив дает увеличенное изображение на фотопленке. Перед фильтром помещена линза поля с фокусным расстоянием, примерно равным фокусному расстоянию объектива. Эта система обеспечивает достаточно большое неискаженное поле зрения и однообразный для всех точек ход лучей в фильтре. Таким образом, можно получать изображение практически с одинаковым качеством и спектральной однородностью по всему диску.

Принципиальная оптическая схема хромосферного телескопа полного диска с расчетным разрешением порядка  $1''$

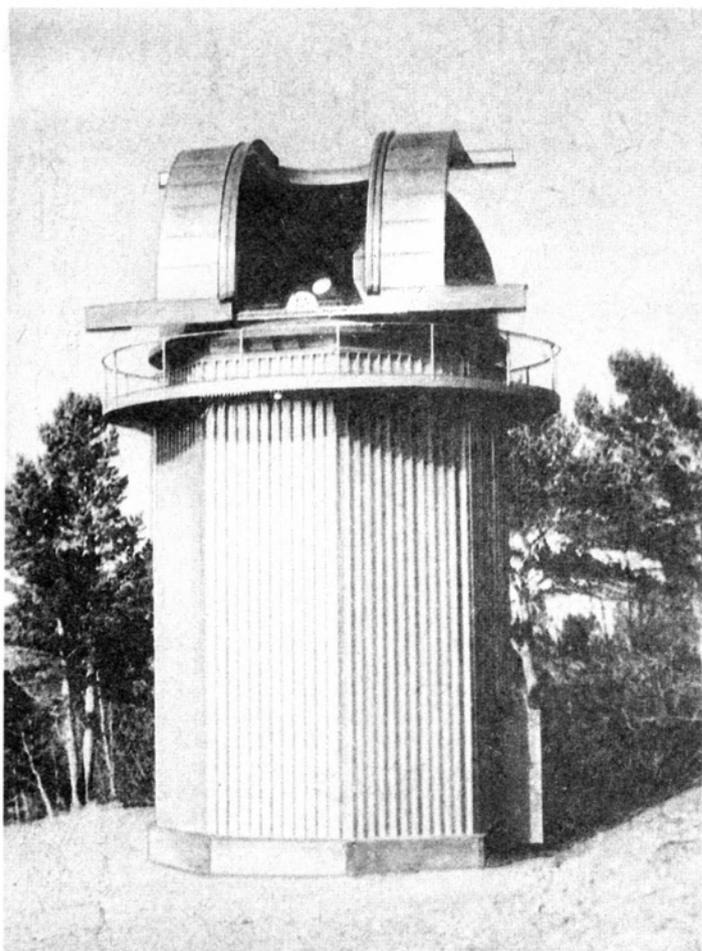
Хромосферный телескоп установлен в павильоне с куполом. И павильон, и купол металлические, обшитые изнутри деревом. Высота сооружения около 12 м, что в значительной степени избавляет от влияния турбулизованных воздушных потоков от нагретой почвы. Как и в случае БСВТ, при создании этого инструмента не удалось избежать компромиссных решений, но основные требования выполнены достаточно строго. Телескоп рационально сконструирован, устойчив и удобен в работе. После испытаний в БАО подобными инструментами были оснащены и другие обсерватории (например, в Ташкенте и Львове).

Конечно, наблюдения с разрешением порядка  $1''$  очень важны и вполне отвечают современному уровню.

Таблица 1

### ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХРОМОСФЕРНОГО ТЕЛЕСКОПА

|  |         |
|--|---------|
| Световой диаметр объектива                           | 180 мм  |
| Эффективное фокусное расстояние                      | 5,43 м  |
| Расчетное разрешение в центральной части поля зрения | 0,92 »  |
| Расчетное разрешение на краю поля зрения             | 1,3 »   |
| Диаметр изображения                                  | 50,5 мм |
| Ширина пленки, на которую ведется фотографирование   | 80 мм   |



Павильон-башня хромосферного телескопа

Однако нужны и более высокие разрешения, для чего необходимо соответственно увеличивать размеры объекта. Но при существующих параметрах фильтров высококачественное изображение полного диска получить не удастся, приходится ограничиваться его отдельными частями. Чем меньше участок, тем проще решается вопрос о пропускании всего света от него через фильтр. В БАО, напри-

мер, построен другой хромосферный телескоп с расчетным разрешением 0,65" для наблюдений тонкой структуры отдельных активных областей. В нем уже удалось обойтись без промежуточного изображения и таким образом избавиться от вторичного объектива. Чтобы получить еще более высокие разрешения, нужны достаточно крупные инструменты, приближающиеся по масштабу к большому солнечному вакуумному телескопу. Специально строить их нет смысла, лучше использовать имеющиеся телескопы. К примеру, фильтр можно поместить прямо в пучок света на БСВТ и та-

ким образом получить очень большой хромосферный телескоп, но для фотографирования небольших площадок на Солнце.

## БАЙКАЛЬСКИЙ АСТРОКЛИМАТ

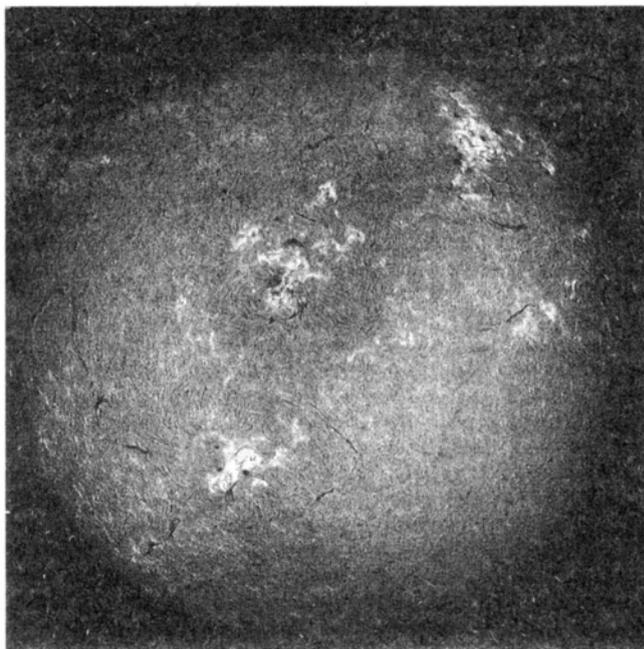
Земная атмосфера — далеко не идеальная оптическая среда. Из-за турбулентности воздушных масс пучки света меняют направление, рассеиваются или, наоборот, сужаются. В результате телескопические изображения редко бывают спокойными, чаще они дрожат, плывут или даже «кипят». Эти деформации особенно проявляются днем, когда возмущения в атмосфере усиливаются. Астрономы, и прежде всего наблюдатели Солнца, давно ищут способы избавиться от этих неприятных эффектов.

Для обобщенной характеристики оптических свойств атмосферы над различными пунктами используется понятие астроклимата. Обсерватории, конечно же, следует располагать там, где он благоприятен. К сожалению, пока наши знания о распределении таких зон по регионам очень скудны, а многие территории в этом отношении вообще представляются «белым пятном». К последним относится и громадный регион Сибири, что неудивительно, ибо до 50-х годов здесь вообще не проводились сколько-нибудь крупные астрономические исследования. Некоторые астрономические учреждения выносят свои наблюдательные базы в места, зачастую весьма удаленные, но с уже «апробированным» астроклиматом. В нашем случае такой подход был изначально неприемлем. Обсерватории Сиб-ИЗМИРа были призваны решить еще одну важную задачу — сделать сеть наб-

людательных пунктов более равномерно распределенной по долготе и тем самым уменьшить пробелы в данных.

Первые шаги в изучении астроклимата Восточной Сибири были сделаны в Сиб-ИЗМИРе под руководством Ш. П. Дарчия. Обследованию подверглись некоторые пункты в Иркутской области и Бурятии. Сколь бы ни были интересны полученные при этом результаты, они не отвечали на вопрос, действительно ли выбранные пункты наиболее благоприятны по астроклимату? К тому же это были довольно «глухие углы», что затрудняло строительство там стационарных обсерваторий. Поэтому внимание пришлось переключить на обжитые места южного побережья Байкала. Этот район отличается большой продолжительностью солнечного сияния в летнее время, наиболее благоприятное для наблюдений, и второе — предполагалось, что громадная водная поверхность способствует стабильности воздушных масс над озером (подобные указания встречаются в литературе).

В 1968—1970 гг. были организованы наблюдения качества изображений вблизи поселка Листвянка на берегу Байкала. Основное внимание уделялось оценкам качества изображений по фотографиям в линии  $H_{\alpha}$ , выполнялись и визуальные наблюдения. Использовали небольшие инструменты экспедиционного типа, установленные на невысоких основаниях. Анализ результатов показал, что дрожания в среднем были в 1,5—2 раза меньше, чем в «материковых» пунктах, а кроме того, иные характеристики астроклимата были ничуть не хуже, чем для других солнечных обсерваторий, расположенных в хороших по астроклимату пунктах. Эти аргументы и решили во-



просы в пользу строительства обсерватории в Листвянке.

Вместе с тем было ясно, что окончательное суждение об астроклимате выбранного места можно получить лишь по наблюдениям с рабочими, стационарными инструментами. Поэтому, как только накопился достаточно большой наблюдательный материал на хромосферном телескопе, его проанализировали на качество изображений. Все фотограммы, полученные с марта 1980 и в 1981 гг. (а их было свыше 11 тыс.), оценивались в шкале дрожаний. Статистика получилась весьма интересной и до некоторой степени неожиданной. Встречаемость отличных (1—2'') изображений оказалась 10,2 %, а хороших (2—3'') — 34,5 %. Это весьма высокие характеристики. Особенно примечательным оказался

$H_{\alpha}$ -фотограмма с пространственным разрешением около 1''. В БАО подобные изображения получаются в среднем в 10 % случаев

следующий факт: периоды устойчивых отличных и хороших изображений зачастую составляют десятки минут и даже часы. Так что для событий, длящихся порядка часа (например крупных вспышек), может быть получен высококачественный фильм всех фаз развития. Неожиданным было то, что стабильные высококачественные изображения удерживались часто и после полудня.

Таким образом, подтвердилось, что выбранное место характеризуется превосходящими астроклиматическими условиями, позволяющими осуществлять с достаточной высокой регулярностью наземные наблюдения с разрешением порядка  $1''$ . Что касается более высоких разрешений, то здесь статистика пока не столь богата, чтобы делать окончательные выводы. Конечно, чем выше разрешения, тем реже они встречаются — это общее правило. Поэтому не следует рассчитывать, что на БСВТ удастся часто реализовать его разрешающую силу в полной мере. С другой стороны, сравнительно высокий процент разрешений в  $1''$  внушает определенный оптимизм.

Итак, очевидно, что возможности наземных наблюдений тонкой структуры солнечных образований далеко не исчерпаны. Как в этой связи не вспомнить наших предшественников, глубоко и верно видевших эту проблему! Без малого полвека назад известный создатель телескопов Д. Д. Максудов предельно четко и уверенно сформулировал положения, которые и сегодня определяют прогресс наземных астрофизических наблюдений. Сеть солнечных обсерваторий пополнилась новым звеном, что уже сыграло положительную роль в решении таких современных актуальных проблем, как физика Солнца и солнечно-земная физика. Стерта часть белого пятна на астрокли-

матической карте. Разработаны и внедрены новые эффективные системы современных наземных оптических телескопов.

Создание БАО во многом обязано деловому энтузиазму большого числа людей. Это и астрофизики, и оптико-механики, руководимые В. И. Скоморовским, и работники опытного производства под руководством И. И. Оргильянова, и строительная группа, возглавляемая М. И. Высотиным. Естественно, что такой достаточно крупный проект не мог быть успешно осуществлен без действенной поддержки со стороны руководства СО РАН.

## Информация

### Ракеты невинны!

Среди защитников окружающей среды давно распространилось мнение, что запуски ракет и спутников Земли могут причинить ущерб озоносфере. Особенно опасными считают ракеты на твердом топливе, поскольку их выхлопные газы содержат хлор, активно разрушающий хрупкие молекулы озона.

Обвинения особенно усилились, когда группа из Американской федерации ученых (Вашингтон, США) опубликовала свои исследования. Наблюдения с борта самолета-лаборатории, пролетавшего сквозь выхлопной «хвост» ракет-носителей, показали, что количество озона в нем снижается примерно на 40 %. Руководитель группы считает: каждый подобный запуск создает локальную «озоновую дыру», способную просуществовать несколько часов.

Иные результаты получили ученые из Центра космических полетов им. Годдарда в Гринбелте (штат Мэриленд, США). Проведя в районе многократных запусков космического «челнока» типа «Шаттл» тщательные измерения содержания озона, они не обнаружили какого-либо его умень-

шения в окружающем воздушном пространстве.

Американский институт аэронавтики и космонавтики (Вашингтон) опубликовал отчет, посвященный проблемам возможного воздействия запуска ракет на озоносферу. В нем говорится, что любое локальное снижение содержания атмосферного озона, связанное с работой ракетных двигателей, компенсируется в течение нескольких часов. В отчете указано, что, согласно построенной его авторами математической модели, содержание озона в атмосфере средних широт может понизиться на 0,1 % лишь в том случае, если ежегодно будет производиться не менее 15 запусков. Ныне их производится меньше.

# Астрономическое образование

## Вселенная школьника

*Надо с детства учиться на звезды смотреть.  
Потому что, шаля и грустя,  
Можно небо забыть —  
Обрести его впредь  
Уж тебе не удастся, дитя!  
Станешь взрослым и под ноги будешь глядеть  
Иль куда-нибудь перед собой,  
Чтоб кого-нибудь вдруг не толкнуть, не задеть,  
Уносимый шумящей толпой.  
Будешь милой глядеть в молодые глаза.  
В книжный шрифт, в шевеленье теней...  
Иногда вдруг заметишь:  
Упала звезда,  
И потянешься сердцем за ней!  
Только это не в счет,  
Это только на миг,  
Потому что случайный твой взгляд  
Никуда не проник,  
Ничего не постиг  
В небесах, где созвездья парят.  
Надо с детства учиться на звезды смотреть,  
Поднеся к подбородку ладонь,  
И когда-нибудь сможет тебя обогреть  
Их неверный холодный огонь.  
И когда-нибудь ночью у тихой воды,  
Где дwoятся ночные огни,  
Ты себя вдруг почувствуешь сыном звезды,  
Ведь Земля наша —  
Звездам сродни!  
По-другому теперь твоя жизнь потечет  
В уносящей шумящей толпе:  
До скonчания дней будет жить звездочет —  
Большеглазый мальчишка —  
В тебе.*

ОЛЕГ ДМИТРИЕВ  
«Звездочет»

### «ОБРАЗ-Я» ПОДРОСТКА

«Евразийская гуманитарная хартия» — так называется документ, принятый в Москве в июне этого года новой транснациональной органи-

зацией «Евразийский гуманитарный форум» (ЕАГФ). Хартия призывает объявить третье тысячелетие, от которого нас отделяет всего лишь несколько (но каких трудных!) лет, эпохой гуманита-

ризма, в которой «Цель — человек! Стратегия — созиство». На первое место выдвигается самоценность человека, Человека-Созидателя, т. е. личности самостоя-

тельной, творческой, инициативной, организованной, свободной, предприимчивой и живущей по высшим законам человеколюбия. Не есть ли это концентрированное выражение нынешних целей воспитания и образования подрастающего поколения? Давая утвердительный ответ на этот вопрос, мы должны будем по-новому увидеть, кого воспитываем и учим, по-новому воспринять его потребности и мироощущение, как бы изменяя само начало координат всей системы образования, поместив в точку отсчета **Учащегося**. По существу потребуются сознательно создавать у юного человека, как теперь любят говорить, «образ-Я» (тенденции философии и психологии «Я-изма» стараются учитывать в своей практической деятельности многие общественные и религиозные организации).

Однако этот «образ-Я» многолик. И постараемся избежать стандартизации, учитывая ошибки прошлого, которые касаются системы образования в целом и астрономического образования как одной из ее составных частей. Сегодня астрономические знания, как никогда раньше, нужны каждому, но часто забывают, что их объем, глубина, степень математизации напрямую зависят от личности конкретного человека. То, что с жадностью проглотит любитель астрономии, любитель телескопостроения или просто ученик школы с физико-математическим уклоном, покажется скучным и ненужным миллионм другим учащимся. Их не увлекут абстрактные и математизированные общие понятия. Более того, они с тоской ощутят какую-то пропасть между великими знаниями, добытыми астрономической наукой, и собственной жизнью. В этой пропасти для многих из них просто погибнет красота науки о Все-

ленной, а изучение астрономии в лучшем случае превратится лишь в потребность получить хотя бы какую-то положительную оценку по этому предмету.

К счастью, выход из подобной ситуации существует, и связан он с необходимостью гуманизации и гуманитаризации школьной астрономии (Земля и Вселенная, 1983, № 5; 1990, № 1) и, конечно, с дифференциацией астрономического образования (Физика в школе, 1991, № 1). Не повторяя того, о чем уже было рассказано на страницах нашего журнала (первую из этих статей вышестоящие организации разрешили редакции журнала «*Astronomie in der Schule*» опубликовать в № 3, 1990 г.), рассмотрим два конкретных и в какой-то степени дискуссионных предложения. Они сводятся к тому, чтобы создать для учащихся VI классов курс «Твой Космос», а для учащихся X—XI классов — «Вселенная Человека». В первом случае мы ограничимся общим рассмотрением, во втором — познакомимся с примерной программой курса.

### «ТВОЙ КОСМОС»

Современная концепция астрономического образования предусматривает, в частности, необходимость непрерывного формирования основных понятий астрономии и тесно связанной с ней космонавтики. Это объясняется тем, что астрономия, оперируя совершенно непривычными пространственно-временными масштабами, изучает объекты, многие из которых недоступны наблюдениям невооруженным глазом, исследует сложнейшие явления и процессы во Вселенной и пытается осмыслить строение и эволюцию Вселенной как целого. Сейчас знание основ астрономии необходимо подрастающему поколению, чтобы вырабо-

тать осознанное отношение к широко пропагандируемым астрологии, уфологии и т. д. Давать эти знания только в выпускных классах в настоящее время недостаточно.

Формирование астрономических понятий должно начинаться в старших группах детских садов и основываться на существующих книжках по астрономии для малышей (Земля и Вселенная, 1991, № 6, с. 79) и далее продолжать астрономическое образование необходимо во всех классах школы в рамках курсов «Окружающий мир» и «Естествознание». Завершаться оно должно обобщающим курсом астрономии или объединенным курсом «Физика и астрономия». Анализируя существующие и перспективные учебные планы, можно заметить, что в VI классе в процессе непрерывного формирования астрономических понятий имеется явный пробел, который доктор физико-математических наук А. А. Гурштейн, кандидат физико-математических наук М. Ю. Шевченко и автор этой статьи предложили заполнить предметом по выбору «Твой Космос», рассчитанным на 30 учебных часов.

Курс «Твой Космос» будет опираться на конкретные знания учащихся, полученные при изучении «Окружающего мира» (IV кл., раздел «Земля — космическое тело») и «Естествознание» (VI кл., раздел «Земля — планета Солнечной системы»). Название курса и его основных разделов («Что ты можешь увидеть на небе», «И ты — небожитель», «Космос — твой») четко ориентировано на гуманизацию и гуманитаризацию учебного материала.

Что же узнают дети из каждого раздела курса? Кратко изложим их основное содержание.

#### I. «Что ты можешь уви-

## дети на небе»

Астрономия возникла из длительных наблюдений невооруженным глазом. Многие из этих наблюдений вполне доступны шестикласснику, который изо дня в день может следить за движением Солнца над горизонтом, а вечером наблюдать Луну (перемещение на фоне звездного неба, смену фаз) и планеты (Венеру, Марс, Юпитер, Сатурн). Еще интереснее наблюдать эти небесные тела в бинокль (или школьный телескоп). Применение инструментов при наблюдении различных объектов звездного неба неизмеримо обогащает личный опыт юного наблюдателя. Наконец, в распоряжении школьника могут быть снимки поверхностей планет и их спутников, полученные с помощью космических аппаратов. Их внимательное рассмотрение позволит почувствовать себя исследователем этих далеких миров, увидеть их вблизи или даже «побывать» на Луне. В целом первая часть курса поможет обобщить, систематизировать и значительно углубить личный опыт учащихся. Ее сверхзадача — развить у ребят интерес к астрономическим наблюдениям и накоплению фактической информации.

## II. «И ты — небожитель»

Цель раздела курса с таким необычным названием — показать единство, неразрывную связь Земли и неба, определить место Земли во Вселенной (в Солнечной системе, Галактике, Метагалактике). Основное внимание будет уделено нашей планете — ее форме, размерам, вращению вокруг оси, обращению вокруг Солнца и другим движениям в пространстве, сравнению физических условий на планетах Солнечной системы. Основываясь на знаниях учащихся о литосфере, гидросфере, атмосфере и биосфере Земли, можно будет рассмотреть

ряд проблем, связанных с землетрясениями, вулканизмом, «парниковым эффектом» и «озонными дырами». Поскольку наша планета не просто «рядовая планета» Солнечной системы, а уникальная, на которой возникла и получила развитие жизнь, учащиеся будут приобщены и к понятиям глобальной экологии. Таким образом, эта часть курса будет содержать изложение обширного комплекса проблем — от иерархии космических систем до насущных проблем экологии и ответственности каждого за судьбу Человечества и Земли.

## III. «Космос — твой»

Здесь ребята найдут ответы на следующие вопросы. Как люди открывали Вселенную? Зачем это было им нужно и зачем это нужно сегодня каждому человеку? Каких успехов люди уже добились в исследовании космоса и какие проекты будут осуществлены в ближайшие годы и десятилетия? Нужно ли вообще в наше трудное время тратить средства на развитие космонавтики? Эти и некоторые другие вопросы будут не просто изложены, а обсуждены с учащимися, причем обязательно в манере, отличающейся личностным подходом к рассмотрению сложнейших проблем мироздания и освоению космического пространства.

## «ВСЕЛЕННАЯ ЧЕЛОВЕКА»

Курс с таким названием автор предлагает изучать в X—XI классах (140 часов, по два часа в неделю). Его идея и первые практические шаги в реализации (разработка примерной программы в 1990 г., лекции-консультации для учителей в Московском институте повышения квалификации работников народного образования в 1991/92 уч. году) были первоначально связаны с участием автора в большом и интересном пе-

дагогическом эксперименте: «Модель школы «Экология и диалектика» (научный руководитель эксперимента профессор Л. В. Тарасов). В его рамках курс «Вселенная Человека» играет роль обобщающего интегрального предмета. А в других школах он может стать одним из учебных предметов по выбору или факультативом на старшей ступени обучения.

Как следует из названия курса, учащимся предлагается новый предмет. Он включает определенный программой круг знаний по астрономии и ее истории, космической экологии, космонавтике, физике, биологии, а также элементы мифологии народов мира, истории религии, теории происхождения жизни и человека, знакомство с современными воззрениями на развитие земной цивилизации, с элементами космической литературы и искусства.

Главное содержание курса и его стержень — система знаний о Вселенной, причем знаний, рассматриваемых не абстрактно-академически, а с точки зрения интересов человечества, каждого человека, каждого ученика, приступающего к его изучению. В центре внимания должны быть интересы учащегося, его устремления, мечты, потому что весь курс — о его Вселенной, о его будущем в ней, в мире, в стране, о его личной судьбе, которую невозможно изолировать и отделить от всего того, что определяет жизнь человека.

Таким образом, «Вселенная Человека» — это не еще один вариант общеобразовательного курса астрономии в его классическом понимании, а нечто большее: первая попытка материализовать идеи гуманизации и интеграции, органически связанных между собой проблемой, вытекающей из великого единства Вселенной и Человека, Человека и Природы.

Концепция астрономического образования не случайно предусматривает непрерывность формирования основных понятий астрономии и космонавтики на протяжении многих лет обучения — от старших групп детских садов до выпускных классов общеобразовательных школ разных типов. Ведь иным способом просто невозможно добиться, чтобы взгляд молодых людей на окружающий их мир и Вселенную в целом стал бы частью их общего мироощущения и мировосприятия.

Сейчас на одно из первых мест выдвигается задача воспитать у молодых людей чувство личной ответственности за сохранение не только того, что их непосредственно окружает, но и уникальной природы Земли в целом, и разумной жизни на ней. Поэтому предлагаемый курс должен способствовать формированию **космического мышления**, представляющего собой синтез научного воззрения на строение и эволюцию Вселенной и представление о Человеке Разумном как результате эволюции Вселенной и новом факторе этой эволюции — Человеке Гуманном, Человеке Ответственном, осознающем свою ответственность за будущее Разума. Космическое мышление неотделимо от того, что сейчас называют новым мышлением, и с которым связывают надежды на лучшую жизнь не только в отдаленном будущем, но и в ближайшие годы.

Курс «Вселенная Человека» призван решать важную социально-культурную проблему — ликвидировать астрономическую безграмотность людей, создающую благодатную почву для роста лавины мракобесия, обрушивающегося в наши дни на головы людей «достижения» оккультных наук, включая самые низкопробные «знания» по астрологии. Благодаря

появлению и развитию практической космонавтики, прогрессу астрофизики, внегалактической астрономии и космологии резко возросла роль астрономии в системе фундаментальных наук и в общей культуре человечества. Красота Вселенной, познаваемость тайн мироздания, гениальность людей, оказавшихся в состоянии открыть современную астрономическую картину мира, воедино соединяющую в себе величайшие достижения человеческого разума в области учения о Вселенной в целом и физики микромира — вот что может и должно быть использовано для возрождения духовности людей, для повышения их **научной духовности**. Без этого непривычного словосочетания («научная духовность») трудно будет противостоять натиску оккультизма, знаменующего собой деградацию духовности, паралич творческого мышления и активной деятельности людей, а также падение внимания и интереса к общечеловеческим нравственным, этическим и эстетическим ценностям.

Высокие цели достигаются ценой большого труда. Большой труд предстает учителям, которые будут преподавать курс «Вселенная Человека», и, конечно, учащимся. Успех дела во многом будет зависеть от методики обучения. Здесь уместно еще раз подчеркнуть, что элементарное «изложение» материала — лишь часть процесса обучения. Необходимо широко использовать метод бесед, дискуссии с учениками, обсуждение учебных диафильмов, кинофильмов и произведений «космической» литературы и живописи, посещения планетариев и народных обсерваторий, непосредственные астрономические наблюдения. Последние лучше многих слов привлекут внимание к красоте Вселенной и зажгут в серд-

цах огонь Добра, без которого невозможно спасти мир.

Необходимо воспользоваться тем, что курс планируется изучать в X и XI классах: летние каникулы заинтересовавшиеся учащиеся сумеют использовать для выполнения увлекательных наблюдений звездного неба, получив соответствующие задания в конце X класса.

Структура курса предельно логична и глубока. В нем всего семь больших тем (140 ч): «Человек, обожествляющий Вселенную», «Человек, открывающий и познающий Вселенную», «Вселенная человека XX в.», «Прошлое Вселенной», «Будущее Вселенной», «Человек, осваивающий Вселенную», «Человек — часть Вселенной и человек как микро-Вселенная». Содержание каждой темы раскрыто в программе, дающей, однако, немалый простор для творчества учителей. Каждый из включенных в программу вопросов может быть рассмотрен учителем с той степенью подробности, которая представляется ему наиболее целесообразной, полезной и интересной.

Примерная программа курса «Вселенная Человека»:

### **I. Человек, обожествляющий Вселенную (10 ч)**

Мифы народов мира о Солнце, Луне, смене времен года, звездах, рождении и гибели Мира. Общее и особенное в мифах разных народов. От множества богов к образу единого Бога-Творца и властителя Вселенной в мировых религиях. Ведь, Библия, Коран. Бог в мировоззрении Коперника, Бруно, Кеплера, Галилея, Ньютона, Декарта, Паскаля, а также других крупнейших естествоиспытателей XIX—XX вв. Проблема палеовизита. Загадка астрономии догонов. Вифлеемская звезда: миф и возможная реальность.

### **II. Человек, открывающий**

## **и познающий Вселенную (40 ч)**

1. Астрономия древних и решаемые ею задачи. Археoaстрономия и фольклорная астрономия. Общее в астрономии Вавилона, Египта, Китая, Индии и цивилизаций Нового Света. Зарождение астрологии.

2. Астрономия в Древней Греции (Евдокс, Аристотель, Аристарх Самосский, Эратосфен, Гиппарх, Птолемей, Гипатия). Геоцентрическая система мира — вершина докоперниковской астрономии. Отношение к Птолемею в наши дни.

3. Средневековая астрономия: Ближний и Средний Восток, Русь, Западная Европа. Ариабхата, Бируни, Улугбек, Кузанский, Леонардо да Винчи. Астрология средневековья.

4. Первая великая революция в астрономии (Коперник, Бруно, Галилей, Тихо Браге, Кеплер, Ньютон, Ломоносов). Открытие Нептуна. Гелиоцентризм и новая гармония мира.

5. От Солнечной системы — к звездной Вселенной. Звездные каталоги и звездные карты. Происхождение названий созвездий. Важнейшие открытия в звездной астрономии XVIII—XIX вв. Открытия собственных движений звезд, определение расстояния до звезд (Струве), развитие представления о физической природе звезд.

6. Открытие Галактики (Гершель).

7. Туманности (открытие, каталоги, природа).

8. Космогония Канта и Лапласа.

9. Астрономическая картина мира конца XIX — начала XX вв. Космологические парадоксы (фотометрический, гравитационный, «тепловая смерть» Вселенной).

## **III. Вселенная человека XX в. (в X кл.— 20 ч, разделы 1—2, в XI кл.— 20 ч, разделы 3—5)**

1. Вторая великая револю-

ция в астрономии (Хаббл, Эйнштейн, Фридман, Леметр, Гамов, Пензиас и Вильсон). Открытие Метагалактики и ее расширение. Космологические парадоксы и их разрешения.

2. Новые инструменты (наземные телескопы и радиотелескопы, космические телескопы) и новые приемники излучения (фотоэмюльсии, ПЭС-матрицы и др.). Всеволновая астрономия.

3. Современные представления о Солнечной системе (Солнце, планеты и их спутники, кометы и астероиды), Галактике (состав, структура, галактический центр), других галактиках, квазарах. Черные дыры во Вселенной.

4. Крупномасштабная структура Вселенной. Скопления и сверхскопления галактик. «Сетчатая» структура. «Черные области».

5. Пространство Вселенной, его геометрия. Время Вселенной, «стрела времени», путешествия во времени. Физические взаимодействия во Вселенной. Симметрия и гармония Вселенной (от дискретной симметрии в кристаллах — до СРТ-симметрии и спонтанных нарушениях в неживой и живой природе).

## **IV. Прошлое Вселенной — (5 ч)**

1. Большой Взрыв. Теория горячей Вселенной и ее подтверждение. Альтернативы Большому Взрыву. Творение и саморазвитие материи. Формирование галактик, звезд, планет. Проблема появления жизни на Земле (панспермия, зарождение живого из неживого, развитие жизни на Земле).

2. Проблемы фридмановской космологии и их разрешение в гипотезе раздувающейся Вселенной (Гут, Сахаров, Линде). Метагалактика как гигантская флуктуация во Вселенной. Гипотеза множества (ансамбля) вселенных и рождение метагалактик с различным набором физиче-

ских констант.

## **V. Будущее Вселенной — (10 ч)**

Будущее звезд и Солнца, планет и Земли. Роль жизни и человека в эволюции Земли. Фридмановские модели Метагалактики (в зависимости от средней плотности материи). Скрытое (темное) вещество во Вселенной. Пульсирующая (циклическая) Метагалактика. Будущее галактик. Эволюция Вселенной с позиций раздувающейся Вселенной. Концепция вечной юной Вселенной (рождение и эволюция нашей Метагалактики — лишь один из эпизодов Большой Вселенной).

## **VI. Человек, осваивающий Вселенную — (20 ч)**

Мечты и фантазии людей о полетах в космос. История изобретения и совершенствования ракеты (как реально средства для полетов в космос). Циолковский — основоположник теоретической космонавтики. Королев — основоположник практической космонавтики. Начало космической эры — начало эры пилотируемых полетов. Что дала космонавтика астрономии, другим областям науки, народному хозяйству. Экономическая эффективность космонавтики. Нужно ли человечеству сейчас осваивать Космос? Проекты конца XX в. и начала XXI в. Космонавтика и будущее человечества. Полеты к звездам.

## **VII. Человек — часть Вселенной и человек как микро-Вселенная — (15 ч)**

Развитие учения о единстве Вселенной и Человека. Красота и гармония Вселенной — источник эстетики и этики, источник вдохновения поэтов и писателей, художников и композиторов, скульпторов и архитекторов. Русский космизм — как синтез науки, религии и искусства (Федоров, Флоренский, Циолковский, Вернадский, Чижевский). Жизнь во Вселенной. Откуда мы? Проблемы

внеземных цивилизаций. Феномен НЛО. Уникальность человеческой цивилизации. Становление космической цивилизации. Реальная и оккультная связь человека со Вселенной. Солнечно-земные связи — Антропный принцип. Космическая экология. Предсказание будущего (астрология и наука). Астрология и ясновидение (Нострадамус). Современные астрологи и их пророчества. Универсальный (глобальный) эволюционизм. Козволюция человека и природы (биосферы). Согласование планов развития общества с непредсказуемой эволюцией Вселенной и человека. Становление ноосферы. Сущность космического мышления и актуальность его формирования.

Дальнейшая разработка идеи курса «Вселенная Человека» не будет, конечно, ограничиваться подбором минимума книг, представляющих

интерес для учителей и учащихся (хотя для углубленного проникновения в любую тему курса работа с литературой совершенно необходима). Потребуется создать учебник, методическое руководство для учителей, хрестоматию, дидактические материалы и т. д., что открывает привлекательные перспективы для молодых исследователей в области методики обучения астрономии. Это замечание относится и к методическому оснащению курса «Твой Космос».

Думается, что если в недалеком будущем школьники получат возможность изучать курсы «Твой Космос» и «Вселенная Человека», то будет сделан еще один существенный шаг в повышении их общей образованности, культуры, духовности. В эпоху, когда общество стремится сделать человека целью преобразований (а не средством!), это крайне важно.

Вакуум, возникший в результате краха недавних идеалов, не должен заполняться лишь обращением к религии или к различным проявлениям оккультизма. Формирование космического мышления и реанимация давно забытого космического чувства, неразрывно связывавшего наших предков со Вселенной, есть тоже возрождение духовности, истинный обладатель которой ощущает себя неотъемлемой частью мироздания и всегда стремится к высшим ценностям и идеалам. Впрочем, это уже тема другой статьи...

Е. П. ЛЕВИТАН,  
доктор педагогических наук  
Отделение космического образования Академии космонавтики им. К. Э. Циолковского

## НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»

Научным работникам в области физики Солнца, космической плазмы и МГД-процессов адресована монография М. М. Молоденского и Б. П. Филипова «Магнитные поля активных областей Солнца» (1992 г.).

Со времени начала исследования магнитных полей Солнца (Джордж Эллери Хэйл, 1908 г.) астрономы-наблюдатели и теоретики накопили о них огромный и очень интересный материал. Авторы отмечают, что «магнитные поля — удивительная субстанция, наполняющая «жизнью» спокойный мир поверхности Солнца. Огромный раскаленный газовый шар, бурлящий где-то глубоко внутри, не привлекал бы столь пристального внимания исследователей разных специальностей, если бы в его атмосфере не разворачивались время от времени грандиозные спектакли вспышеч-



ных процессов, главную роль в которых играют магнитные поля активных областей.

Книга охватывает большой круг вопросов, связанных с магнитны-

ми полями активных областей Солнца. В ней четыре главы — «Равновесие плазмы и магнитного поля в хромосфере и короне», «Потенциальное приближение для магнитного поля активности области», «Обратная задача о структуре магнитного поля в хромосфере и короне», «Движение вещества в солнечной атмосфере».

Четкой постановке физических задач, рассматриваемых в книге, способствуют подобранные авторами иллюстрации к исследуемым явлениям. При этом предпочтение отдается фотографиям реальных структур, а не рисункам и схемам. Последние используются для того, чтобы привлечь внимание читателей к наиболее важным деталям фильтрограмм.

Авторы подчеркивают, что изучение солнечной активности представляет интерес для занимающихся проблемами магнитного удержания плазмы, поскольку некоторые процессы развития неустойчивостей в термоядерных установках (например, в токамаках) имеют ту же физическую причину, что и явления в солнечных вспышках.

### Новый железный метеорит

Весной 1992 г. в Амурский краеведческий музей г. Благовещенска поступил новый метеорит (масса 44 кг и размеры  $60 \times 55 \times 4$  см). Метеорит, получивший название **Усть-Нюкжа**, был найден 6 сентября 1991 г. в отрогах Каларского хребта в Тындинском районе Амурской области в 76 км к западу от поселка Усть-Нюкжа. Его нашли два молодых техника-геофизика Анатолий Вельма и Олег Крыжановский. Сотрудники «Амургеологии» А. Евласьев и Ю. Бондарев вынесли метеорит из горно-таежной местности и доставили его в Хабаровск.

Первые полгода метеорит хранился в геологическом музее Хабаровска. Метеорит очень красив. На его хорошо оплавленной поверхности четко видны регмаглипты размером около  $10 \times 5$  см. Тыльная сторона метеорита слабо оплавлена, скорее всего он откололся от основного тела и, вероятно, в окрестностях Усть-Нюкжи могут быть найдены другие части метеорита. Обе внешние поверхности выглядят довольно свежими, лишь в некоторых местах встречается ржавчина. Это говорит о том, что метеорит упал 10—15 лет назад или того меньше. Свидетелей падения пока не выявлено, возможно, они откликнутся, как это было в случае падения метеорита Омолон (Земля и Вселенная, 1991, № 4, с. 54.).

Первым определил метеоритную природу образца один из авторов этой заметки, Л. И. Каменцев, находившийся в тех местах на студенческой практике. Он же первым сообщил в Комитет по метеоритам о находке этого грубо-структурного октаэдрита. Позже



он привез в Москву для предварительных исследований небольшой кусочек метеорита (массой около 10 г). А недавно для детальных исследований в Комитет поступил образец метеорита массой 533 г.

Напомним читателям, что обо всех интересных наблюдениях и находках надо сообщать по адресу: 117313, Москва, ул. Марии Ульяновой, дом 3, Комитет по метеоритам. Астрономическим кружкам и отдельным любителям астрономии Комитет может

Так выглядит метеорит Усть-Нюкжа

Фото М. С. Цыба

бесплатно выслать брошюру «Инструкция по наблюдению болидов, поиску и сбору метеоритов».

**Р. Л. ХОТИНОК,**  
Комитет по метеоритам, Москва  
**Л. И. КАМЕНЦЕВ,**  
Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

## Звездный лагерь: декабрь — январь

Зимними вечерами в начале января над головой наблюдателя расположено созвездие **Персея**. Трудно найти на нашем небосводе еще одну область, столь щедро украшенную впечатляющими объектами всех типов. Два великолепных скопления  $\chi$  и  $\eta$  **Персея** (или NGC 869 и NGC 884 соответственно) хорошо известны опытным наблюдателям, а начинающий любитель астрономии может найти их, если мысленно соединит прямой линией  $\gamma$  **Персея** и  $\gamma$  **Кассиопеи**. На середине этого отрезка и находится скопление. Невооруженный глаз видит здесь овальное туманное пятнышко, а бинокль позволит рассмотреть, что это две почти соприкасающиеся тесные группы звезд. Поле зрения 15—20-сантиметрового телескопа уже полностью заполнено сотнями «искрящихся пылинкок». Это близкие скопления: NGC 884 расположено в 7500 св. лет от нас, а NGC 869 — и того меньше — 7170 св. лет. В пространстве их разделяет всего лишь 326 св. лет, т. е. скопления, видимо, связаны между собой. Скопления очень молоды — возраст NGC 869 лишь 5,6 млн лет, а NGC 884 еще моложе, ему 3,2 млн лет — настоящие космические младенцы!

Учитывая все эти цифры мы видим, что зарубежные любители астрономии не зря прозвали  $\chi$  и  $\eta$  **Персея** «Двойным скоплением». В NGC 869 около двухсот звезд, а в NGC 884 — порядка ста пятидесяти. В центре последнего привлекает внимание красивая рубиновая звезда. Блеск скоплений, обычно приводимый в справочниках, оценен в  $4,4^m$  и  $4,3^m$ . Скорее всего это «фотографический блеск», а визуально скопления выглядят ярче (Дж. Бортль оценивает оба скопления в  $3,34^m$ ).

Восточнее Двойного скопления находится еще один объект того же класса, почти всегда ускользающий от внимания наблюдателей. Это NGC 957 ( $\alpha = 2^h 28,9^m$ ,  $\delta = +57^\circ 18'$ ). Скопление вдвое меньше по диаметру, чем его знаменитые соседи (около  $10'$ ), а его несколько десятков звезд значительно слабее сгруппированы к центру. Интегральный блеск скопления  $7,6^m$ , и удалено оно от нас на расстояние около 7200 св. лет. Хотя NGC 957 несколько старше соседей, вероятно, оно связано с ними общим происхождением.

Рассеянное скопление **M 34** (NGC 1039) — еще один прекрасный объект для наблюдений с биноклем. В центре

этой сильно разреженной группы, состоящей из 80 звезд (все они примерно  $9^m$ ) заметно выделяется яркая двойная звезда. Из-за большого диаметра ( $18'$ ) это скопление, как и предыдущие, лучше всего наблюдать с широкоугольным окуляром.

Неподалеку от этих объектов видна довольно многочисленная и относительно близкая группа галактик, «возглавляемая» NGC 1023 (блеск  $9,46^m$ , видимые размеры  $6' \times 1,3'$ ). Найти эту эллиптическую галактику класса E7 нетрудно: она расположена внутри небольшого звездного ромба. Даже в «Мицар» галактика представляет собой красивое зрелище. В 20-сантиметровый телескоп в центре ее можно различить звездообразное ядро.

Наибольшей же популярностью в этой группе у наблюдателей пользуется галактика NGC 891 (класса Sb). Считают, что так выглядит «с ребра» и наша звездная система. Поскольку видимые размеры NGC 891 значительны ( $12' \times 1'$ ), свет от нее «размазан» по большой площади и поверхностная яркость галактики мала (ее блеск  $9,98^m$ ). Высокая прозрачность атмосферы и отсутствие засветки — необходимые условия, при кото-

рых можно обнаружить NGC 891. До сих пор мне не удалось рассмотреть полосу темной пылевой материи, делящую галактику пополам, хотя, судя по фотографиям, она вполне может быть доступна небольшому инструменту.

Остальные галактики группы скромнее: NGC 1003 и NGC 1058 имеют блеск  $11,5^m$  и размеры  $4' \times 2,5'$  и  $2,3' \times 2'$  соответственно, а NGC 949 еще слабее:  $11,9^m$  при размерах  $2' \times 1,5'$ . Спиральная галактика NGC 925 несколько ярче ( $10,0^m$ ) и ее вытянутый овал ( $4,7' \times 0,6'$ ) я без труда нашел в 20-сантиметровый «Ньютон». NGC 925 имеет небольшое повышение яркости к центру. С северо-запада, почти примыкая к галактике, видны две слабые звездочки ( $13^m$ ). Другие галактики, попавшие на воспроизведенный здесь фрагмент звездной карты, еще слабее: блеск NGC 972, NGC 777, NGC 750, NGC 753 и NGC 708 находится в пределах от  $11,3^m$  до  $14^m$  (галактики перечислены в порядке убывания блеска), а размеры их всех не превышают  $2'$ . Расположенные к юго-западу от звезды  $\alpha$  Треугольника NGC 670 и NGC 672 также не относятся к ярким, хотя 15-сантиметровый телескоп позволит отыскать их без труда: блеск NGC 672— $10,8^m$  (размеры  $3,5' \times 2'$ ), а NGC 670— $12,1^m$  ( $2' \times 1'$ ).

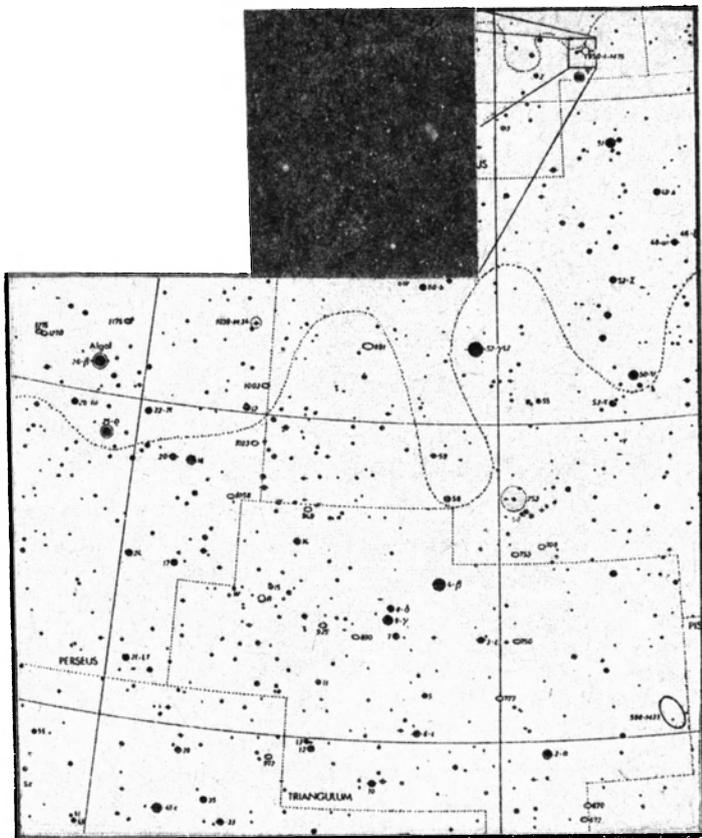
Еще одна группа галактик, носящая название «скопление Персея» и обозначенная номером 426 в каталоге скоплений галактик Г. О. Абеля (Abell 426), находится неподалеку, чуть восточнее Алголя ( $\beta$  Персея). Ядро группы — знаменитая сейфертовская галактика NGC 1275 (радиоисточник «Персей А»). На снимке из «Паломарского обзора» можно насчитать не менее сотни галактик этой группы, но, к сожалению, почти все они

лежат далеко за пределами возможностей любительских инструментов. Лишь NGC 1275 ( $11,6^m$  и  $2' \times 0,6'$ ) можно увидеть в любительский телескоп.

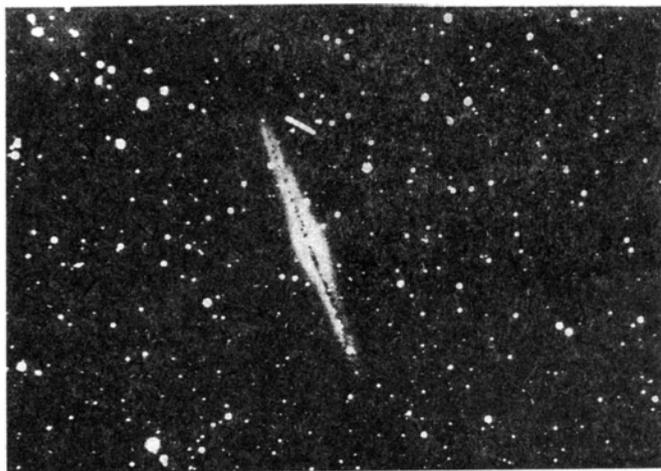
Полнейшей противоположностью этим слабым объектам кажется знаменитая галактика М 33 (NGC 598). Каталоги сообщают, что ее размеры  $60' \times 40'$ . Это соответствует действительности, чего нельзя сказать о визуальном блеске. Наиболее распространенная оценка  $5,7^m$  кажется все же завышенной, хотя при благоприятных условиях галактика действительно видна невооруженным глазом.

Если атмосфера достаточно прозрачна, в галактике можно рассмотреть спиральные ветви, выходящие из

Созвездие Персея и его ближайшие окрестности. Фрагмент карты из «Sky Atlas 2000.0». Самые слабые звезды —  $8^m$ . На врезке — планетарная туманность М 76 (Фото автора. Рефрактор АВР-1, пластинка ZU-21, выдержка — 70 мин)



яркого звездообразного ядра. Кстати, эти ветви не те же самые, что хорошо знакомы всем по фотографиям NGC 598, встречающимся в книгах, а «внутренние» — меньшего размера, выделяющиеся в виде буквы S на фоне светлого диска. В 25—30-сантиметровый те-



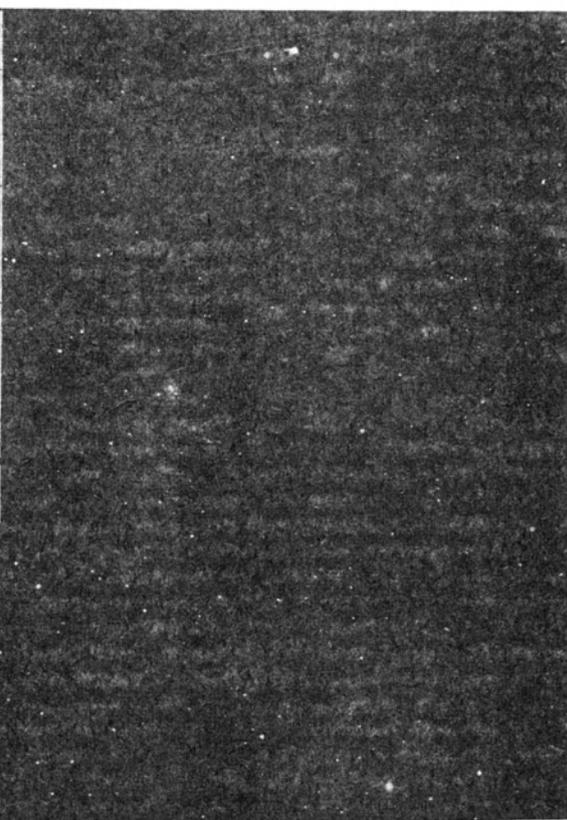
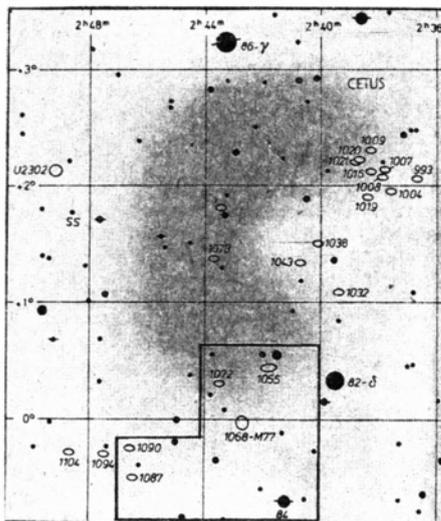
Американский любитель астрономии Джеффри Джонс сфотографировал прохождение астероида 702 Алауды вблизи галактики NGC 891 в созвездии Андромеды. На снимке хорошо видна темная полоса пылевой материи, которую любители астрономии могут заметить и визуально. Джонс использовал 20-сантиметровый телескоп Шмидт-Кассегрена (1:10) и гиперсенсibilизированную водородом пленку «Kodak 2415». Выдержка 142 мин. (Sky and Telescope 1992, V. 83, p. 709)

лескоп можно разглядеть и другие подробности ее строения.

Хотелось бы обратить внимание на еще один замечательный объект в южной части небосклона. Это **М 77** (NGC 1068) в созвездии Ки-

та, самая яркая из видимых у нас сейфертовских галактик и довольно сильный радиоисточник (ЗС 71). Полагают, что в ее центре расположена крупная черная дыра. Эта галактика чуть ярче 9<sup>m</sup> и выглядит почти

Яркая галактика М 77 в созвездии Кита и ее окружение. Снимок получен автором на 50-сантиметровой менисковой камере АФИ им. Фесенкова (Каменское Плато, близ Алма-Аты). Выдержка 10 мин, пластинка ZU-21. На врезке — окрестности М 77 в атласе «Uranometria 2000.0» (самые слабые звезды — 9<sup>m</sup>). Область, запечатленная на снимке, обведена на карте рамкой



круглым ярким пятнышком диаметром примерно  $2,5'$  рядом со звездой  $10^m$ . В «Мицар» М 77 видна как яркое ядро, окруженное оболочкой, а уже  $35,5$ -сантиметровый телескоп при увеличении  $128\times$  показывает плотно закрученные спирали, состоящие из многочисленных светлых сгустков.

М 77 окружена многочисленной свитой. Самая яркая в ней — NGC 1055 лежит в  $0,5^\circ$  северо-западнее М 77. Видимые размеры ее  $5' \times 1'$ , блеск —  $10,5^m$ . Остальные галактики значительно слабее, лишь две из них мне удалось заметить в «Мицар», да и то в очень ясную ночь (NGC 1073 и NGC 1087 имеют блеск  $11^m$  размеры  $4' \times 4'$  и  $2,3' \times 1,3'$  соответственно).

Если диаметр объектива Вашего телескопа не меньше  $20$  см, можно попытаться отыскать и другие галактики из группы М 77: NGC 1090 (она взаимодействует со своей соседкой NGC 1087) имеет блеск  $12^m$  и размеры  $2' \times 1'$ , NGC 1094 —  $12,5^m$  и  $1' \times 1'$ , а

также NGC 1015, блеск которой  $11,7^m$  и размеры  $2,5' \times 2,5'$ . Однако имейте в виду, что они отмечены Гершелем как «очень слабые» и поэтому не рассчитывайте на легкий успех. Попробуйте применить большое увеличение.

Но вернемся туда, откуда мы начали свое путешествие. Здесь можно найти еще два объекта, которые порадуют владельцев даже небольших телескопов. Рассеянное скопление NGC 752 прекрасно видно в бинокль. Около  $70$  звезд разбросано по площади диаметром  $50'$  (вдвое превышающей видимый размер Луны!). Их суммарный блеск —  $5,7^m$ , так что скопление может быть доступно даже невооруженному глазу.

Чтобы рассмотреть детали планетарной туманности М 76 (NGC 650—1) бинокля уже недостаточно, хотя туманность мне удавалось наблюдать в него (БП  $10 \times 50$ ) как крошечную звездочку  $9,5^m$  —  $9,8^m$  (а не  $12,2^m$  или  $11,8^m$  — часто встречающееся значение в справочниках).

Туманность имеет собственное имя — «Маленькая Гантель» (по аналогии с «Гантелью» — М 27, знакомой каждому любителю). Даже «Мицар» позволяет уловить сходство между двумя этими объектами. Разница лишь в том, что М 76 значительно меньше —  $2' \times 1'$ . На мой взгляд, туманность напоминает бабочку на фоне многочисленных звезд.  $20$ -сантиметровый рефрактор при увеличении  $150\times$  и  $214\times$  показывает, что юго-западное ее «крыло» чуть ярче, чем северо-восточное. Гершель решил, что здесь видны две самостоятельные туманности (это и отразилось в ее двойном обозначении), а Лорд Росс сумел разглядеть и более слабые части М 76: два сгустка, хорошо просматривающиеся на фотографиях. А с какими инструментами удастся вам их заметить?

А. Ю. ОСТАПЕНКО  
(129224, Москва, И-224,  
ул. Широкая, дом 25/24,  
кв. 356)

## Информация

### Новый завод для полировки больших зеркал

24 апреля 1992 г. в торжественной обстановке в Сен-Пьер дю Перре, близ Парижа был открыт новый уникальный завод для полировки  $8$ -метровых астрономических

зеркал, предназначенных для VLT (Very Large Telescope). Этот телескоп будет состоять из четырех  $8$ -метровых зеркал, сводящих изображение в один фокус. Эффективный диаметр такого телескопа  $16$  м. Телескоп сооружается для Европейской южной обсерватории.

Башня высотой  $32$  м предназначена для оптических испытаний зеркала в ходе его полировки и фигуризации. На верху башни расположен купол астрономической обсерватории, внизу

находятся офисы, залы для приемов и другие служебные помещения.

Блоки для зеркал из специального стекла поставляют завод оптического стекла Шотта (Германия). Путь до Парижа блоки преодолевают на специальной барже, сначала по Рейну, затем по системе каналов и, наконец, по Сене. Первый блок поступит на завод в мае 1993 г.

(По материалам Европейской южной обсерватории)

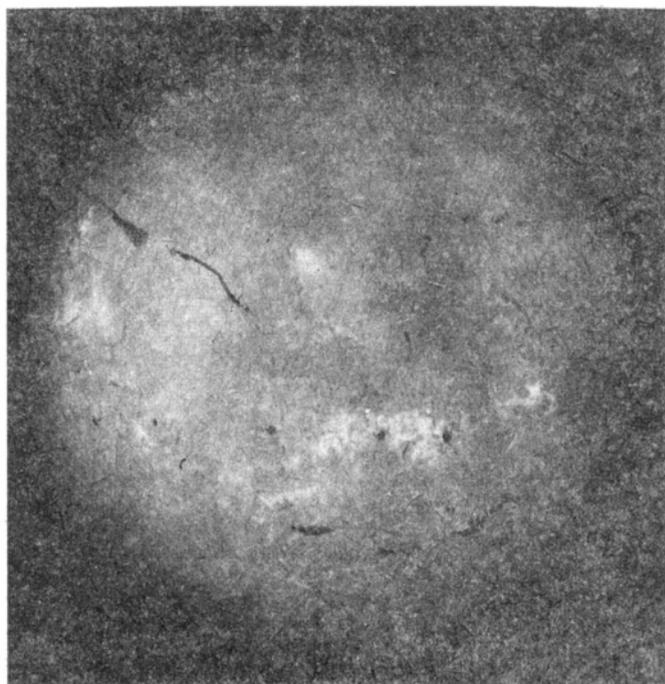
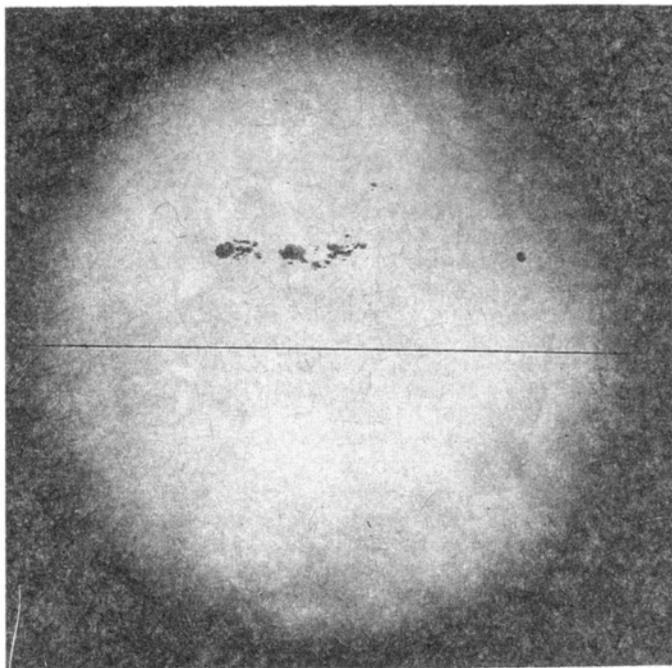
## Солнце в июне — июле 1992 г.



Система петельных протуберанцев, наблюдавшаяся 28 июня 1992 г. после захода большой группы за западный лимб. Такие структуры обычно сопровождают крупные солнечные вспышки

Солнечный диск 13 июля 1992 г. В центральной части расположена самая большая группа пятен за весь период с июня по июль 1992 г.

Хромосфера Солнца 13 июля 1992 г.



от центра диска (широта  $10^\circ$ ). Она быстро росла и довольно бурно перестраивалась. В это же время на восточный край (также примерно на  $10^\circ$  с. ш.) стали выходить крупные пятна. В результате

27—28 июня активные очаги располагались на противоположных лимбах при почти «пустом» диске.

В июле характер активности не изменился. Ежедневно на диске находилось несколько (5—7, реже 3—4) небольших групп пятен, из которых лишь две выделялись размерами и сложной конфигурацией. Одна из них вышла на диск на широте  $10^\circ$  в конце июня.

Другая — появилась из-за лимба 6 июля (также на широте  $10^\circ$ ), но на этот раз в южном полушарии. До 12 июля обе группы находились на диске ( $W \approx 150$ ). С заходом южной группы пятен величина  $W$  снизилась до 60.

Сглаженные числа Вольфа в середине 1992 г. составляли примерно 90 (как и в середине 1988 г.). Подчиняясь законам цикличности, активность будет уменьшаться.

*В. Г. БАНИН,  
доктор физико-математических наук  
С. А. ЯЗЕВ*

Снимки получены С. А. Язевым и Т. В. Говориной в Байкальской астрофизической обсерватории СибИЗМИРа.

## **ВНИМАНИЮ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ И АСТРОНОМИИ!**

Комиссия по астрономическому образованию Астрономического общества, пытаясь найти оптимальные пути улучшения преподавания астрономии в средней школе, просит Вас высказать свое мнение по следующим вопросам:

1. В каком возрасте, по Вашему мнению, интерес детей к астрономии проявляется наиболее сильно? Много ли в выпускных классах ребят, интересующихся астрономией?

2. Считаете ли Вы целесообразным включение вопросов астрономии в учебные программы по разным предметам (каким?) в младших и средних классах?

3. Считаете ли Вы целесообразным сохранение астрономии как отдельного предмета: а) во всех школах; б) в школах естественнонаучного профиля?

4. В какой мере увлечение астрономией может стать стимулом для развития интереса детей к другим естественным наукам, истории цивилизации, культуры?

5. Если Вы преподаете астрономию в школе, то в чем нуждаетесь более всего: а) в современном учебнике, б) методических разработках и поурочных планах, в) наглядных пособиях и иллюстрациях, г) компьютерных обучающих программах, д) получении научных и методических консультаций, е) организации практических занятий?

6. Как бы Вы отнеслись к созданию научно-методического консультативного центра (или центров) по астрономии для учителей средней школы?

Ответы просим присылать по адресу: 119899 Москва, Университетский пр. 13, ГАИШ, АО, Комиссия по образованию.

### Дом Космоса

В 1964 г. в Москве на проспекте Мира в честь запуска первого искусственного спутника Земли сооружен обелиск — взметнувшаяся на 96-метровую высоту ракета, оставившая за собой титановый шлейф.

На боковых стенах постамента обелиска горельефы, символизирующие основную идею композиции монумента — прославление труда ученых, инженеров, рабочих, создающих космические аппараты. У подножия — памятник великому русскому ученому Константину Эдуардовичу Циолковскому.

Мемориальный музей космонавтики организован в стилобате, подножии Монумента, и открыт в апреле 1981 г. Сегодня он располагается в двух залах. Через просторный вестибюль и оригинальные раздвигающиеся двери — «жалюзи» — посетители входят в мемориальный зал и сразу оказываются в необычной обстановке. В дальнем конце зала виден огромный цветной витраж, символизирующий Космос. На его фоне хорошо просматривается сфера со знаками Зодиака и созвездиями, перед которой возвышается фигура космонавта, олицетворяющая взаимную связь Человека и Космоса. Экспозиция зала построена так, что показаны крупнейшие достижения космонавтики — от первого спутника до пилотируемых космических кораблей, от исследования планет до решения земных проблем с помощью космической техники.

Мы привыкли, что в музеях и на выставках экспонаты рассказывают о том или ином событии последовательно: документы чередуются с реликвиями, одна витрина сменяется другой. Сотрудники нашего му-

зея подошли к формированию экспозиции по-иному, решив попытаться с помощью интерьера, специального освещения и сложной техники воссоздать те мгновения, которыми были отмечены этапные шаги космонавтики.

Шесть подиумов — экспозиционных зон, изготовленных из полированной нержавеющей стали, напоминают иллюминаторы звездолета. Заглянув в один из них, рассказывающий об изучении Луны, посетитель увидит технологические дубликаты лунных станций «Луна-1» и «Луна-3», спускаемый аппарат станции «Луна-9» и «Луноход-1». Увидев шлюз, в котором тренировался А. А. Леонов, мы сможем представить себе, насколько трудно было первопроходцу открытого космоса.

Можно очень долго слушать рассказы о нашей пилотируемой программе, но увидев своими глазами спускаемые аппараты космических кораблей «Восток» и «Союз», начинаешь понимать подвиг людей, летавших в них или же создавших эти шедевры техники.

Эмоциональное восприятие экспозиции усиливает музыка и игра света. Ну, а если захотелось побольше узнать о том или ином событии в космосе, то в этом помогут кадры кинохроники.

Второй зал музея не менее оригинален по своему оформлению. Серебристые фермы, специальные светильники, вогнутые зеркала, укрепленный на сферическом потолке «Звездолет будущего» позволяют почувствовать себя как бы в отсеке космического корабля, через овальный экран-иллюминатор которого можно увидеть специально созданную для музея слайд-программу, передающую загадочный и

тревожный мир Космоса. Ее просмотр будит фантазию, и посетитель вполне может представить себя участником космического рейса.

Однако музей — это не только прекрасные залы. Его основное богатство — фонды. С 1969 г. сотрудниками собрана уникальная коллекция — более 50 тыс. экспонатов. Это архивные и кино-фотодокументы, вещественные реликвии, предметы нумизматики, филателии, изобразительного и декоративно-прикладного искусства. Многие космонавты передали в дар музею ценные реликвии. Есть среди них тренировочный скафандр, личные вещи и документы Юрия Гагарина, космические инструменты Мусы Манарова, рабочие дневники Анатолия Березового. Эти материалы отражают историю развития космонавтики, раздумья художников о судьбах планеты и месте людей во Вселенной.

Мы приглашаем художников-космистов демонстрировать свои работы в залах нашего музея. Никого из посетителей не оставляет равнодушной живопись Владимира Джанибекова и Юрия Походаева, Игоря Анисифорова, Бориса Смирнова-Русецкого и Юрия Миронова.

Возможность познакомиться с коллекцией музея была предоставлена многим людям у нас в стране и за рубежом.

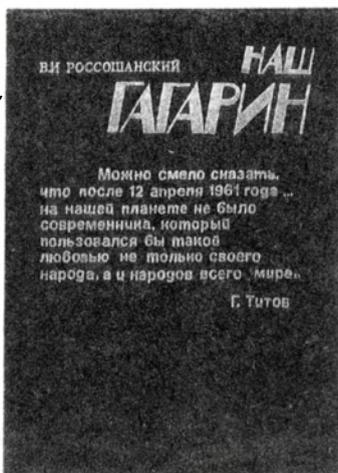
Даже в наше трудное время Мемориальный музей космонавтики принимает ежегодно около 100 тысяч посетителей и является одним из наиболее посещаемых музеев Москвы.

**А. В. ПАВЛИЧЕНКОВА,**  
заместитель директора Мемориального  
музея космонавтики

## Из книг о Гагарине

При Саратовском индустриально-педагогическом техникуме, где учился Юрий Алексеевич Гагарин, уже много лет успешно работает народный музей, возглавляемый заслуженным работником культуры России Владимиром Ивановичем Россошанским (Земля и Вселенная, 1981, № 2, с. 68.— *Ред.*). Создатель и директор музея Ю. А. Гагарина собрал и обобщил в книге «Наш Гагарин» (Приволжское издательство, 1989) интересный материал о жизни первого космонавта, его друзьях и наставниках.

Книга вышла небольшим тиражом (20 000 экз.) и потому, возможно, не оказалась среди книг



о Гагарине у тех, кто длительное время собирает и бережно хранит литературу, посвященную Юрию Алексеевичу.

В основу книги В. И. Россошанского положены многочисленные факты биографии Гагарина, размышления о личности этого человека, беседы с его родными и друзьями. Книга В. И. Россошанского — это проникнутый любовью к Гагарину рассказ о становлении личности человека, которому суждено было навечно войти в историю земной цивилизации. Такая книга очень полезна сегодняшней молодежи, подросткам, определяющим свой путь в жизни и свое место в ней.

Книга хорошо иллюстрирована, в ней читатели найдут знакомые всем и очень редкие фотографии. На обложке — слова Г. С. Титова: «Можно смело сказать, что после 12 апреля 1961 г. ... на нашей планете не было современника, который пользовался бы такой любовью не только своего народа, а и народов всего мира»...

---

## **Против антинаучных сенсаций**

---

# **НЛО глазами французских астрономов**

**ЖАН-КЛОД РИБ,  
ГИ МОНЕ  
(Франция)**

---

В 1990 г. одно из крупнейших французских издательств «Ларус» выпустило книгу «Внеземная жизнь». Авторы книги — известные французские астрономы доктор Жан-Клод Риб, директор Астрономической обсерватории в Лионе, вице-президент Астрономического общества Франции и доктор Ги Моне, предшественник своего соавтора на посту директора Лионской обсерватории, в настоящее время возглавляет Совет Канадо-франко-гавайского 3,6-метрового телескопа (телескоп расположен на горе Мауна-Кеа, о. Гавайи).

Обсуждая проблему жизни во Вселенной, авторы не обошли стороной феномен НЛО и посвятили ему целую главу, в значительной степени опирающуюся на исследования, которые с мая 1977 г. проводит группа по изучению аномальных аэрокосмических явлений при Национальном центре космических исследований Франции. С любезного согласия издательства и авторов мы публикуем сокращенный вариант этой главы.

---

Все, что тяжелее воздуха, никогда летать не будет.  
С. Ньюком (1835—1909),  
американский астроном

Прежде всего оговорим правила игры: в настоящее время мы не располагаем никакими неопровержимыми научными доказательствами пребывания в нашей атмосфере летательных аппаратов внеземного происхождения (а именно ими многие пытаются объяснить проявление НЛО). Укажем на два типа рассказов: очевидцы сообщают о наблюдении металлических на вид объектов, обычно линзообразных или сферических, иногда цилиндрических, практически бесшумно парящих в небе или летящих с головокружительной, порой даже сверхзвуковой скоростью и развивающих огромные ускорения; другие свидетельствуют, что были мгновенно парализованы после того, как гуманоид, находящийся вблизи одного из таких приземлившихся объектов, направил на них нечто вроде пистолета.

Любительские группы изучили множество сообщений очевидцев, наблюдавших неопознанные аэрокосмические явления. Полученные при этом результаты неравноценны. Некоторые группы обращались к ученым разных специальностей (физикам, астрономам, психологам и т. д.) и проводили серьезные расследования необычных наблюдений, сделанных заслуживающими доверия людьми. Эти энтузиасты постепенно выработали определенные методы проведения расследований, опроса очевидцев, анализа следов, оставленных после предполагаемых посадок (т. е. изменений, происшедших с почвой и растительностью). Они составили списки природных явлений и различных искусственных объектов, которые свидетели не смогли распознать и приняли за нечто необычное, хотя все виденное ими имело объяснение (планета Венера, металлизированные шары-зонды, спутники или фрагменты ракет-носителей, возвращающиеся в атмосферу, метеориты, свет фар машины, отраженный от облаков, и т. п.). В некоторых случаях им удалось сорвать планы шутников-фальсификаторов. И, в конце концов, они столкнулись с фактами, когда наблюдаемые феномены, детально описанные свидетелями, внушающими доверие, не могли быть идентифицированы экспертами с известными им явлениями.

К сожалению, сплошь и рядом с редкими серьезными исследованиями соседствует множество крайне спорных работ, проведенных малоквалифицированными любителями. И очень часто в публикациях таких любительских групп можно встретить весьма поспешные выводы. Мы представим здесь только результаты исследований, проведенных официальными организациями трех стран — США, СССР и Франции, а в заключение перечислим существующие сегодня основные гипотезы, предложенные для объяснения неопознанных аэрокосмических явлений.

## ОФИЦИАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СОЕДИНЕННЫХ ШТАТАХ

С 1948 по 1969 гг. официальным изучением НЛО в Соединенных Штатах занимались военно-воздушные силы. В 1969 г. на основании заключения, сделанного университетской комиссией **Э. Кондона**, ВВС формально прекратили все работы в данной области. Однако, как мы сейчас покажем, на самом деле они продолжались. Что же касается периода 1948—69 гг., то мы основываемся на истории, как она представлена доктором Кондо-



Кеннет Арнольд, ставший знаменитым после наблюдений НЛО 24 июня 1947 г.

ном в его отчете. Мы будем также опираться на работу, проделанную в 1976 г. Марцием С. Смитом из Исследовательской службы Конгресса США. Его книга «Тайна НЛО» поможет нам воспроизвести реакцию ученых на отчет Кондона.

## «СИНЯЯ КНИГА» И ОТЧЕТ КОНДОНА

Феномен НЛО привлек внимание мировой прессы, когда американский пилот К. Арнольд, имевший репутацию серьезного и компетентного человека, рассказал о том, что он увидел 24 июня 1947 г. во время одного из полетов в окрестностях горы Рейнир (штат Вашингтон). Это были девять летящих дисков, своим видом и движением напоминавших «тарелки, прыгающие по воде». Так началась эпоха летающих тарелок.

**Письмо генерала Туайнинга.** Наблюдение Арнольда было уникальным, и в сентябре генерал Н. Туайнинг, начальник службы материально-технического обеспечения ВВС, направил командующему ВВС секретный рапорт по поводу наблюдений «летающих дисков». Вот некоторые положения этого рапорта:

— явление представляет собой нечто реальное и не является плодом воображения или вымыслом;

— существуют объекты, имеющие, по видимому, дискообразную форму и размеры, примерно, с самолет;

— некоторые наблюдения можно отнести к природным явлениям (например, к метеорам);

— отмеченные характеристики поведения этих объектов — очень большая вертикальная скорость, маневренность, включая двойной переворот, и действия, которые следует рассматривать как уклонение от встречи (когда не представляющий никакой опасности самолет обнаруживает их или приближается к ним, либо когда их фиксирует радиолокатор), навядя на предположение, что некоторые из этих объектов, возможно, управляются вручную, автоматически или дистанционно;

— сходное описание этих объектов примерно таково: поверхность металлическая или хорошо отражающая свет; форма круглая или эллиптическая, дно плоское, верхняя часть — куполообразная; иногда летают группами от трех до девяти объектов; обычно полет бесшумен, за исключением трех случаев, когда были отмечены грохочущие звуки.

В рапорте Туайнинга мы встречаемся со многими характеристиками «летающих тарелок», ставшими впоследствии классическими.

**Начало официальных исследований.** 30 декабря 1947 г. командующий ВВС приказал начальнику Службы материально-технического обеспечения приступить к изучению «наблюдений атмосферных феноменов, которые могут представлять интерес с точки зрения национальной безопасности». Так началось официальное изучение «летающих дисков». Оно проводилось под разными названиями. Мы остановимся на последнем, наиболее известном, исследовательском проекте — «Синей книге».

В правительственных кругах циркулировало мнение, будто НЛО — секретные летательные аппараты, созданные в СССР. Некоторые же офицеры ВВС предполагали, что НЛО имеют внеземное происхождение. Иные считали, что в одних случаях речь идет о мистификациях, в дру-

гих — о нераспознанных известных явлениях. Эксперты проекта «Синяя книга», проанализировав эти сильно различающиеся между собой гипотезы, отдали предпочтение последней.

**Проект «Синяя книга».** Работы в рамках этого проекта довольно быстро установили, что диких объекты, летающие в атмосфере, не всегда имеют дискообразную форму (встречаются сигарообразные или сферические объекты, а также огненные шары).

Для оценки наблюдений с точки зрения их возможного соответствия астрономическим явлениям (метеорам, планетам и т. д.) военные пригласили в качестве консультанта астронома доктора **Дж. А. Хайнека**. Ему удалось объяснить множество сообщений. Да и вообще подавляющее большинство наблюдений относилось в конечном счете к известным явлениям (баллоны-зонды, самолеты, птицы и т. д.). Но всегда оставалось несколько необъяснимых случаев, которые нельзя было просто так отбросить. Однако представители «Синей книги» уверенно заявляли, что эти случаи не несут угрозы национальной безопасности.

Работа «Синей книги» протекала под покровом строжайшей секретности и свободный доступ к архивам проекта был практически закрыт. Это, естественно, стимулировало появление неофициальных общественных организаций, например, «Организации по исследованию атмосферных явлений» (АПРО) в 1952 г. или «Национального комитета по исследованию атмосферных явлений» (НИКАП) в 1954 г., приступивших к самостоятельному расследованию случаев наблюдений НЛО. Нередко материалы, собранные в ходе таких исследований, оказывались гораздо информативнее соответствующих документов «Синей книги».

Основатель НИКАП, майор в отставке Кихое, придерживался крайней точки зрения. По его мнению, ВВС располагали доказательствами внеземного происхождения некоторых НЛО, но тщательно скрывали это, дабы не вызвать панику у неподготовленного населения.

К 1965 г. противостояние между ВВС и общественными уфологическими группами достигло наивысшего накала. Лишь изредка в спор вмешивались пресса, общественность и Конгресс. В течение 1965 г. в «Синюю книгу» поступило 887 сообщений. Газеты опубликовали множество материалов, посвященных НЛО, и постепенно общественность, Конгресс и ученый мир оказались вовлеченными в дебаты. Все это вынудило ВВС отказаться от своей

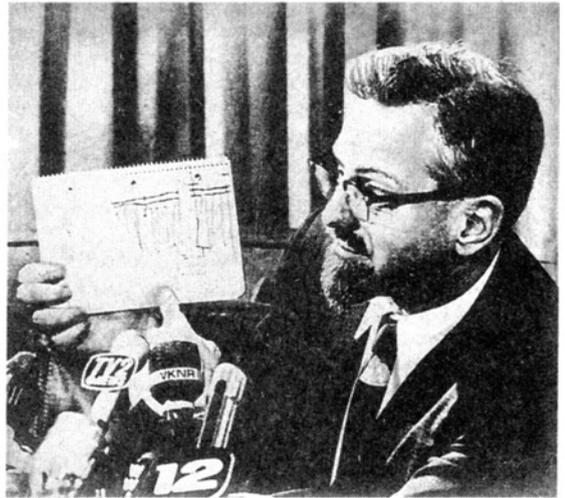
монополии на изучение НЛО и обратиться к одному из университетов с предложением провести независимое исследование проблемы.

Астроном Дж. А. Хайнек за 18 лет работы приложил много сил для критического анализа материалов, собранных в «Синей книге». Убеденный поначалу в перспективности исследований по НЛО, он постепенно пришел к противоположному мнению и счел уровень работы «Синей книги» недостаточным научным.

**Отчет Кондона.** В октябре 1966 г. ВВС заключили контракт на проведение работ с Колорадским университетом, где для этого была сформирована специальная комиссия под руководством известного физика доктора Э. Кондона. В комиссии были представители как естественных, так и гуманитарных наук. Она функционировала почти два года и в январе 1969 г. представила на суд общественности результаты исследований.

Отчет Кондона, названный «Научное исследование неопознанных летающих объектов», содержал около тысячи страниц и был основательно перегружен деталями. Он открывался резюме, написанном самим Кондоном, однако не совсем точно отражающим содержание всего отчета (некоторые авторы отчета акцентировали внимание на случаях, оставшихся необъяснимыми даже после тщательной экспертизы). Кондон опубликовал также свои выводы и рекомендации, сводившиеся к тому, что «...изучение НЛО за прошедший 21 год нисколько не преумножило научные знания. Тщательное рассмотрение доступных материалов привело нас к заключению, что проведение дальнейших исследований НЛО, по-видимому, не будет оправданным с точки зрения связанного с ними ожидания прогресса науки». На следующей странице этот вывод был несколько смягчен другим, пожалуй, более обоснованным утверждением: «Ученые не признают авторитетов. Наш вывод, согласно которому изучение НЛО имеет мало шансов на то, чтобы двинуть науку вперед, не может быть встречен без критики с их стороны. Иначе и быть не может, да мы и не хотим, чтобы было иначе. Аналитическое представление всего, что нам удалось сделать, а также того, что не удалось, надеемся, поможет ученым самостоятельно решить, согласны они или нет с нашими выводами. Мы также надеемся, что подробности этого отчета позволят ученым разобраться в означенных проблемах и сложностях, стоящих на пути их решения».

Как отмечает Кондон в своем резюме, не существует никаких неоспоримых дока-



Заведующий кафедрой астрономии Северо-западного университета Дж. А. Хайнек на пресс-конференции (1966 г.), посвященной обсуждению очередного, получившего широкую огласку, случая наблюдения НЛО



Поскольку ВВС США были весьма скупы на информацию о своих исследованиях НЛО, образующийся вакуум заполняла американская пресса, которая рассматривала проблему с разных точек зрения и выдвигала самые экстравагантные гипотезы. К сожалению, ученые почти не принимали участия в этом обсуждении

зательств того, что НЛО являются космическими кораблями или же источником военной угрозы. Следуя рекомендациям комиссии, 17 декабря 1969 г. ВВС упразднили проект «Синяя книга» и с тех пор «официальное» изучение НЛО больше не ведется.

## РЕАКЦИЯ УЧЕНЫХ НА ОТЧЕТ КОНДОНА

Хотя отчет Кондона (после нескольких недель его изучения) был поддержан Национальной академией наук, он подвергся серьезной критике со стороны научного сообщества, в частности, такой авторитетной организацией как Американский институт аэронавтики и астронавтики (АИАА).

**Критика со стороны АИАА.** В 1967 г. в рамках АИАА была организована подкомиссия по НЛО. В ноябре 1970 г. она опубликовала в журнале «Aeronautics and Astronautics» статью под названием «НЛО: подход к проблеме». Вот некоторые выдержки из нее: «Нельзя ограничиться чтением резюме, написанным Салливаном и Кондоном, или кратких содержаний самих резюме, на которых сосредоточились большинство читателей и средства массовой информации. В разных разделах имеются различия во мнениях и выводах. Сделанные разными авторами, они подчас расходятся также и с выводами кондоновского резюме. В резюме Кондона отражены далеко не все выводы, содержащиеся в самом отчете».

«...Содержание раздела «Резюме исследования», написанного Кондоном, далеко выходит за пределы своего названия. Этот раздел преимущественно отражает мнение самого Кондона».

«...Подкомиссия не считает, что содержание отчета подтверждает основной вывод (Кондона) и что нет никаких научно значимых оснований для продолжения исследований».

«...Рассмотрев все имевшиеся в наличии у подкомиссии материалы, мы полагаем, что трудно игнорировать небольшое количество хорошо документированных необъясненных случаев, образующих «твердое ядро» проблемы НЛО».

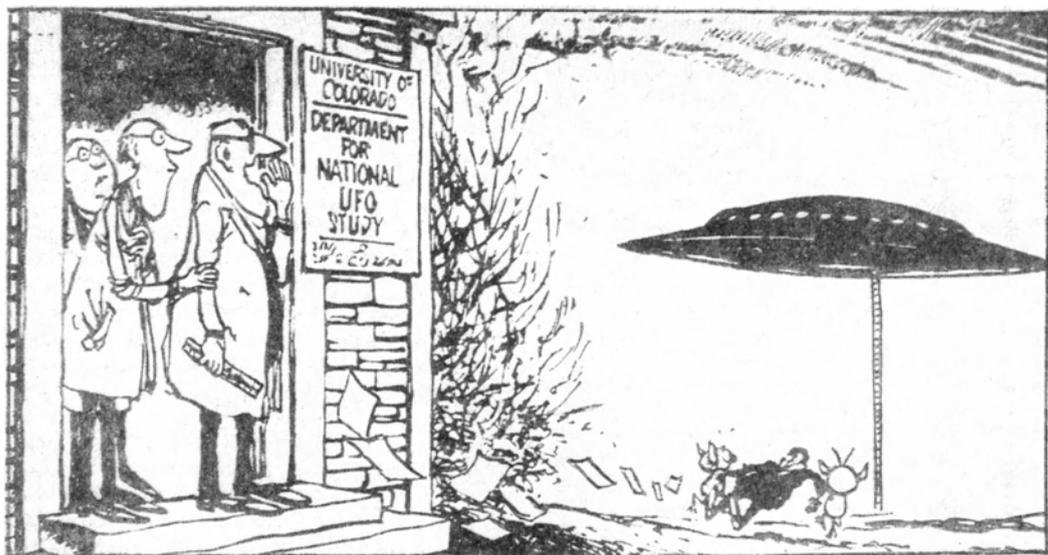
Заявив о своем неприятии весьма привлекательной, но слишком спекулятивной веземной гипотезы, подкомиссия рекомендовала провести неширокомасштабные и рассчитанные на долгую перспективу научные исследования по проблеме НЛО.

В 1972 г. Хайнек в книге «Опыт научного изучения НЛО» высказал свою точку зрения по всем вопросам, связанным с НЛО, и наметил направление

для дальнейших исследований (статистика случаев, поиск корреляций, тщательное изучение траекторий движения и маневров НЛО и т. д.), которые и начал проводить с 1973 г. в рамках КУФОС (Центра по изучению НЛО). Ядром КУФОС стала группа ученых, сотрудничавших с Хайнеком. Центр поддерживает связи с такими уфологическими организациями, как АПРО, НИКАП и МУФОН (Всеобщая сеть НЛО). Последняя, созданная в 1969 г., передала в распоряжение КУФОС 800 своих исследований.

**Коллоквиум АААС.** В декабре 1969 г. Хайнек принял участие в работе коллоквиума по проблеме НЛО, организованного АААС (Американской ассоциацией прогресса науки). Астроном Д. Мензел, один из консультантов «Синей книги», отстаивал свою позицию, согласно которой все сообщения об НЛО можно объяснить (если речь не идет о мистификациях или галлюцинациях) известными явлениями, не распознанными очевидцами.

В подтверждение противоположной точки зрения физик Макдональд представил четыре случая из отчета Кондона, по которым он провел дополнительные расследования. Вот как он прокомментировал случай с самолетом РБ-47, происшедший ночью 17 июля 1957 г.: «Реактивный самолет РБ-47 американских ВВС, снабженный системой РЭП (радиоэлектронного подавления), с экипажем из шести офицеров летел в сопровождении НЛО на протяжении полутора часов, пройдя за это время 1300 км по маршруту от штата Миссисипи до штата Оклахома, минуя штаты Луизиана и Техас. В разные моменты находившиеся в кабине члены экипажа видели объект как яркий источник света. Он фиксировался наземными радиолокационными станциями и РЭП на борту РБ-47. Этот случай особенно интересен тем, что мгновенное появление и исчезновение объекта наблюдалось тремя физически различными методами: визуально, радаром и РЭП. Интересно также, что маневры объекта выполнялись с такой скоростью, которая выходила далеко за пределы того, с чем когда-либо приходилось встречаться экипажу». Все это можно найти и в отчете Кондона. Но тогда комиссия основывалась только на показаниях трех офицеров, причем данных спустя десять лет после событий. Макдональд получил материалы «Синей книги», относящиеся к этому случаю, и, расспросив всех шестерых свидетелей, собрал твердо установленные факты. Раскритиковав различные выдвинутые объяснения (такое, как например, «самолет», предложенное экс-



пертами «Синей книги»), Макдональд пришел к выводу, что это случай с «НЛО, обладающим чрезвычайно интересными летными характеристиками и электромагнитными средствами». Позднее, в апреле 1971 г. он опубликовал в журнале «Aeronautics and Astronautics» результаты своего расследования.

Еще один случай, происшедший в ночь с 13 на 14 августа 1956 г. в Лейкенхите (Англия), представлен в отчете Кондона следующим образом: «По меньшей мере один НЛО был зафиксирован контрольными диспетчерскими локаторами двух станций англо-американских ПВО. Одновременно его наблюдали и визуально. Это был круглый белый объект, который быстро перемещался и внезапно менял направление движения. Предпринята попытка перехвата его истребителем ВВС. Контрольный радиолокатор вывел самолет на НЛО, и пилот сообщил, что цель на его бортовом радаре видна и он готов открыть огонь. НЛО, описав петлю, пристроился за самолетом и «сидел на хвосте», несмотря на все попытки пилота оторваться. Инцидент закончился тем, что истребитель вернулся на базу из-за нехватки горючего. В этом случае основные доказательства свидетельствуют о вероятной встрече с настоящим НЛО (именно так!). Погода была ясная с хорошей видимостью».

Смысл определения «настоящий НЛО» может быть прояснен с помощью анализа, проделанного в другом разделе отчета Тейером, специалистом по радиолокации: «В итоге этот случай выглядит самым

Одна из газетных карикатур. Подпись гласит: «Сохраняйте спокойствие, доктор Кондон! Скажите им только, что вы в них не верите!»

необычным и интригующим среди сообщений о комбинированных визуально-радарных наблюдениях. Рациональное, разумное на вид поведение НЛО вынуждает предположить присутствие механического устройства неизвестного происхождения. Между тем, имея в виду ошибки, неизбежно допускаемые свидетелями, нельзя полностью отбросить и более традиционные объяснения».

Тщательно изучив материалы архива «Синей книги», Макдональд подтвердил основные данные, касающиеся этого случая, в частности, реальность игры в «кошки-мышки» со стороны НЛО, когда объект выдерживал постоянную дистанцию позади перехватчика, а тот совершал различные маневры, пытаясь уйти от НЛО. Макдональд пришел к заключению, что этот случай, как и случай с РБ-47, противоречит выводу Кондона, согласно которому продолжение изучения сообщений о наблюдениях НЛО «не будет способствовать прогрессу науки». Более того, на его взгляд, случай в Лейкенхите свидетельствует о разумном (или кибернетическом) управлении НЛО, и поэтому гипотеза об их внезапном происхождении представляется наиболее вероятной. По его словам, речь идет, естественно, только о рабочей гипотезе, лишенной на данный момент неопровержимых доказательств. В сентябре 1971 г. журнал «Aeronautics and Astro-

nautics» представил этот случай в изложении Тейера. Принимая во внимание высокую достоверность информации и крайне странный характер данных, Тейер охарактеризовал происшедшее в Лейкенхите как «один из самых удивительных случаев наблюдения НЛО, известных на тот момент».

### **Легально добытые официальные секреты**

К 1976 г. некоторые уфологи, воспользовавшись Законом о свободе информации (принят в 1966 г. и уточнен в 1974 г.), ознакомились с официальными секретными документами, имеющими отношение к НЛО. Они опубликовали их тексты, сопроводив для большей убедительности фотокопиями оригиналов. В 1973 г. была создана ассоциация «Граждане против секретности вокруг НЛО» (КАУС). Руководители КАУС выпустили в 1984 г. книгу «Явный умысел», предав гласности основное, что удалось получить, опираясь на Закон о свободе информации. Стало ясно, что ВВС и различные разведслужбы никогда не прекращали интересоваться НЛО. Приведем три примера, не нуждающиеся в комментариях.

**«Стандартная процедура ВВС».** В предисловии к книге представлена, в частности, цитата из весьма интересного документа ВВС, датированного октябрем 1969 г. и подписанного бригадным генералом. Генерал полагает, что вскоре проект «Синяя книга» будет закрыт (спустя два месяца это действительно произошло), и уточняет, что сообщения об НЛО, предположительно затрагивающие интересы национальной безопасности, не являются частью программы «Синей книги» и должны по-прежнему обрабатываться в рамках относящейся к ним «стандартной процедуры ВВС».

**Наблюдение НЛО береговой охраной.** В главе «Эхо минувшего» мы находим документ НОРАД (Объединенной системы противовоздушной обороны североамериканского континента). В нем говорится о сигарообразном НЛО с очень яркими цветными огнями. Его наблюдали из четырех пунктов береговой охраны, расположенных по периметру озера Мичиган, 23 июля 1978 г. около 4 часов утра. Первоначально объект неподвижно висел над озером на высоте 1800 м, а затем вдруг за три минуты покрыл расстояние примерно в 320 км, что соответствует средней скорости, в пять раз превышающей скорость звука.

**Тегеранский случай 1976 г.** В главе «Зарубежные происшествия» приводится удивительное сообщение, которое стало

поводом для статьи, опубликованной газетой «International Gerald Tribune» 20—21 января 1979 г. Мы располагаем фотокопией этого сообщения, взятого из досье Разведывательного управления Министерства обороны США (РУМО). Его с большим трудом удалось извлечь одному американцу, узнавшему об этом случае из скупой публикации тегеранской газеты «Keyhan International», выходящей на английском языке.

Кратко случившееся сводится к следующему. Сразу после полуночи 19 сентября 1976 г. дежурному офицеру имперских ВВС четырежды звонили гражданские лица и сообщали о наблюдаемом в небе странном объекте. Он ответил им, что это звезды, но чуть позже сам увидел нечто крупнее и ярче, чем просто звезда. Офицер направил на разведку Ф-4 — сверхзвуковой истребитель имперских ВВС. Когда самолет приблизился к объекту на 45 км, все оборудование и средства связи (радио и бортовое переговорное устройство) внезапно вышли из строя. После того, как пилот прекратил преследование и повернул обратно на базу, работа аппаратуры восстановилась. Был направлен второй истребитель Ф-4. Радиоэхо на экране бортового радара напоминало метку от самолета «Боинг-707». Ф-4 приближался к НЛО с относительной скоростью 280 км/ч. Когда до объекта оставалось 45 км, НЛО ускорил движение, сохраняя эту дистанцию постоянной. Экипаж не смог (визуально) различить размеры объекта, поскольку он был чрезвычайно ярким. Свет исходил от источников, расположенных прямоугольником, и быстро менял окраску от голубого к зеленому, затем красному и оранжевому. Неожиданно от НЛО отделился еще один яркий объект, видимые размеры которого составляли от половины до трети лунного диска, и очень быстро устремился навстречу Ф-4. Пилот сделал вираж и ушел в пике, но объект также изменил направление полета и стал преследовать самолет, выдерживая дистанцию в 6 км. В конце концов, он прошел внутри траектории виража Ф-4, устремился обратно к НЛО и вновь слился с ним в одно целое. Через короткое время от НЛО снова отделился какой-то объект и ринулся вертикально вниз. Экипаж приготовился увидеть взрыв столкнувшегося с землей объекта, но тот, по-видимому, приземлился мягко и ярко осветил местность в радиусе 1—1,5 км. Чтобы восстановить ночное зрение, экипажу перед посадкой пришлось даже совершить несколько кру-

гов над тегеранским аэродромом. Каждый раз, пролетая над одной и той же зоной, летчики отмечали исчезновение внешней и внутренней связи (когда эту же зону пересекал гражданский самолет, у него также прервалась связь). Днем экипаж отправился на вертолете в то место, где по всей видимости приземлился объект (дно высохшего озера), но ничего не обнаружил.

Крайне любопытно приложение к сообщению в виде комментария Разведывательного управления. В нем уточнялось, что информация подтверждается и другими источниками, а в заключение давалась следующая оценка: «Поразительное сообщение. Этот классический случай объединил все положения, необходимые для тщательного изучения феномена НЛО:

— объект наблюдался многочисленными очевидцами, расположенными в разных местах;

— многие очевидцы внушают высокое доверие (генерал авиации, квалифицированные экипажи и авиадиспетчеры);

— визуальные наблюдения подтверждаются радиолокационными;

— о сходных электромагнитных эффектах сообщили три различных экипажа;

— у некоторых членов экипажей отмечены физиологические эффекты (из-за чрезвычайной яркости объекта исчезало ночное зрение);

— НЛО имел экстраординарную маневренность».

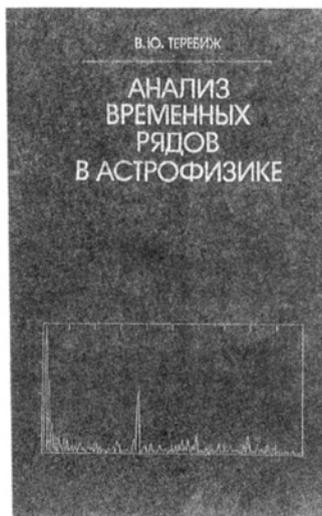
(Окончание следует)

Перевод М. Ю. ШЕВЧЕНКО

НОВЫЕ КНИГИ  
ИЗДАТЕЛЬСТВА  
«НАУКА»

## Временные ряды в астрофизике

Временной ряд — это упорядоченная совокупность дискретных измерений, с которыми приходится постоянно иметь дело многим ученым и инженерам. Интерес астрофизиков к временным рядам обусловлен недостаточностью традиционных методов анализа быстрых вариаций характеристик различных астрономических объектов и необходимостью счета отдельных (импульсных) событий (фотонов, гамма-всплесков и т. д.). Монография В. Ю. Тербижа «Анализ временных рядов в астрофизике» (1992 г.), адресованная астрономам, физикам, математикам, может быть полезна и исследователям в других областях науки (биологам, инженерам), занимающимся изучением внутренней структуры временных процессов.



Монография содержит «Предисловие», пять глав («Основные понятия», «Равномерные временные ряды», «Спектральная теория неравномерных временных рядов», «Непараметрические методы вы-

деления скрытой периодичности», «Импульсные случайные последовательности»), «Заключение», «Приложения», обширную библиографию.

Автор обращает внимание читателей на то, что «большое число работ, связанных с обнаружением ложных зависимостей, периодичности и т. п., заставляет еще раз подчеркнуть общее положение: мы вправе не рассматривать результат, если при его выводе не соблюдены определенные необходимые условия». Главные из них — полнота описания и проверка устойчивости результата, варьирование методики анализа, последовательный выбор различных частей изучаемого ряда и моделирование близких численных примеров. Но даже все эти и некоторые другие условия не гарантируют корректность анализа — «исследователь должен «чувствовать» надежность экспериментальных данных, выбрать подходящий способ их рассмотрения и, не в последнюю очередь, опираться на здравый смысл».

## Ответы на вопросы читателей

Уважаемая редакция!

Меня интересует, где и как в настоящее время можно приобрести диафильмы и диапозитивы о Вселенной и нашей планете, которые можно было бы использовать для занятий с детьми разного возраста?

Л. М. Афанасьева, д. Суракоренье, Краснинского р-на, Смоленской обл.

По вопросу, интересующему нашу читательницу, сотрудник студии «Диафильм» Виктория Миронова Чернина сообщила нам следующее. Заказать диафильмы можно непосредственно на студии «Диафильм». Здесь есть, например, такие диафильмы для дошкольников и младших школьников, как «Звездная сказка» (из серии «Сказочная Вселенная»), «Звезда, дарящая нам жизнь» (из серии «Сказочная Вселенная»), «Поэты и писатели о временах года». О Земле имеются учебные диафильмы на темы: «Развитие знаний о Земле» (VI кл.), «География Мирового океана» (VI—VII кл.), «Землетрясения, вулканы и гейзеры» (VI кл.), «Что мы знаем о нашем доме» (VII—VIII кл.) и некоторые другие. Учащимся старших классов, изучающим астрономию, мы предлагаем тоже ряд диафильмов (для XI кл.) — «Солнечные и лунные затмения», «Легенды о звездном небе», «Борьба за становление научного мировоззрения в астрономии», «Взаимосвязь астрономии и философии».

Студия выпускает также серию диапозитивов по астрономии и географии. Каждый диафильм сейчас стоит 7 руб., а серия диапозитивов — 17 руб. Контактный телефон: 928-22-49.

## Книги 1993 года

Главная редакция  
физико-  
математической  
литературы  
издательства «Наука»

За три квартала 1992 г. в Главной редакции вышли 33 названия, из объявленных в тематическом плане 153 названий на весь год. Среди вышедших книг четыре — по астрономии. Это книги

В. Ю. Теребижа «Анализ временных рядов в астрофизике» (монография) и популярные книги Н. Н. Степанян «Наблюдаем Солнце», В. Г. Сурдина и С. А. Ламзина «Протозвезды: Где, как и из чего формируются звезды» и перевод книги П. Ходжа «Галактики».

Издание тематического плана Физматлита на 1993 г. пока не предвидится, но в проекте этого плана новое название всего одно — «Звездный атлас Нортонна на эпоху 2000,0 до шестой звездной величины» (перевод с английского). Это, пожалуй, не столько звездный атлас, сколько справочник, отнюдь не перекликающийся, например, со «Справочником

любителя астрономии» П. Г. Куликовского, который тоже планируется к выходу в 1993 г.

Остальные названия были объявлены в планах на 1990—1992 гг. и описывались в журнале. Это монографии О. Д. Докучаевой «Астрономическая фотография: Материалы и методы», «Астрофизические исследования на космической станции «Астрон», «Взаимодействующие двойные звезды» (перевод с английского), учебное пособие А. Г. Кислякова, В. А. Разина, Н. М. Цейтлина «Введение в радиоастрономию» и популярные книги И. А. Климишина «Открытие Вселенной», П. В. Щеглова «Отраженные в небе мифы Земли» (обе выходят вторыми изданиями) и А. С. Лабuzова «Наблюдение галактик, туманностей и звездных скоплений». Как всегда, выходит «Астрономический календарь» [на 1994 г.]. Выпуск оставшихся книг плана 1992 г. переходит на 1994 г.

Обращаю внимание сотрудников астрономических учреждений и специалистов, интересующихся научными изданиями по астрономии, а также любителей астрономии на организацию спроса на астрономическую литературу (особенно на монографии — типографии отказываются печатать книги тиражом до 1000 экз.). Необходимо наладить связь с местными книжоторгами, магазинами «Академкниги». Заявки можно также высылать в адрес Главной редакции (Физматлита): 117071 Москва В-71, Ленинский просп., 15. Необходимо проявить деятельность в этом направлении и отделениям Астрономо-геодезического общества — в адрес Физматлита поступает немало писем с жалобами на невозможность купить «Астрономический календарь», который пользуется также большим спросом у приверженцев астрологии.

Ведущий специалист Г. С. КУЛИКОВ

## Информация

### Статьи и заметки о Солнце, опубликованные в журнале «Земля и Вселенная» с 1979 по 1992 годы

| СТАТЬИ   |   |
|--|---|
| В. Н. Гаврин                                   | Проблема солнечных нейтрино 1979, № 1, с. 10            |
| А. А. Михайлов                                 | Апекс Солнца 1979, № 5, с. 61                           |
| Ю. И. Витинский                                | Загадка XVII столетия 1980, № 1, с. 7                   |
| А. М. Урнов                                    | Рентгеновские вспышки на Солнце 1980, № 1, с. 16        |
| Э. Р. Мустель, В. Е. Чертопруд, Н. Б. Мулюкова | Солнечная активность и тропосфера Земли 1980, № 1, с. 2 |

По просьбе читателей редакция продолжает публикацию тематических указателей статей<sup>1</sup>

|               |   |
|---------------|---|
| М. А. Лившиц  | Солнце и межпланетное магнитное поле 1980, № 1, с. 10 |
| В. Б. Баранов | Солнечный   |

<sup>1</sup> Информацию о предыдущих публикациях на эту тему см. журнал «Земля и Вселенная», 1979, № 1, с. 79



|  |                  |
|--|------------------|
| лебания и волны на Солнце»                 | 1989, № 4, с. 49 |
| Землетрясение и солнечная активность       | 1989, № 4, с. 53 |
| Как вращается Солнце                       | 1990, № 1, с. 80 |
| Солнце продолжает бушевать                 | 1990, № 1, с. 81 |
| Возраст Солнца                             | 1990, № 2, с. 32 |
| 22 июля 1990 г.— полное солнечное затмение | 1990, № 3, с. 53 |
| Неповторимая и... непознанная              | 1990, № 6, с. 29 |
| О вибрациях Солнца                         | 1991, № 2, с. 55 |

|   |                  |
|---|------------------|
| Как влияют пятна на вращение Солнца   | 1991, № 3, с. 43 |
| «Взаимоотношения» Солнца с Венерой  | 1991, № 4, с. 34 |
| Фотография солнечных пятен  | 1991, № 5, с. 90 |
| Виды фотосферы и хромосферы Солнца опубликованы в каждом номере журнала начиная с 1984 г. |                  |

## Указатель статей, опубликованных в «Земле и Вселенной» в 1992 году

|   |   |   |    |
|---|---|---|----|
| Богданов М. Б., Трунковский Е. М., Черепашук А. М.— Наблюдения покрытий звезд Луной | 6 | сол к царю планет   | 4  |
| Витинский Ю. И.— Солнечный цикл от полюса до полюса                                 | 1 | Шевченко В. В.— «Галилео»: новые результаты   | 6  |
| Воронцов С. В.— Сейсмология Солнца  | 2 | Шишов В. С., Юшкевич Н. Н.— Стыковочные устройства космических аппаратов  | 3  |
| Галкин И. Н.— Лунотрясения по гравитационной указке                                 | 6 | Шолпо В. Н.— Эволюция Земли: хаос или упорядоченность   | 1  |
| Гиммельфарб Б. Н.— Аберрация  | 1 | Юдин Б. Ф.— Симбиотические звезды   | 4  |
| Жарков В. Н., Магницкий В. А.— Внутреннее строение Земли                            | 4 | Яковлев Д. Г.— Строение нейтронных звезд  | 3  |
| Корнилов Ю. П.— Неизвестный «Полюс»   | 4 | <b>ЭКОЛОГИЯ</b>   |    |
| Котляков В. М.— Внезапные подвижки ледников   | 5 | Виноградов М. Е., Волков И. И., Еремеев В. Н.— Экологические беды Черного моря: действительные и мнимые   | 5  |
| Лейкин Г. А.— Вода на Луне  | 5 | Клиге Р. К.— Каспийское море: проблемы и прогнозы   | 2  |
| Лесков Л. В.— Cosmogare necesse est   | 2 | Урсул А. Д., Левитан Е. П., Комаров В. Н.— Космическая изоляция радиоактивных отходов: «за» и «против»  | 5  |
| Николаев А. В.— Землетрясения по команде ядерного взрыва                            | 6 | <b>ЗА СОХРАНЕНИЕ И РАЗВИТИЕ<br/>ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКИ</b>   |    |
| Палло В. В.— Программа КБ «Салют»: космические дали или космические миражи?         | 2 | Алавердов В. В., Гусев Ю. Г., Иванов В. Л., Коптев Ю. Н., Лукьященко В. И., Сенкевич В. П., Уткин В. Ф.— Какой быть концепции космической деятельности России | 6  |
| Петрова Г. Н., Поспелова Г. А.— Экскурсы геомагнитного поля                         | 3 | Бочкарев Н. Г.— Как спасти астрономии в России  | 6  |
| Розенталь И. Л.— Вероятность возникновения Метагалактики                            | 1 | <b>ЛЮДИ НАУКИ</b>   |    |
| Рудницкий Г. М.— Межзвездные молекулярные облака                                    | 2 | Лишевский В. П.— Гюстав Гаспар Кориолис   | 2  |
| Тамкович Г. М., Усиков Д. А.— Биопродуктивность океана: взгляд из космоса           | 2 | Лишевский В. П.— Первый астроном  | 5  |
| Чаругин В. М.— Реликтовое излучение   | 3 | Маркин В. А.— Петр Алексеевич Кропоткин (к 150-летию со дня рождения)   | 6  |
| Черепашук А. М.— Черные дыры: новые данные  | 3 |   |    |
| Шевченко В. В.— «Галилео» — по-   |   |   | 93 |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| Пасецкий В. М., Коровченко А. С.—Александр Иванович Воейков (к 150-летию со дня рождения) |   | на Земле   | 3 |
| Смирнов В. А., Чуприна Р. И.—Константин Доримедонтович Покровский                         | 5 | Саркисов Ю. М., Вольвовский И. С.—Землетрясения на континентах                                 | 1 |
| Стражева-Янгель И. В.—Камиль Фламарион (к 150-летию со дня рождения)                      | 2 | Гулак Ю. Н., Дычко И. А.—Резонансы, соизмеримости и макроквантовые явления в Солнечной системе | 5 |
| Чернин А. Д.—Джордж Гамов   | 1 | Шлионский А. Г.—Задержанные радиоэоэ и поиск ВЦ  | 5 |
| <b>СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ</b>  | 3 | <b>ЗАРУБЕЖНАЯ КОСМОНАВИКА</b>  |   |
| Бочкарев Н. Г., Бурдюжа В. В., Сурдин В. Г.—Второй съезд Астрономического общества        | 3 | Валентини Ж., Брюдые П.—Проект «Гермес»  | 6 |
| Галкин И. Н.—Геотомография: проблемы и заботы   | 2 | Захаров А. И.—Венера и «Магеллан»  | 5 |
| Казютинский В. В.—Проблема начала мира в науке, теологии и философии                      | 4 | Лупишко Д. Ф.—«Галилео»: первая фотография астероида   | 5 |
| Рускол Е. Л.—Международная конференция по космогонии                                      | 1 | Ричард Т. Файнберг.—Космический телескоп Хаббла: полтора года на орбите                        | 1 |
| Ясаманов Н. А.—Климат Земли: проблемы и прогнозы  | 4 | Силкин Б. И.—«Джотто»: встреча еще с одной кометой   | 6 |
| <b>ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ</b>   |   | Фойстель-Бёхль Й., Изаккайт Д., Пфедфер Х.—Крылья — будущее космического транспорта            | 2 |
| Банин В. Г.—Байкальская астрофизическая обсерватория                                      | 6 | <b>КОСМОДРОМЫ МИРА</b>   |   |
| <b>ЭКСПЕДИЦИИ</b>   |   | Радионов А. И.—Мыс Канаверал: восточный испытательный полигон США                              | 4 |
| Жмур В. В., Сури́н Н. М.—Регистрация нейтрино в Средиземном море                          | 4 | <b>ЗАРУБЕЖНАЯ АСТРОНОМИЯ</b>   |   |
| Иванов Ю. А.—В дельте Гольфстрима   | 2 | Селая Х. А., Сальес Р. Ф., Положенцев Д. Д.—Развитие астрономии в Боливии                      | 5 |
| Сагалеви́ч А. М.—Погружение в легенду   | 3 | <b>МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО</b>  |   |
| <b>ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ</b>   |   | Царев А. И.—Международный год космоса  | 1 |
| Болховитинов И. С.—Следы на Луне  | 5 | <b>ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ</b>   |   |
| Бронштэн В. А.—Восстанавливая страницы истории. Очерк седьмой. Николай Воронов            | 2 | Ильин В. А.—Научные чтения школьников  | 1 |
| Бронштэн В. А.—Астрономическая династия Струве  | 3 | <b>АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ</b>   |   |
| Ефремов Ю. Н.—Имена и координаты звезд  | 6 | Доманский И., Зинковский В. И., Штефл В.—Как знают астрономию школьники разных стран           | 2 |
| Каневский З. М., Корякин В. К.—Георгий Яковлевич Седов: 80 лет спустя                     | 6 | Левитан Е. П.—Вселенная школьника  | 6 |
| Сикорук Л. Л.—Д. Д. Максотов и его менисковые телескопы                                   | 6 | Николов Н., Стефанова Т.—Новый болгарский учебник астрономии                                   | 4 |
| Покровский Б. А.—Международный год космоса: повод для воспоминаний и размышлений          | 1 | Полануэр М. Д.—Вариант «Курса общей астрономии»  | 2 |
| Плахотник А. Ф.—Колумб и Новая география  | 5 | Ухова О. К.—Встреча советских и американских преподавателей                                    | 1 |
| Цверева К. Г.—Почему Америка, а не Веспуччия?   | 4 | <b>ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ</b>   |   |
| <b>ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ</b>   |   | Арсюхин Е. В.—Аномальные явления во время лунного затмения                                     | 3 |
| Космолинский Ф. П.—К. Э. Циолковский о зарождении жизни                                   | 5 | Горанский В. П.—Необычная симбиотическая звезда MWC 560  | 5 |
|   |   | Горшечников М. В.—В ожидании «звездного дождя» Леонид  | 5 |

|  |     |   |      |
|--|-----|---|------|
| Жуйко С. В., Корнеев В. Л.—<br>Любители астрономии в Москов-<br>ской обсерватории ГАИШ                                 | 1   | <b>КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ</b><br>Ефремов Ю. Н. Как считать дни и<br>годы      | 4    |
| Леушканов А. В.— Наблюдения<br>покрытия Луны Марсом  | 5   | Лепилов В. П.— Астрономические<br>ошибки в художественной лите-<br>ратуре   | 3    |
| Сикорук Л. Л.— Обсерватория<br>Горн  | 3   | Перов С. П., Хргиан А. Х.— Ат-<br>мосферный озон — сенсации и<br>реальность | 5    |
| Остапенко Ю. А.— Звездный ла-<br>рец   | 2—6 | Соломатина Э. К.— «Репрессиро-<br>ванная наука»                             | 2    |
| <b>ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ<br/>ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ</b>  |     | Соломатина Э. К.— «Загадки и<br>трагедии Арктики»                           | 4    |
| Василенко Н. П.— Менисковый<br>телескоп  | 5   | Штаерман Е. М.— С точки зрения<br>историка                                  | 1    |
| Карпов С. В.— Мощный астрономи-<br>ческий бинокляр   | 1   | <b>КОСМИЧЕСКАЯ ПОЭЗИЯ</b>   |      |
| Карпов С. В.— Переносной теле-<br>скоп   | 3   | Осип Мандельштам  | 3    |
| Левин А. В.— Крепление вторично-<br>го зеркала в телескопе-рефлек-<br>торе   | 2   | <b>ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ</b>  | 5, 6 |
| Набока И. П.— Менисковый астро-<br>граф  | 3   | Памяти Дмитрия Александровича<br>Рожковского                                | 1    |
| Панфилов Б. И.— Самодельный<br>звездный фотометр   | 4   | Памяти Леонида Сергеевича Хренова   | 1    |
| Тичинский С. И.— Обсерватория<br>с куполом   | 2   | Памяти Михаила Сергеевича Моло-<br>денского                                 | 2    |
| Швыркунов В. В.— Портативный<br>менисковый телескоп  | 5   | Памяти Владимира Владимировича<br>Подобеда                                  | 3    |
| <b>ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ</b>   |     | Памяти Митрофана Степановича Зве-<br>рева                                   | 4    |
| Неяченко И. И.— Чаша   | 1   | <b>НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ<br/>ИНФОРМАЦИЯ</b>                                |      |
| Неяченко И. И.— Стрела   | 2   | <b>АСТРОНОМИЯ</b>   |      |
| Неяченко И. И.— Гончие Псы   | 3   | Вака Муэрта   | 3    |
| Неяченко И. И.— Южная Рыба   | 5   | Вечер, посвященный Фламариону<br>Вселенная помолодела?                      | 2    |
| <b>ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА<br/>В ПОМОЩЬ ЛЮБИТЕЛЯМ<br/>АСТРОНОМИИ</b>  |     | Второе рождение звезд в старом<br>скоплении?                                | 2    |
| Мереминский А. Е.— Вычисле-<br>ние моментов фаз Луны   | 1   | Выбросы у галактики М 87  | 5    |
| Мереминский А. Е.— Астроно-<br>мические программы для микро-<br>калькуляторов. Определение ха-<br>рактеристик затмений | 2   | «Гранат»: наблюдение Новой в со-<br>звездии Мухи                            | 2    |
| <b>ФАНТАСТИКА</b>  |     | К границам нашей Вселенной  | 1    |
| Молитвин П. В.— Заметки о Со-<br>лярисе  | 3   | Грозы на Венере   | 4    |
| Таросян Р.— Разгляди мечту   | 6   | Дальше некуда?..  | 2    |
| Хрущевский Чеслав.— Город с<br>другой планеты  | 2   | «Дыра» в центре Галактики   | 1    |
| <b>ПРОТИВ АНТИНАУЧНЫХ СЕНСАЦИЙ</b>   |     | Звезда ушла к Дельфину  | 5    |
| Галкин И. Н.— Прогнозы и стрессы   | 1   | «Звезды не должны погаснуть»  | 4    |
| Жан-Клод Риб, Ги Моне— НЛО<br>глазами французских астрономов   | 6   | Земля — окольцованная планета?  | 2    |
| Корнелис де Ягер — Наука, око-<br>лонаука и псевдонаука  | 2   | Знакомство с Паном продолжается   | 4    |
| Петухов А. Б.— К аномальным яв-<br>лениям — научный подход!  | 5   | Каждую галактику питает квазар  | 2    |
| Сурдин В. Г.— Загадки ночных ша-<br>ров  | 4   | «Каналы» и лавины на Венере   | 4    |
| <b>В ПОМОЩЬ ЛЕКТОРУ</b>  |     | «Лунный камень» в Австралии   | 3    |
| Полтавец А. Г., Полтавец Г. А.—<br>Космонавты СССР   | 1   | Марс — астероид?  | 3    |
|  |     | На Марсе были океаны  | 4    |
|  |     | На пути к Марсу   | 4    |
|  |     | Натриевый «хвост» Луны  | 4    |
|  |     | Нептун оправдывает свое имя   | 3    |
|  |     | Новая встреча с яркой кометой   | 3    |
|  |     | Новый железный метеорит   | 6    |
|  |     | Новая Лебеда 1992   | 3    |
|  |     | Новые исследования метеоритов Ва-<br>ка Муэрта                              | 3    |
|  |     | Новый завод для полировки больших<br>зеркал                                 | 6    |
|  |     | Новый кометный каталог  | 1    |

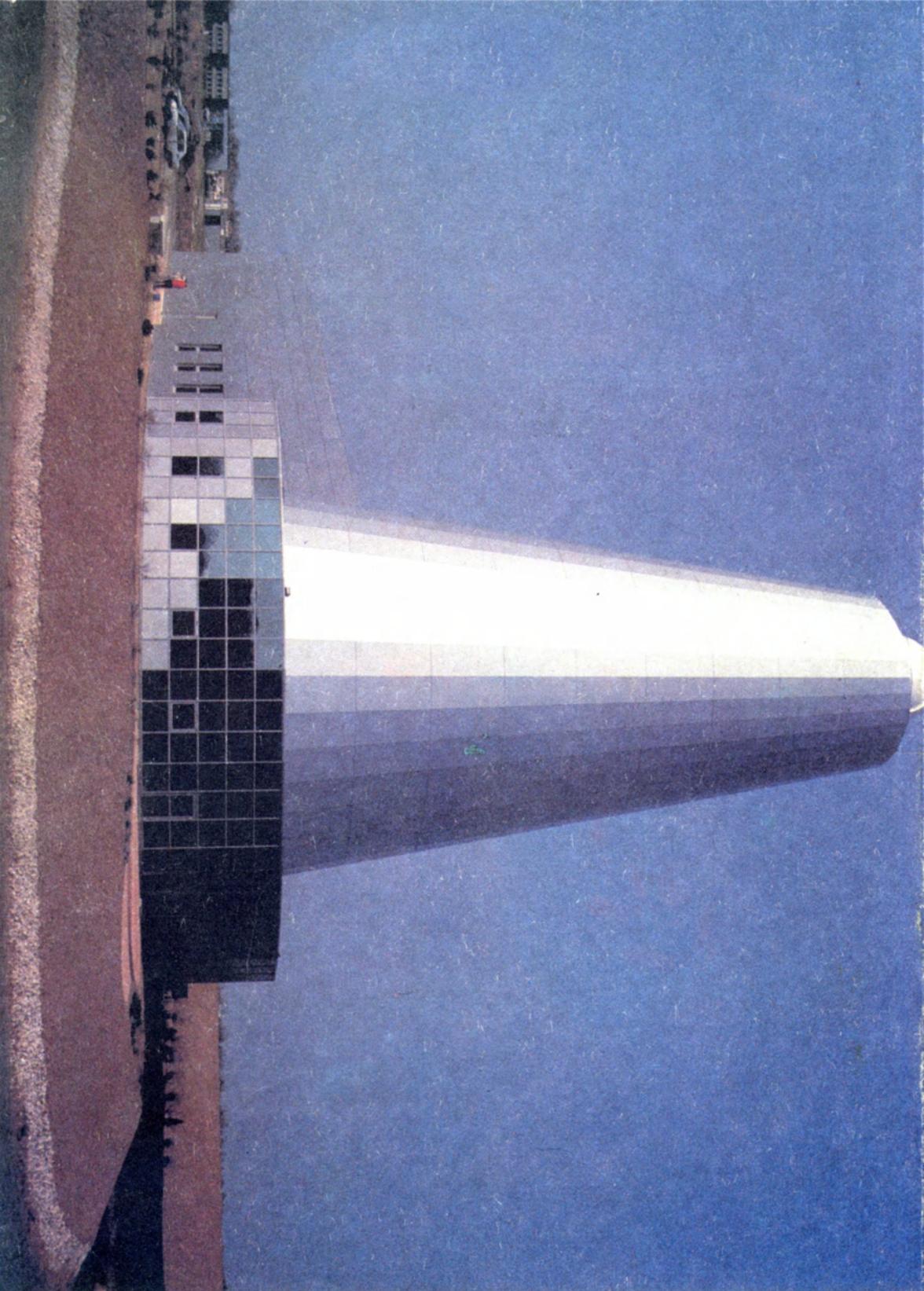
|   |     |   |               |
|---|-----|---|---------------|
| Новый мощный ИК-источник  | 2   | Геофизический эксперимент и протесты «зеленых»  | 2             |
| Новый член Местной группы   | 5   | Граниты со Срединно-Атлантического хребта   | 4             |
| Обращение к руководителям средств массовой информации, к редакторам и журналистам | 4   | Золотая пыль Антарктиды   | 3             |
| Оползнь не было   | 5   | Золото океана   | 2             |
| Отзовись, планета Икс!  | 3   | Извержение вулкана на морском дне   | 2             |
| Откуда у Титана атмосфера?  | 4   | «Легкие Средиземноморья» в опасности  | 5             |
| Первые «плоды» солнечного затмения  | 4   | Не пересохнет ли «Великая рукотворная река»?  | 3             |
| Планеты у пульсара  | 5   | Озоновый слой над северным полушарием истощается  | 3             |
| Почему вспыхнула комета Галлея  | 5   | Оптический предвестник землетрясения?   | 1             |
| Пульсар, «пожирающий» ближнего своего   | 1   | Откуда берется Гольфстрим   | 4             |
| Самая далекая малая планета Солнечной системы                                     | 4   | Парламент к землетрясениям готов!   | 6             |
| Самая юная среди звезд  | 1   | Подконтролен ли «парниковый эффект»?  | 5             |
| Самые первые звезды   | 1   | Почвенный слой под угрозой  | 6             |
| Сверхновая в Галактике NGC 3367   | 4   | Прогноз погоды по рыночной цене   | 4             |
| Сколько у Земли дублеров  | 4   | Ракеты невиновны  | 6             |
| Следы космического «укуса»  | 4   | Содержание озона катастрофически падает   | 2             |
| Солнце в июне — июле 1991 года  | 1   | Сосны говорят о потеплении  | 3             |
| Солнце в октябре — ноябре 1991 года   | 2   | Ультрафиолетовое излучение в Антарктике удвоилось   | 6             |
| Солнце в декабре 1991 — январе 1992 гг.   | 3   |   |               |
| Солнце в феврале — марте 1992 г   | 4   | <b>ИЗ НОВОСТЕЙ ЗАРУБЕЖНОЙ КОСМОНАВТИКИ</b>  |               |
| Солнце в апреле — мае 1992 г.   | 5   | «Корона» Венеры   | 3             |
| Солнце в июне — июле 1992 г.  | 6   | Космическая программа Италии  | 3             |
| Странные «кратеры» на Венере  | 5   | «Магеллан»: новые ландшафты Венеры  | 3             |
| Странный астероид   | 1   | NASA: полет к планете Земля   | 3             |
| Спутник, «пасущий» внешнее кольцо Нептуна   | 4   | Новый спутник для экологического контроля   | 1             |
| Термоядерные реакции в недрах планет?   | 2   | Программа «Спейс Шаттл» продолжается  | 4             |
| Три астероида рождены одним телескопом  | 3   | Программа «Спейс Шаттл»: очередные полеты   | 6             |
| Электронные глаза гигантского телескопа   | 4   | Япония в космосе: ближайшие годы  | 3             |
| <b>Космонавтика</b>   |     | Новые книги   | 1, 2, 4, 5, 6 |
| На орбите — комплекс «Мир»  | 2—6 | Новые книги издательства «Наука»  | 1, 4, 6       |
| «Облака на краю Вселенной»  | 3   | Книги 1993 года   | 6             |
| Первые шаги Академии космонавтики им. К. Э. Циолковского                          | 2   | Статьи и заметки о Солнце, опубликованные в журнале «Земля и Вселенная» с 1979 по 1992 годы | 6             |
| Пилотируемые космические полеты: статистика рекордов                              | 3   | Указатель статей, опубликованных в «Земле и Вселенной» в 1992 году                          | 6             |
| Продолжает работать заочная радишкола «Вперед, на Марс»                           | 1   |   |               |
| Результаты полета спутника-платформы  | 2   |   |               |
| Создана Академия космонавтики им. К. Э. Циолковского                              | 1   |   |               |
| <b>Геофизика</b>  |     |   |               |
| Антарктиду берут под защиту   | 4   |   |               |
| Бангладешская трагедия  | 1   |   |               |
| Вулкан проснулся  | 1   |   |               |

Сдано в набор 10.09.92. Подписано в печать 16.11.92. Формат бумаги 70×100<sup>1/16</sup>. Offsetная печать. Уч.-изд. л. 10,6. Усл.-печ. л. 8,1. Усл. кр.-отт. 231 тыс. Бум. л. 3,0. Тираж 28 366 экз. Заказ 1151.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука»  
117810, ГСП-1, Москва, Маро́новский пер., 26.

Ордена Трудового Красного Знамени Чеховский полиграфический комбинат  
Министерства печати и информации Российской Федерации  
142300, г. Чехов Московской области





ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

ЦЕНА **90** КОП.

ИНДЕКС 70336