

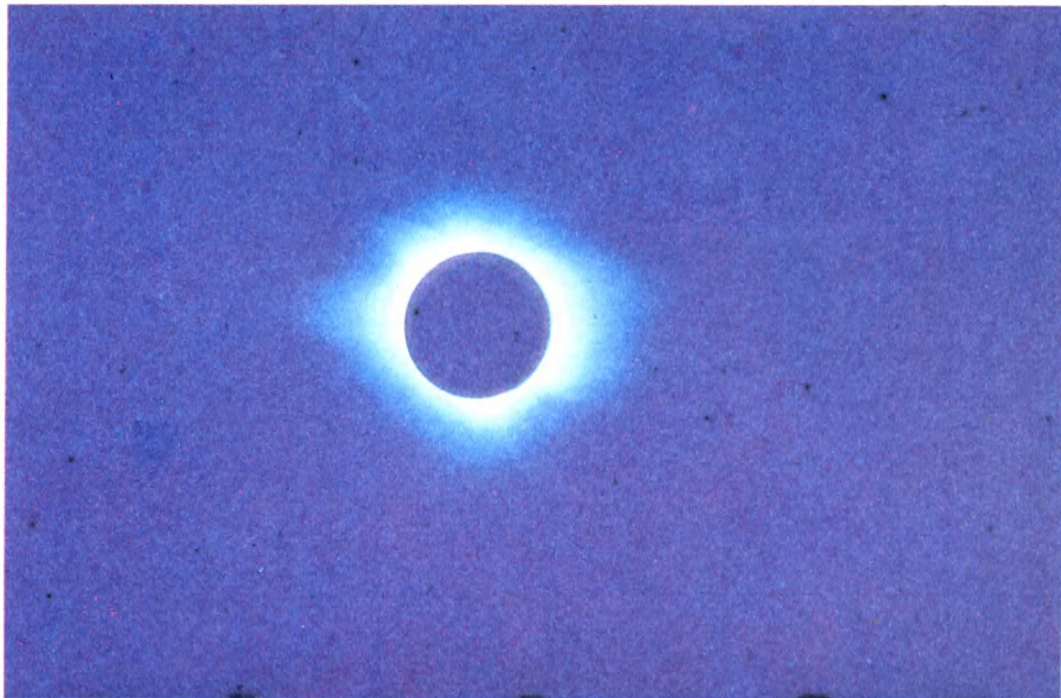
# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

НОЯБРЬ-ДЕКАБРЬ 6/91

ISSN 0044-3948

КОСМОНАВТИКА  
АСТРОНОМИЯ  
ГЕОФИЗИКА





Солнечная корона 11 июля 1991 г. Фотография сделана участником экспедиции членом ВАГО С. А. Красоткиным на цветную негативную фотопленку Фуджи (чувствительность — 400 ASA, время экспозиции — 1/60 с). Обработка фотоматериала и копирование на позитивную пленку сделаны сотрудником ГАИШ МГУ Т. А. Бируля



Экспедиционная площадка возле университета

Участники советско-голландского эксперимента

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



## Редакционная коллегия:

Главный редактор  
член-корреспондент АН СССР  
**В. К. АБАЛАКИН**  
Зам. главного редактора  
член-корреспондент АН СССР  
**В. М. КОТЛЯКОВ**  
Зам. главного редактора  
кандидат педагогических наук  
**Е. П. ЛЕВИТАН**  
Доктор географических наук  
**А. А. АКСЕНОВ**  
Академик  
**В. А. АМБАРЦУМЯН**  
Академик  
**А. А. БОЯРЧУК**  
Член-корреспондент АН СССР  
**Ю. Д. БУЛАНЖЕ**  
Кандидат технических наук  
**Ю. Н. ГЛАЗКОВ**  
Доктор физико-математических наук  
**А. А. ГУРШТЕЯН**  
Доктор физико-математических наук  
**И. А. КЛИМИШИН**  
Доктор физико-математических наук  
**Л. И. МАТВЕЕНКО**  
Доктор физико-математических наук  
**И. Н. МИНИН**  
Член-корреспондент АН СССР  
**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. СПАСКИЙ**  
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 ССР Молдовы  
**А. Д. УРСУЛ**  
Доктор физико-математических наук  
**А. М. ЧЕРЕПАЩУК**  
Доктор физико-математических наук  
**В. В. ШЕВЧЕНКО**  
Кандидат географических наук  
**В. Р. ЯЩЕНКО**

## В номере:

- 3 ДИВАРИ Н. Б. Загадки зодиакального света  
10 РОЗЕНТАЛЬ И. Л. Геометрия Метагалактики  
15 КОПЕЛЕВИЧ О. В. Свет помогает изучать океан  
21 АРЕФЬЕВ С. С. Рачинское землетрясение  
27 ПЕТРОВА Н. А. Чем живы Ладога и Онега!

## ЛЮДИ НАУКИ

- 37 КУРТ В. Г. Иосиф Самуилович Шкловский (к 75-летию со дня рождения)  
40 МИНИН И. Н. Шкловский улыбается  
42 ПАСЕЦКИЙ В. М. Михаил Александрович Рыкачев (к 150-летию со дня рождения)

## ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

- 48 СТРАХОВ В. Н. Вклад О. Ю. Шмидта в изучении Курских магнитных аномалий  
54 КАНТЕМИРОВ Б. Н. Полет — его мечта и дело

## ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

- 57 УРСУЛ А. Д. К. Э. Циолковский и становление ноосферы

## ЭКСПЕДИЦИИ

### СОЛНЕЧНОЕ ЗАТМЕНИЕ 11 ИЮЛЯ 1991 ГОДА

- 61 КОНОНОВИЧ Э. В. Экспедиция в Южную Нижнюю Калифорнию  
65 ДЗЮБЕНКО Н. И., КИМ И. С., МАЦУУРА О. Г. Экспедиция в Бразилию

## МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

- 68 СИЛЬВЕСТРОВ Г. В. Что такое АРАБСАТ!

## ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 72 ГОРЬКАВЫЙ Н. Н., ФРИДМАН А. М. На чем держатся кольца планет

## ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 76 Астрономические явления в 1992 году

## ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕКОПОСТРОЕНИЕ

- 81 БЕЛКИН А. Д. Часовой механизм без червячной пары  
83 ПАНФИЛОВ Б. И. Подсветка креста нитей в окуляре

## ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ

- 85 НЕЯЧЕНКО И. И. Волк

## ФАНТАСТИКА

- 86 МОЛИТВИН П. В. Отшельник

**НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ:** Новые книги издательства «Наука» [9]; Еще раз о выбросе из ядра кометы Галлея [14]; На орбите — комплекс «Мир» [34]; Малая планета Милдред нашлась [36]; Новые книги [41]; Метеорит Глэзтон [47]; Натриевое облако Ио растет [47]; Изучается сейсмоактивность в Гималаях [53]; Ураганы усилятся [53]; Запуск японского спутника «Солар-А» [56]; «Спейс Шаттл» в 1991 году [59]; Гигантский оползень на Венере [60]; Продолжаем Всесоюзный конкурс «Вперед, на Марс» [60]; Еще один портрет Венеры [67]; Вулкан «помолодел» [71]; Солнце в июне — июле 1991 года [78]; Дж. Олкон: ветераны по-прежнему в строю [79]; Уроки в звездной школе [79]; Нейтринный телескоп [80]; Новый субмиллиметровый телескоп [83]; Книги 1992 года [92]; Указатель статей, опубликованных в «Земле и Вселенной» в 1991 году [92]

Заведующая редакцией  
Г. В. МАТРОСОВА

Э. А. СТРЕЛЬЦОВА  
зав. отделом астрономии

Э. К. СОЛОМАТИНА  
зав. отделом наук о Земле

А. Ю. ОСТАПЕНКО  
зав. отделом космонавтики

Художественный редактор  
Е. А. ПРОЦЕНКО

Младший редактор  
И. В. ЗОТОВА

Корректоры:  
В. А. ЕРМОЛАЕВА  
Л. М. ФЕДОРОВА

Обложку журнала оформила  
Е. А. ПРОЦЕНКО

Номер оформили:  
Е. К. ТЕНЧУРИНА  
М. Р. ПРОХОРОВА  
А. М. ПОЛЯК  
М. И. РОССИНСКАЯ

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

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 USSR Academy of Sciences and the USSR 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. Leviĭan.

### In this issue:

- 3 DIVARI N. B. The puzzles of the zodiacal light
- 10 ROSENAL I. L. The geometry of the Methagalactic
- 15 KOPELEVICH O. V. The light helps to study the Ocean
- 21 AREFYEV S. S. The earthquake in Rachinsk
- 27 PETROVA N. A. By what live the Ladoga and Onega lakes?

### THE PEOPLE OF SCIENCE

- 37 KURT V. G. Iosif Samuilovich Shklovskij (to his 75-th birthday)
- 40 MININ I. N. Shklovskij smiles
- 42 PASETSKIJ V. M. Mikhail Aleksandrovich Rykachyov (to his 150-th birthday)

### FROM THE HISTORY OF SCIENCE

- 48 STRAKHOV V. N. The contribution of O. J. Schmidt in the study of Kursk magnetic anomaly
- 54 KANTEMIROV B. N. The flight — his dream and cause

### PHILOSOPHICAL PROBLEMS

- 57 URSUL A. D. K. E. Tsiolkovskij and the statement of the noosphere

### EXPEDITION

#### THE SOLAR ECLIPSE ON 1991, JULY 11

- 61 KONONOVICH E. V. Expedition to the South Lower California
- 65 DZYUBENKO N. I., KIM I. S., MAZUURA O. G., Expedition to Brasil

### THE INTERNATIONAL COOPERATION

- 68 SILVESTROV G. V. What is the ARABSAT?

### HYPOTHESES, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

- 72 GORKAVY N. N., FRIDMAN A. M. By what are supported the rings of planets?

### THE AMATEUR ASTRONOMY

- 76 Astronomical events in 1992

### THE AMATEUR TELESCOPE MAKING

- 81 BELKIN A. D. The clockdriver without a worm pair
- 83 PANFILOV B. I. The illumination of the thread-crest in the ocular

### LEGENDS ABOUT THE STAR SKY

- 85 NEYACHENKO I. I. The Wolf

### SCIENCE-FICTION

- 86 MOLITVIN P. V. The hermit

На 1-й стр. обложки: Бриллиантовое кольцо, снятое во время полной фазы солнечного затмения 11 июля 1991 г. членом экспедиции ВАГО С. А. Красоткиным (пленка Fujicolour-400, экспозиция 1/60 с.

## Загадки зодиакального света

Н. Б. ДИВАРИ,  
доктор физико-математических наук  
Одесский политехнический институт

### НЕМНОГО ИСТОРИИ

Чаще всего путешественники отправляются в далекие края, чтобы изучать природу различных стран, их народы, условия жизни. Однако, есть и такие, что покидают родные места, чтобы увидеть те астрономические явления, которые можно наблюдать лишь в определенных областях земного шара и в определенное время (солнечные затмения, прохождение планет по диску Солнца, серебристые облака, полярные сияния и др.).

Это относится и к зодиакальному свету — слабому размытому свечению, проходящему через зодиакальные созвездия. Его лучше всего наблюдать вблизи экватора, где эклиптика перпендикулярна или почти перпендикулярна горизонту, и только при хороших атмосферных условиях, вдали от огней и пыли больших городов (в пустынях вблизи экватора, на высоких горах, в океанских просторах).

Среди тех, кто наблюдал и исследовал зодиакальный свет, был, например, корабельный священник Г. Джонс, плававший в Тихом океане на экспедиционных судах с 1853 по 1855 г. Известный русский астроном А. П. Ганский (1870—1908 гг.) в период с 1897 по 1907 г. совершил девять восхождений на вершину Монблана, чтобы оттуда наблюдать зодиакальный свет. Несколько экспедиций организовал академик В. Г. Фесенков. Под его ру-



В наше время благодаря наземным наблюдениям и информации, поступающей с космических аппаратов, появилась возможность ответить на некоторые вопросы о природе зодиакального света.

ководством и при непосредственном участии проводились наблюдения в пустыне Сарры-Ишик-Отрау, южнее озера Балхаш (1948 г.), в горах Заилийского Алатау (1944—1950 гг.), на озере Иссык-Куль (1949 г.), в Аравийской пустыне южнее г. Ассуан (1957 г.) и в других местах. В наше время для исследования зодиакального света применяют автоматические приборы, устанавливаемые на космических аппаратах. Нередко космонавты фотографируют и зарисовывают наблюдаемую кар-

тину. Особенно хорошо зодиакальный свет виден в осенние предутренние часы и вечером после сумерек весной. Тогда можно увидеть светлый конус, поднимающийся из-под горизонта и направленный вдоль эклиптики. Зодиакальный свет приблизительно в 2—3 раза ярче самых светлых частей Млечного Пути, но по мере удаления от горизонта интенсивность свечения быстро падает, и полоса становится едва различимой на фоне ночного неба. В средних широтах зодиакальная полоса проходит под малым углом к горизонту, где особенно сильно атмосферное поглощение света и наиболее интенсивно собственное свечение ночного неба. Зодиакальный свет практически не виден на географических широтах больших 60°. Замечательная картина этого явления открывается перед наблюдателем, находящимся в южных частях нашей страны, особенно в горах Средней Азии, в местах с прекрасной прозрачностью атмосферы.

### СОСТАВЛЯЮЩИЕ ЗОДИАКАЛЬНОГО СВЕТА

В зодиакальном свете можно выделить три основные составляющие. Наиболее яркая часть — это два светящихся конуса, лучше всего заметные в предутренние или послевечерние часы. Слабая, размытая, трудно различимая на фоне



Конус зодиакального света. Рисунок сделан Е. Д. Трувелло в феврале 1876 г. (впервые опубликован в сборнике рисунков Трувелло, изданном в 1882 г.)

ночного неба **полоса** (шириной около  $10\text{--}15^\circ$ ), пересекающая зодиакальные созвездия, и **противосияние** — диффузное овальное пятно ( $30^\circ \times 10^\circ$ ), центр которого находится в антисолнечной точке. Длительное время шли споры о природе этих явлений. Дискутировался вопрос о том, имеют ли эти три части одну и ту же природу, или они представляют собой три самостоятельных явления.

Исследуя цвет и спектр зодиакального света удалось установить, что это свет Солнца, рассеянный пылевы-

ми частицами. О том, где они находятся, разгорелись споры, которые утихли только в 50-х годах нашего столетия. Обсуждались две основные гипотезы — **гелиоцентрическая** и **геоцентрическая**. Согласно первой гипотезе, зодиакальный свет обусловлен межпланетной пылью, собранной в виде зодиакального облака, которое находится в межпланетном пространстве и имеет форму эллипсоида. В нем концентрация пыли максимальна в плоскости эклиптики и убывает по мере удаления от Солнца и от эклиптики. Стронники второй гипотезы предполагали, что пыль, рассеивающая солнечный свет концентрируется в виде кольца или облака, окружающего Землю.

Астрономы не могли сделать уверенный выбор между этими двумя гипотезами, так как долго не было необходимой информации: ведь тогда зодиакальный свет наблюдался только с земной поверхности, и помимо фона ночного неба на него накладывались собственное излучение атмосферы Земли, свет Млечного Пути и различных астрономических объектов, свечение сумерек. Кроме того, атмосферное поглощение света искажает истинную картину пространственного распределения зодиакального конуса.

Многое в вопросе о природе зодиакального света прояснили внеатмосферные измерения, выполненные при помощи инструментов, установленных на ракетах, искусственных спутниках Земли и на космических аппаратах, направленных к далеким планетам. Измерения, проведенные на КА «Пионер-10», «Пионер-11», «Гелиос-1» и «Гелиос-2», показали, что в Солнечной системе имеется пыль, рассеивающая свет, по крайней мере на расстояниях от  $0,1$  а. е. от Солнца до внешней границы пояса астероидов ( $3,5$  а. е.).

Спектр зодиакального света в видимой области идентичен спектру Солнца, откуда следует, что межпланетные пылинки рассеивают свет нейтрально, т. е. независимо от длины волны. Такой закон рассеяния света характерен для частиц размером порядка  $1$  мкм и более. В инфракрасной области спектра распределение излучения межпланетной пыли определяется **температурой пылевых частиц**, т. е. здесь наблюдаемая картина распределения энергии в спектре зодиакального света обусловлена главным образом не рассеянием солнечного света, а термическим излучением самих частиц. Следовательно,

можно определить температуру пылевых частиц, а значит и их расстояние от Солнца.

Важный результат был получен по измерениям, выполненным в 1983 г. на искусственном спутнике «ИРАС». С помощью фотометров, установленных на этом ИСЗ, обнаружили термическое излучение в инфракрасной области спектра от 12 до 100 мкм. На небе были выделены три инфракрасные полосы. Одна из них расположена вдоль эклиптики, а две другие — параллельно эклиптике (приблизительно в  $10^\circ$  к югу и к северу от нее). Температура пылевых частиц, определенная по интенсивностям инфракрасного излучения в различных участках спектра, говорит о том, что излучающие частицы находятся в

кольце астероидов на расстояниях от 2,2 до 3,5 а. е. от Солнца. Эти частицы, вероятно, возникают в результате разрушения астероидов при их взаимных столкновениях, а также при их столкновениях с метеороидами.

Таким образом, можно считать установленным, что зодиакальная полоса обусловлена пылью, находящейся в кольце астероидов. Это — астероидная составляющая зодиакального света. Но рассеянный свет Солнца наблюдается и вдали от эклиптики. На больших расстояниях от нее свечение обусловлено пылью, локализуемой в виде облака, основная часть которого представляет собой метеороидную составляющую зодиакального света.

## МЕЖПЛАНЕТНАЯ ПЫЛЬ

Исследуя зодиакальный свет, можно получить общие характеристики физических свойств пылевых частиц межпланетного пространства.



Для этого измеряют интенсивность зодиакального света в различных участках спектра, степень и угол поляризации излучения, фотографируют спектр с помощью светосильных спектрографов. Интенсивность света, рассеянного пылевыми частицами, зависит от их концентрации, размера, характера поверхности, отражательной способности вещества.

Удалось установить следующие характерные особенности зодиакального света: он приблизительно в 2—3 раза ярче ночного неба, его конусы — это наиболее яркие части свечения, причем яркость в них быстро возрастает по мере приближения к горизонту. Интенсивность зодиакального света практически не меняется со временем, что означает: пыль межпланетного пространства находится в устойчивом состоянии.

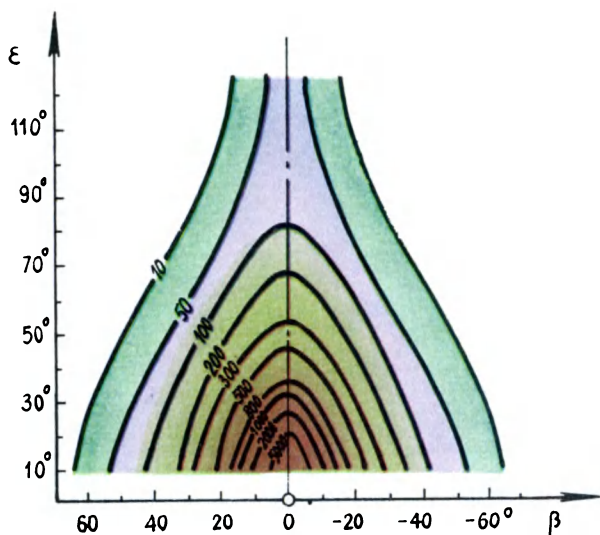
Казалось бы, кометы с интенсивными пылевыми хвостами, а также метеороидные потоки должны вносить дополнительные пылевые частицы в межпланетное пространство. Правда, их количество оказывается недостаточным, чтобы оказать влияние на яркость зодиакального света. Наблюдения не обнаруживают непосредственной связи интенсивности зодиакального света ни с кометами,

Зодиакальный свет в горах Зайлийского Алатау. Снимок получен в феврале 1963 г. Э. А. Стрельцовой и А. Ф. Осадчим (Высокогорная экспедиция ГАИШ МГУ)

ни с метеороидными потоками (однако пыль этих источников может постепенно накапливаться в межпланетном пространстве, пополняя пылевую компоненту Солнечной системы).

## ПРИРОДА ПОЛЯРИЗАЦИИ

Зодиакальный свет частично поляризован. Его степень поляризации зависит от углового расстояния от Солнца и достигает своего максимального значения порядка 20 % в эклиптике при элонгации от Солнца, равной  $60^\circ$ . При первых попытках объяснить наблюдаемую поляризацию зодиакального света было высказано предположение, что она вызвана рассеянием света на свободных электронах. Такое предположение естественно вытекало из того факта, что свет, рассеянный электронами, в отличие от света, рассеянного пылью, сильно поляризован. Если всю наблюдаемую поляризацию отнести за счет рассеяния света свободными электронами, то можно оценить их концентрацию в межпланетном пространстве. Однако найденные этим способом концент-



Изменение яркости зодиакального света в зависимости от эклиптических координат. Числа на изопотах — яркости зодиакального света в относительных единицах

рацию в межпланетном пространстве. Однако найденные этим способом концентрации электронов оказались неприемлемо высокими. Это заставило ученых пересмотреть вопрос о поляризации света. Наблюдения, проведенные в лабораториях, а также детальные теоретические расчеты позволили установить, что **частичная поляризация происходит и при рассеянии света пылевыми частицами**. В этом случае степень поляризации зависит от состава, формы и ориентации пылевых частиц. К наибольшей поляризации рассеянного света приводят одинаково ориентированные продолговатые частицы.

Вопрос о роли электронов нашел оригинальное решение при изучении **формы спектральных линий зодиакального света**. Дело в том, что электроны межпланетного пространства в основном принадлежат солнечному ветру, т. е. плазме,

удаляющейся от Солнца. При этом электроны движутся со скоростями от 500 до 2000 км/с, и в рассеянном ими свете должен проявляться эффект Доплера (спектральные линии должны быть расширены по сравнению с линиями в спектре Солнца). Поскольку этого не наблюдается, был сделан вывод, что электроны **не могут играть существенной роли в образовании зодиакального света**.

### ЗОДИАКАЛЬНЫЙ СВЕТ И СОЛНЕЧНАЯ КОРОНА

К такому же выводу приводит и изучение вопроса о том, как зависит интенсивность зодиакального света от солнечной активности. Если бы электроны играли важную роль в образовании зодиакального света, то эта зависимость существовала бы. Но как показали измерения, проведенные на КА «Гелиос» (с декабря 1974 по февраль 1986 г.), такой связи нет. Правда, это не означает, что рассеяние на электронах межпланетного пространства не может быть обнаружено. По измерениям, проведенным на том же КА «Гелиос», установлено, что вблизи Солнца на больших гелио-

рафических широтах (т. е. в области солнечных полюсов) во время максимума солнечной активности увеличивается концентрация электронов межпланетной плазмы. Поскольку в этих местах пылевая составляющая невелика, на фоне общей яркости неба может быть обнаружен сильно поляризованный свет, рассеянный электронами.

Здесь уместно заметить, что представляют интерес наблюдения зодиакального света при малых элонгациях от Солнца, поскольку их можно сопоставить с наблюдениями солнечной короны. В солнечной короне имеются две составляющие: К-корона и F-корона. Свечение К-короны обусловлено **рассеянием солнечного света на электронах околосолнечной плазмы**. F-корона — это **свет, рассеянный межпланетной пылью**, той самой пылью, которая приводит к образованию зодиакального света. При этом наблюдения F-короны ограничиваются областью в несколько градусов от Солнца, так как вдали от Солнца она теряется на фоне более яркого неба. Благодаря затмосферным исследованиям удалось показать, что F-корона по мере удаления от Солнца плавно переходит в зодиакальный свет, т. е. **зодиакальный свет и F-корона — это различные проявления одного и того же физического процесса — рассеяния солнечного света межпланетной пылью**.

### ПЫЛЕВОЕ ЗОДИАКАЛЬНОЕ ОБЛАКО

Наблюдения зодиакального света используются для определения пространственного распределения межпланетной пыли. Трудности заключаются в том, что по наблюдениям зодиакального света можно определить



только суммарную (интегральную) интенсивность света, рассеянного всеми частицами, находящимися на луче зрения фотометра ТМ. Задача теоретиков состоит в том, чтобы по этой общей интенсивности оценить концентрацию и свойства частиц в отдельных точках луча ТМ. Такие задачи относятся к классу обратных задач и математически однозначно не решаются. Однако, привлекая некоторые данные, полученные другими методами, можно найти достаточно уверенные решения. Наиболее распространен метод моделирования. С его помощью были найдены некоторые модели распределения пыли в межпланетном пространстве.

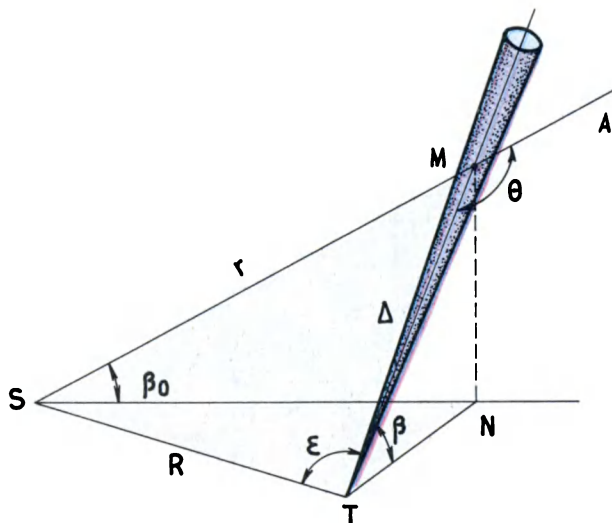
При больших расстояниях от Солнца модели, построенные по визуальным и инфракрасным наблюдениям достаточно хорошо согласуются между собой. Однако при малых элонгациях от Солнца ( $\epsilon < 40^\circ$ ) имеются значительные различия. Они особенно отчетливо видны в полярных областях Солнца. Если изоденсы (т. е. линии одинаковой концентрации) инфракрасных моделей ( $\nu$ ,  $\gamma$ ) в этих областях приближаются к Солнцу S, то изоденсы, полученные по наблюдениям в визуальном участке спектра, наоборот удаляются от него, образуя «горб». Некоторые авторы считают, что существование такого «горба» — следствие ошибок. Однако разницу между результатами визуальных и инфракрасных наблюдений можно объяснить, предположив, что существуют две популяции пыли с различными физическими свойствами.

Обычно считалось, что с увеличением расстояния  $r$  от Солнца концентрация пыли в плоскости эклиптики убывает по закону  $r^{-1,3}$ , однако, в настоящее время это значение подвергается

сомнению, поскольку раньше предполагали, что физические свойства пылевых частиц не изменяются с расстоянием от Солнца. Сопоставление данных для видимой и инфракрасной областей спектра зодиакального света показало, что пылевые частицы межпланетного пространства представляют собой неоднородную популяцию частиц, концентрация которых изменяется по различным законам в зависимости от гелиоцентрического расстояния. То же относится и к их поглощающей способности. Недавно было найдено, что поглощение света пылевыми частицами в инфракрасной области спектра изменяется в зависимости от гелиоцентрического расстояния по закону  $r^{-1,4}$ , а в видимой области — по закону  $r^{-0,7}$ .

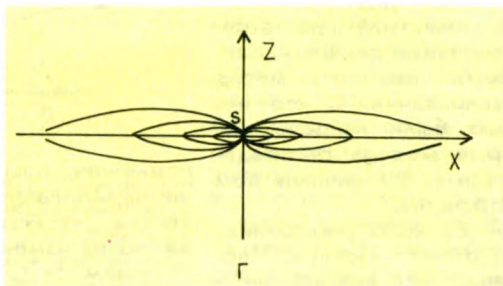
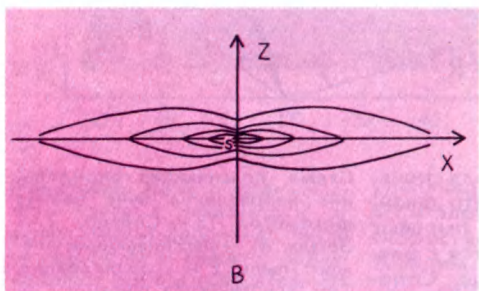
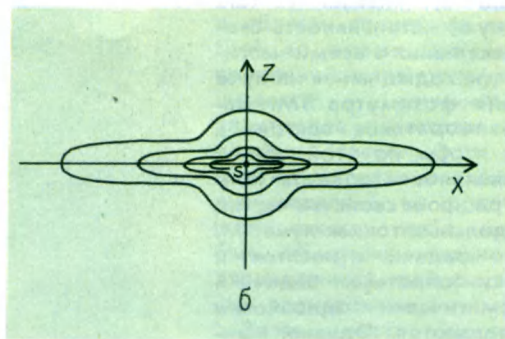
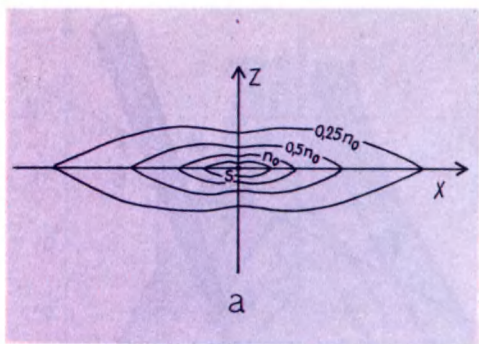
На расстоянии в 1 а. е. от Солнца альbedo пылевых частиц равно 0,07 (на больших расстояниях оно меньше). Низкое альbedo означает, что пылевые частицы зодиакального облака — это темные пористые образования. Обнаруженная зависимость от гелиоцентрического расстояния позволяет предполагать, что на больших расстояниях от Солнца концентрируются более крупные

Схема, поясняющая определение направления луча зрения фотометра (S — Солнце, T — Земля, M — рассеивающий элемент (пыль),  $\theta$  — угол рассеяния,  $\beta$  — эклиптическая широта,  $\epsilon$  — элонгация,  $\beta_0$  — гелиоцентрическая широта рассеивающего элемента,  $R=ST=1$  а. е.,  $r=SM$  — расстояние от Солнца до рассеивающего элемента,  $\Delta$  — расстояние от Земли до рассеивающего элемента, N — проекция точки M на плоскость эклиптики, STN — плоскость эклиптики)



частицы, состоящие из ядра, покрытого оболочкой из тугоплавкого органического вещества. По мере приближения к Солнцу происходит дробление пылевых агрегатов. Они освобождаются от органической оболочки, и их альbedo увеличивается.

Наблюдения яркости зодиакального света дают возможность оценить абсолютную концентрацию пылевых частиц. Если предположить, что средний радиус пылевых частиц равен 30 мкм, среднее альbedo 0,3, то по измерениям яркости зодиакального света в визуальной области спектра для концентрации частиц на расстоянии 1 а. е. от Солнца получится значение  $(1,2 \div 1,4) \times 10^{-16}$  см<sup>-3</sup>. Это соответствует объемной плотности



$1,4 \times 10^{-23}$  г/см<sup>3</sup>, если принять, что плотность самих частиц равна 1 г/см<sup>3</sup>. Имеются и другие оценки абсолютной концентрации, полученные при иных предположениях о физических свойствах пылевых частиц.

На частицы зодиакального облака действуют силы **гравитационного притяжения Солнца и планет**, а также **сила светового давления**. Для крупных частиц наиболее эффективна сила гравитации (такие частицы движутся вокруг Солнца по законам Кеплера). Для очень маленьких частиц (размером в микрон и меньше) становится более эффективной сила светового давления (они выталкиваются из Солнечной системы). Частицы промежуточных размеров испытывают совместное действие и гравитации, и светового давления, благодаря чему они медленно приближаются к Солнцу по спиралеобразным траекториям. Согласно сделанным расчетам, частица радиусом 1 мкм, находящаяся на расстоянии 1 а. е. от Солнца, может прибли-

жания частиц, рассеивающих солнечный свет, линии в спектре зодиакального света должны быть смещены относительно их положений в спектре Солнца. Измеряя эти смещения, можно оценить скорость и направление движения пылевых частиц. Результаты показывают, что основной силой, определяющей движение пылевых частиц, ответственных за спектр зодиакального света, является сила гравитационного притяжения Солнца. Это означает, что размер пылевых частиц не должен быть менее нескольких микрон.

Модели зодиакального облака, полученные из наблюдений зодиакального света в видимой (а, б) и в инфракрасной (в, г) областях спектра. Цветом указаны линии одинаковой концентрации (изоденсы) зодиакального облака в плоскости, перпендикулярной эклиптике и проходящей через Солнце S. Ось SZ направлена в северный полюс эклиптики. Если чертеж повернуть вокруг SZ на 360°, то изоденсы вычертят поверхности, представляющие зодиакальное пылевое облако Солнечной системы. Модель (а) называется веерообразной, модель (б) типа сомбреро

зиться к нему за  $10^5$ — $10^6$  лет. Правда, возмущающее действие планет может существенно изменить это время. Чтобы выяснить, как движутся пылевые частицы зодиакального облака, можно использовать спектр зодиакального света, который, как уже говорилось, в видимой области представляет собой копию спектра Солнца. В нем также имеются линии поглощения некоторых элементов, но из-за дви-

жения частиц, рассеивающих солнечный свет, линии в спектре зодиакального света должны быть смещены относительно их положений в спектре Солнца. Измеряя эти смещения, можно оценить скорость и направление движения пылевых частиц. Результаты показывают, что основной силой, определяющей движение пылевых частиц, ответственных за спектр зодиакального света, является сила гравитационного притяжения Солнца. Это означает, что размер пылевых частиц не должен быть менее нескольких микрон.

Итак, **основную компоненту зодиакального облака составляют пылевые частицы микронных размеров, движущиеся по орбитам вокруг Солнца**. Однако не исключено, что в Солнечной системе находятся и частицы субмикронных размеров, на которые эффективно действует световое давление Солнца. Вероятно, к ним относятся сравнительно недавно обнаруженные метеороиды ( $\beta$ -метеороиды), удаляю-

Снимок зодиакального света, полученный В. А. Джанибековым 30 июня 1982 г. с борта станции «Салют-7». В нижней части кадра размытая полоса — это излучение верхних слоев земной атмосферы на высоте около 300 км. В центре кадра — планета Венера. Зодиакальный свет виден как выступ, поднимающийся от горизонта к Венере. В нижней части кадра — Меркурий, слева сверху — Плеяды, справа сверху над Венерой — искусственный спутник Земли



щиеся от Солнца с большими скоростями.

Каково происхождение межпланетной пыли? Сохранилась ли эта пыль со времени образования Солнечной системы? Образуется ли она в результате разрушения комет и астероидов или по-

падает в Солнечную систему из просторов межзвездного пространства? Скорее всего, окончательные ответы

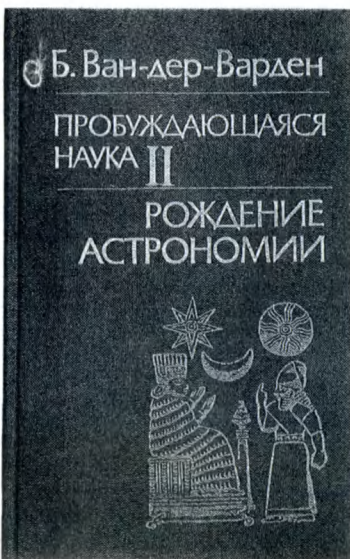
на эти вопросы будут получены в результате дальнейших исследований зодиакального пылевого облака.

НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»

## Астрономия Древнего Египта и Вавилона

В 1991 г. Главная редакция физико-математической литературы выпустила в переводе с английского книгу всемирно известного математика Бартела Лендерта Ван-дер-Вардена «Пробуждающаяся наука II. Рождение астрономии». Книгу перевел Г. Е. Куртик, редактор перевода А. А. Гурштейн.

Как отмечено в предисловии редактора перевода, Б. Л. Ван-дер-Варден, с 1939 г. постоянно работающий в США, известен историкам науки как вдумчивый исследователь и интерпретатор древнейших научных текстов (в первую очередь папирусных и клинописных). В 1950 г. вышла его книга «Пробуждающаяся наука I. Математика Древнего Егип-



та, Вавилона и Греции», а в 1965 г. появилось ее продолжение — данная монография (первоначально на немецком языке).

Книга содержит предисловие автора к английскому изданию. Введение («Роль астрономии в истории цивилизации»), восемь частей («Астрономия в Древнем Египте», «Старовавилонская астрономия», «Ассирийский период», «Нововавилонский и персидский периоды», «Космическая религия, астрология и астрономия», «Теория Луны», «Вавилонская планетная теория», «Распространение вавилонской астрономии») и «Заключение». Основной текст книги дополняют совершенно необходимые «Комментарии и примечания», «Список сокращений», «Клинописные тексты и папирусы» (список обозначений) и «Предметно-именной указатель».

Монография адресована астрономам и исследователям, работающим в области истории науки и культуры древности. Но, вероятно, немало для себя интересного найдут в ней преподаватели вузов и учителя средних школ, любители астрономии и студенты.

## Геометрия Метагалактики

И. Л. РОЗЕНТАЛЬ,  
доктор физико-математических наук  
Институт космических исследований АН СССР

«Если Бог есть и если он действительно создал Землю, то, как нам совершенно известно, создал он ее по евклидовой геометрии, а ум человеческий с понятием лишь о трех измерениях пространства. Между тем находились и находятся даже и теперь геометры и философы, и даже из замечательнейших, которые сомневаются в том, чтобы вся Вселенная или, еще обширнее — все бытие было создано лишь по евклидовой геометрии».

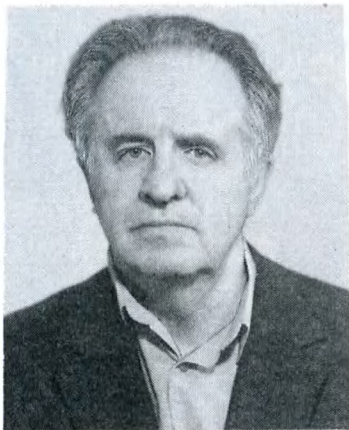
«Братья Карамазовы»  
Ф. М. Достоевский

Как видим, Иван Карамазов в беседе с братом Алексеем удивительно точно и лаконично подытожил ситуацию в геометрии в конце XIX столетия. И не только воззрениям «замечательнейших» математиков, но и общепринятым тогда представлениям о физическом пространстве, как отражению трехмерной евклидовой геометрии.

Вероятно, только привычность, можно сказать, обыденность евклидовой геометрии препятствует нам остановиться с чувством глубокого благоговения перед этим материком античной культуры.

Действительно, уже давно стали достоянием истории: физика Аристотеля, астрономия Птолемея, математика Архимеда, величайшие вершины древней цивилизации, а геометрия Евклида до сих пор остается основой школьной математики.

В чем же секреты удивительной живучести евклидовой геометрии? На наш взгляд, их два. Во-первых, евклидова геометрия — об-



разец построения, на основе которого можно наилучшим образом обучать в школе логическому мышлению. Во-вторых, геометрия Евклида остается и по сей день превосходным отражением видимого наблюдаемого мира. Во времена же Достоевского — сто лет назад — эта геометрия полностью описывала известные тогда свойства физического пространства. В частности, в рамках

трехмерной евклидовой геометрии полностью интерпретировалось движение твердых тел.

Тем не менее, уже в прошлом столетии находились математики (Ф. Гаусс, Н. И. Лобачевский, Я. Болиаи, Б. Риман), которые осмелились подвергнуть сомнению представление о том, что только евклидова геометрия способна отражать физическую реальность. Напомним, что в работах Гаусса — Лобачевского подвергался сомнению лишь знаменитый пятый постулат о параллельных (через точку, лежащую вне данной прямой, можно провести одну и только одну прямую, параллельную данной). В соответствии с идеями неевклидовой геометрии можно создать непротиворечивую геометрию, в которой через точку, лежащую вне заданной прямой можно либо провести бесконечное число параллельных, либо нельзя провести ни одной. Простейший пример — геометрия на

сфере. Если полагать, что «прямые» на сфере — это дуги большого круга, то два больших круга всегда пересекутся (на сфере отсутствуют параллельные).

Гаусс и Лобачевский независимо пытались опытным путем проверить евклидову геометрию (точнее, справедливость пятого постулата), но никаких отклонений физического пространства от евклидова не обнаружили. Эта ситуация и была зафиксирована Достоевским.

Однако в нашем столетии ситуация изменилась. А. Эйнштейн в 1915—1916 гг., основываясь на неевклидовой геометрии (геометрии Римана) создал свою теорию гравитации — общую теорию относительности (ОТО). В рамках ОТО тела деформируют пространство. Гравитация проявляется в движении по кратчайшим в данном неевклидовом пространстве линиям. Они называются геодезическими.

Большинство экспериментальных данных о гравитации можно эквивалентно описать в рамках школьной физики (пространство Евклида, ньютоновский закон всемирного тяготения) или общей теории относительности. Однако некоторые, правда немногочисленные, явления (и прежде всего отклонение света в гравитационном поле Солнца, смещение перигелия Меркурия) превосходно согласуются с предсказаниями ОТО и противоречат ньютоновской теории. Таких явлений немного, и поэтому до сих пор предпринимаются попытки построить полную теорию гравитации в пространстве, аналогичном евклидову.

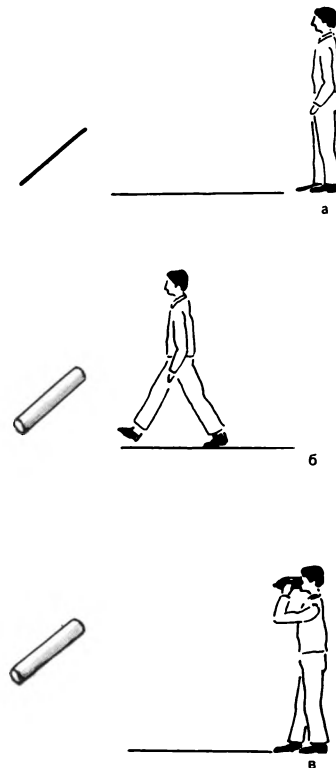
Для нас важно одно. Во времена Достоевского евклидовость физического пространства была очевидна. После работ Эйнштейна большинство физиков придерживается точки зрения, согласно которой, наблюдае-

мое пространство нашей Метагалактики весьма незначительно отличается от евклидова. И еще. Как известно, в теории относительности пространство и время образуют единый четырехмерный континуум. Мы в дальнейшем будем говорить о четырех измерениях этого континуума, подразумевая под четвертым измерением время.

Дальнейший прогресс представлений о физическом пространстве связан с попытками, относящимися к двадцатым годам нашего столетия. В то время некоторые физики, воодушевленные успехами ОТО, пытались построить единую теорию взаимодействий. Они хотели объединить в единую теорию два хорошо изученных взаимодействия: электромагнитное и гравитационное.

Т. Калуца в 1921 г. предположил, что физическое «пространство — время» имеет не четыре измерения, а пять. С первого взгляда эта идея кажется абсурдной, поскольку весь наш опыт убеждает в том, что физическое пространство имеет только три измерения. Однако, и в этом заключается «чудо» Калуцы, такое обыденное заключение неверно. Дело в том, что для успеха объединения не имеют значения размеры пятого измерения пространственно-временного континуума. Его размеры могут быть сколь угодно малыми, и тогда их просто невозможно обнаружить.

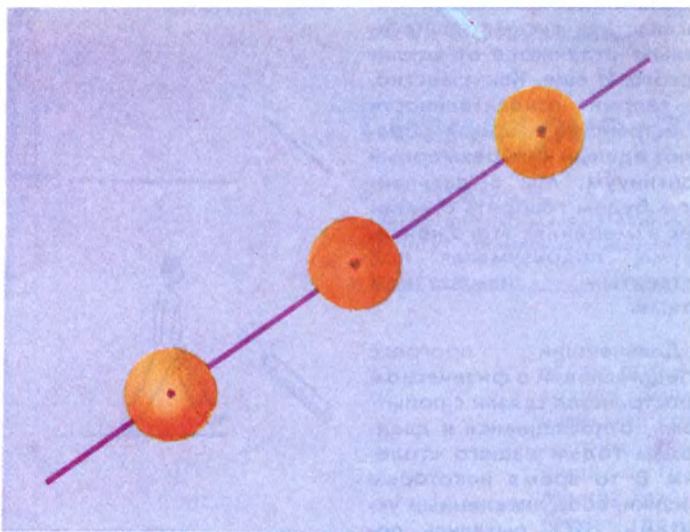
Поясним это. Представим бесконечный (или очень длинный) цилиндр. На большом расстоянии вместо цилиндра мы будем видеть прямую, слившуюся с его осью. Иначе говоря, двумерное образование (цилиндр) нам будет казаться одномерным (прямой). Это всего лишь аналогия. Достоевский был прав, утверждая, что ум человеческий создан с понятием лишь о трех измере-



Размерность объекта зависит от условий и методов наблюдений. а) Наблюдатель, расположенный далеко от двумерного объекта (цилиндра) видит невооруженным глазом одномерный объект (прямую). Приближаясь к цилиндру (б) или используя какой-либо инструмент (в) (например, подзорную трубу), наблюдатель увидит многомерность объекта. Сколько-нибудь приблизиться или наблюдать планковские размеры ( $\sim 10^{-33}$  см) мы не имеем возможностей. Поэтому, наблюдаемая геометрия — евклидова

ниях пространства. Но человеческий ум достаточно изощрен, чтобы преодолеть это препятствие. Используя аналитические методы (аналитическая и дифференциальная геометрии) можно определить свойства пространства, не прибегая к наглядности.

Оказалось, например, что в рамках пятимерной геометрии можно непротиворе-



Схематическое изображение «истинной» геометрии мира. Прямая символизирует протяженные координаты, каждой точке которой соответствуют многомерные микроскопические сферы

чиво и единообразно описать электромагнитное и гравитационное взаимодействие. Это весьма воодушевило А. Эйнштейна, который последние десятилетия своей жизни посвятил развитию единой теории поля. Правда, с ним тогда работали лишь его ближайшие ученики. А все остальные оценивали эти попытки негативно, относя их к чудачествам стареющего гения. Сейчас довольно трудно восстановить точную аргументацию оппонентов Эйнштейна, но с точки зрения современного физика можно привести Эйнштейну несколько возражений. Они сводятся к следующему.

1. Теория Калуцы (включая и работы Эйнштейна) объединяла лишь электромагнитное и гравитационное взаимодействия. Квантовые взаимодействия (сильное и слабое) с малым радиусом сил ( $\sim 10^{-13}$  см) в нее не включались.

2. Отсутствовал подход к размерам пятого измерения. Экспериментальные же данные свидетельствовали, что вплоть до расстояний  $\geq 10^{-16}$  см отклонений размерности пространства от трех не обнаружено.

3. Никаких новых результатов или предсказаний пятимерная теория не давала, хотя она и основывалась на новом, непривычном для большинства физиков математическом аппарате многомерной геометрии. Скорее всего, именно поэтому Эйнштейн остался в одиночестве, а многомерная теория объединенного взаимодействия была забыта на многие десятилетия.

Весьма поучительно проследить причины реставрации старых идей многомерной физики. Ренессанс 70-х годов был подготовлен блестящими достижениями физики элементарных частиц. Перечислим эти достижения:

1. Была создана и прекрасно подтверждена на опыте квантово-механическая объединенная теория слабого и электромагнитного взаимодействия (электрослабая теория Глешоу-Вайнберга-Салама).

2. Выяснилось, что истин-

ные носители сильного взаимодействия — кварки.

3. Взаимодействие между кварками описывается (на основе квантовой механики) квантовой хронодинамикой.

4. В работах советских физиков (Л. Д. Ландау, И. Я. Померанчук, Е. С. Фрадкин) выяснилось, что на расстояниях  $\sim 10^{-33}$  см квантовая электродинамика становится противоречивой. Все электрические заряды на этих расстояниях обращаются в нуль.

5. В квантовой теории поля не удается справиться с расходимостями и аномалиями.

Этот пункт важен для понимания идей, излагаемых далее, и поэтому мы остановимся на нем подробнее.

Известно, что квантовая механика предсказывает вероятность осуществления данного состояния. Например, вероятность появления частицы с заданными значениями координаты и импульса. По смыслу определения понятия вероятности, эта величина заключена в интервале от 0 до 1. Вероятность, равная 1, означает, что данное событие осуществится обязательно. Вероятность, равная нулю, означает, что оно не осуществляется вовсе. **Вероятность не может превышать единицу или быть отрицательной.** Таков основной постулат квантовой механики. Однако в квантовой теории поля, описывающей взаимодействие элементарных частиц и их полей, иногда возникают значения вероятностей, превышающие 1 и даже достигающие бесконечных значений. Подобные результаты называются **расходимостями**. **Аномалии** противоречат общим принципам квантовой механики и, в частности, соответствуют появлению отрицательных значений вероятностей.

Расходимости и аномалии, возникающие в теориях взаимодействий, рассматриваемых изолированно, — печаль-

ное значение их незамкнутости и внутренней противоречивости. В последнее время стало ясно, что устранение расходимостей и аномалий связано с созданием истинной объединенной теории поля. В такой теории расходимости должны входить с разными знаками и, следовательно, компенсировать друг друга, аномалии должны исчезнуть.

Решающим моментом в реставрации интереса к построениям типа Калуцы стала геометрическая интерпретация объединенной теории. В простейшем варианте этой теории («супергравитация») помимо четырехмерного континуума пространства-времени возникает семимерное компактное пространство. Попытаемся вообразить его весьма упрощенно: одномерная прямая к каждой точке которой «прикреплена» двумерная сфера.

Подобная геометрическая интерпретация может вызвать ассоциацию с построениями Калуцы-Эйнштейна. Нам представляется, что утверждение «Эйнштейн предвидел современную многомерную интерпретацию объединенной теории» тоже есть чрезмерное упрощение. Действительно, супергравитация обобщает теорию Калуцы, но уже на совершенно иной основе (квантовой), а основоположники многомерной интерпретации использовали лишь классические, не квантовые представления.

Еще М. Планк отметил возможную фундаментальную роль величин, составленных из трех констант, определяющих основные физические теории — это **скорость света**  $c = 3 \cdot 10^{10}$  см/с (теория относительности), **постоянная Планка**  $\hbar = 10^{-27}$  г см<sup>2</sup> с<sup>-1</sup> (квантовая механика) и **ньютоновская постоянная тяготения**  $G = 7 \cdot 10^{-8}$  г<sup>-1</sup> см<sup>3</sup> с<sup>-2</sup>. Из комбинации этих констант можно получить три планков-

ские величины, имеющие размерности **длины, времени и массы**. Скорее всего именно на них базируется фундаментальная физика объединенных взаимодействий.

Остановимся подробнее только на планковской длине:

$$l_{пл} = \left( \frac{\hbar G}{c} \right)^{\frac{1}{2}} \approx 10^{-33} \text{ см.}$$

Эта величина совпадает с тем критическим расстоянием, на котором теряет смысл квантовая электродинамика. Можно предположить, что размеры семимерной компактной сферы совпадают по порядку величины с планковской длиной и просто не проявляются непосредственно. Напомним, что сейчас на опыте определена геометрия лишь на расстояниях свыше  $10^{-16}$  см, которые на семнадцать порядков превышают планковские размеры!

Так решается стоявшая перед создателями многомерной единой теории взаимодействий проблема радиусов компактных размерностей. Решается и вопрос о целесообразности объединения взаимодействий. Такое объединение нужно для устранения расходимостей и аномалий. И действительно, на основе идей супергравитации удалось справиться с некоторыми расходимостями и аномалиями.

В последнее время активно обсуждается идея **суперструн** (М. Грин, Дж. Шварц — середина 80-х годов). В основу этой идеи положено представление о том, что основной элемент физической геометрии не точка, а одномерное образование — струна. Проще всего (хотя это и не обязательно) струну отождествить с колечком, имеющим планковские размеры. Однако, в отличие от геометрической окружности, суперструна характеризуется также и квантовыми числами, например, спином. Суперструна — прообраз истинно элемен-

тарных частиц (например, электронов и кварков). Ранее полагали, что такие частицы имеют нулевые размеры, а теперь — планковские.

Вообразить реально частицу с планковскими размерами (порядка  $10^{-33}$  см) совсем не просто. Например, отношение размеров точки на бумаге (1 мм) к размеру Солнца ( $10^{11}$  см) составляет «всего лишь»  $10^{-12}$ . Даже отношение размеров точки к размерам Вселенной ( $10^{28}$  см) равно  $10^{-29}$ , т. е. на несколько порядков больше отношения планковской длины к размерам точки на бумаге ( $10^{-32}$ ).

Объединенная теория, базирующаяся на идеях Калуцы и суперструн, в наше время интенсивно развивается. В теории суперструн уже получены важные результаты. Во-первых, ликвидировано большинство расходимостей и аномалий. Во-вторых, зафиксирована размерность, которой соответствует относительно непротиворечивая теория суперструн. Эта размерность равна 506. Только четыре координаты относятся к пространственно-временному континууму, а остальные соответствуют компактному объему с планковскими размерами.

Сейчас невозможно дать окончательную оценку теории суперструн и ее геометрической интерпретации. Пока еще не все расходимости ликвидированы. Однако вполне уместно подвести предварительные итоги:

1. Теория суперструн и объединенная теория Калуцы — «классический» образец нового мышления. Оба направления увязываются не с обычным физическим критерием — опытом, а с критериями, характерными скорее для математики, поскольку устраняются не последовательности и противоречия (расходимости и аномалии).

2. Число размерностей 10 (супергравитация) или даже

506 (суперструны) нельзя считать окончательными. На пути построения последовательной единой теории взаимодействий, вероятно, возникнут иные, более сложные геометрические образы.

3. Геометрическая интерпретация объединенных теорий приводит почти с неизбежностью к сложной геометрии. Кроме трех измерений, определяющих большие размеры Метагалактики ( $10^{28}$  см), существует множество очень малую (сравнительно с привычными человеческими масштабами) планковскую величину.

4. Поскольку непосредственно нельзя обнаружить это множество дополнительных размерностей, возникает вопрос: реальна ли современная геометрическая интерпретация объединенной теории? Быть может, описанная здесь сложная физическая геометрия всего лишь «леса», которые уберутся, когда будет окончательно построена объединенная теория. На этот вопрос, вероятно, следует ответить отрицательно. Истинная геометрия мира (Вселенной) не имеет трех пространственных измере-

ний. Три протяженные размера характерны лишь для нашей Метагалактики. Но Метагалактикой отнюдь не исчерпывается весь мир. Достаточно напомнить, что структура нашей Метагалактики (существование атомов, звезд и т. д.) крайне неустойчива к численному значению фундаментальных постоянных<sup>1</sup>. По-видимому, неизбежен вывод о том, что метагалактик много, причем они характеризуются различным набором фундаментальных постоянных, в том числе и размерностями. Наблюдаемая размерность, равная трем, характерна для нашей Вселенной, не исчерпывающей «всего бытия». Эта размерность — основа нашего существования.

Истинная размерность мира существенно больше трех. В момент образования Вселенной из «всего бытия»

<sup>1</sup> Подробно этот вопрос рассматривается в книге автора «Геометрия, динамика. Вселенная». М., Наука, 1987

(15—20 млрд лет назад) все пространственные размерности, кроме трех, уменьшились (компактифицировались) до планковских размеров. Таким образом, геометрию Метагалактики можно представить себе следующим образом. На больших расстояниях (до размеров нашей Вселенной  $10^{28}$  см) пространство евклидово и трехмерно. На очень малых ( $10^{-33}$  см) геометрия многомерна и неевклидова.

Современная космология предсказывает существование во Вселенной многих метагалактик с размерностью макроскопического пространства отличным от четырех (включая временную координату). Однако это пространство будет описываться многомерной геометрией Евклида. В таких метагалактиках будут реализовываться и микроскопические пространства-аналоги, описанных выше «сфер» с планковскими размерами. Однако эти геометрические образования будут отличаться от тех, которые реализуются в нашей Метагалактике. Так рисуется сейчас абрис геометрии Вселенной.

## Информация

### Еще раз о выбросе из ядра кометы Галлея

Как мы уже сообщали нашим читателям, в феврале 1991 г. на снимках кометы Галлея, получен-

ных с помощью 1,5-метрового датского телескопа Европейской южной обсерватории (Ла Силла, Чили), был обнаружен широкий выброс материи, расширяющийся и отделяющийся от ядра кометы (Земля и Вселенная, 1991, № 4, с. 92.— *Ред.*). Весьма вероятно, что выброс продолжался длительное время. С учетом скорости расширения, момент выброса датируется 17 декабря 1990 г. (с возможной погрешностью  $\pm 4$

дня). Общая масса выброшенного облака пыли составляет  $10^5$  т (одна миллионная часть массы ядра). Причину явления еще предстоит выяснить.

*(По информационным материалам Европейской южной обсерватории)*

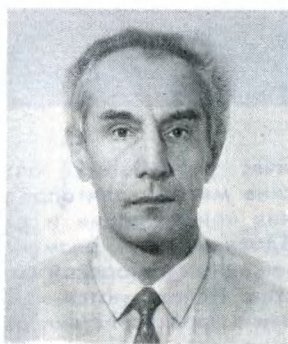


# Свет помогает изучать океан

О. В. КОПЕЛЕВИЧ,  
доктор физико-математических наук  
Институт океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР

### ПРЕИМУЩЕСТВА ОПТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Первые попытки использовать оптические методы для изучения океана были предприняты еще в начале прошлого века. Естественно, что в те времена основывались лишь на визуальных оценках явлений. Использовались, например, шкалы английского гидрографа Ф. Бофорта (1805 г.), а позднее, уже в начале нашего века, Х. Дугласа (1921 г.), позволявшие оценивать скорость ветра по виду поверхности моря. Известный русский мореплаватель О. Е. Коцебу во время экспедиции на корабле «Рюрик» в 1815—1818 гг. впервые оценивал прозрачность морской воды, опуская на тросе за борт обыкновенные столовые тарелки и отмечая глубину их исчезновения из виду. В 1865 г. итальянский астроном А. Секки провел многочисленные наблюдения прозрачности воды в Средиземном море с белыми и цветными дисками, и в океанологическую практику прочно вошел белый диск («диск Секки»). Для оценки цвета моря до недавнего времени применялась шкала Фореля-Уле — набор пробирок с растворами разного цвета для сопоставления с видимым цветом водоема. Эти методы давали ученым возможность сравнительно легко получать полезную океанологическую информацию. Но простота отнюдь не



Человек все глубже и глубже проникает в океанскую бездну, приходит туда с фотоаппаратом и кинокамерой, опускает под воду телевизионную аппаратуру. Для работы с этой сложнейшей техникой необходимо хорошо знать оптические характеристики морской воды, понимать физические законы распространения света в море. Больше двадцати лет назад наш журнал опубликовал статью «Свет в море» (Земля и Вселенная, 1968, № 2), которая познакомила читателей с основами только набравшей тогда силу науки — гидрооптики. Сегодня гидрооптика шагнула далеко вперед. О современном этапе изучения океана с помощью световых лучей рассказывает публикуемая нами статья.

единственное достоинство оптических методов. Чем же они привлекательны для океанологии? Во-первых, возможностью проводить измерения без «насилия» над средой, ведь инструмент

исследования — луч света. Конечно, свет может вызывать в воде некоторые биологические, химические, физические изменения, но при небольшой мощности светового излучения и коротком времени экспериментов изменения эти пренебрежимо малы.

Оптические методы позволяют также проводить измерения без контакта с исследуемой средой, на расстоянии. (Световые пучки с малыми потерями входят в воду и выходят из нее, тогда как, например, у акустических волн на поверхности раздела вода — воздух отражается почти вся звуковая энергия.) Оптическими приборами измеряют характеристики поверхностного слоя, не погружая эти приборы в воду — с борта судна, вертолета, самолета, со спутников.

Важное достоинство оптических методов — их практическая безынерционность, измерения можно проводить непрерывно во времени и пространстве. Временное разрешение таких измерений определяется только параметрами регистрирующей аппаратуры и позволяет исследовать процессы с частотами порядка десятков и сотен Герц. Уникальная способность оптических методов — высокое пространственное разрешение: при необходимости световой пучок фокусируется в крошечное пятнышко — до 1 мкм!

Оптические методы дают большой объем разнообраз-



За борт опускается прибор «Гелиос-Е» — автоматизированный измеритель подводной освещенности

Фото В. А. Волинского

ной информации, позволяющей регистрировать и абсолютные величины оптических сигналов, и спектральные угловые зависимости, и поляризационные характеристики, и временную зависимость регистрируемого светового импульса. Все эти характеристики в совокупности достаточно полно характеризуют свойства изучаемого объекта.

## АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Оптические измерения издавна используются в биологии, геологии, химии и геохимии океана. С их помощью доступно изучение практически любого компонента вещества в морской воде, однако часто приходится предварительно подготавливать образцы, сгущая или выделяя исследуемый компонент, чтобы добиться необходимых для обнаружения концентраций.

Расскажем о методах, которые не требуют такой специальной подготовки, в них измеряются оптические характеристики самой воды.

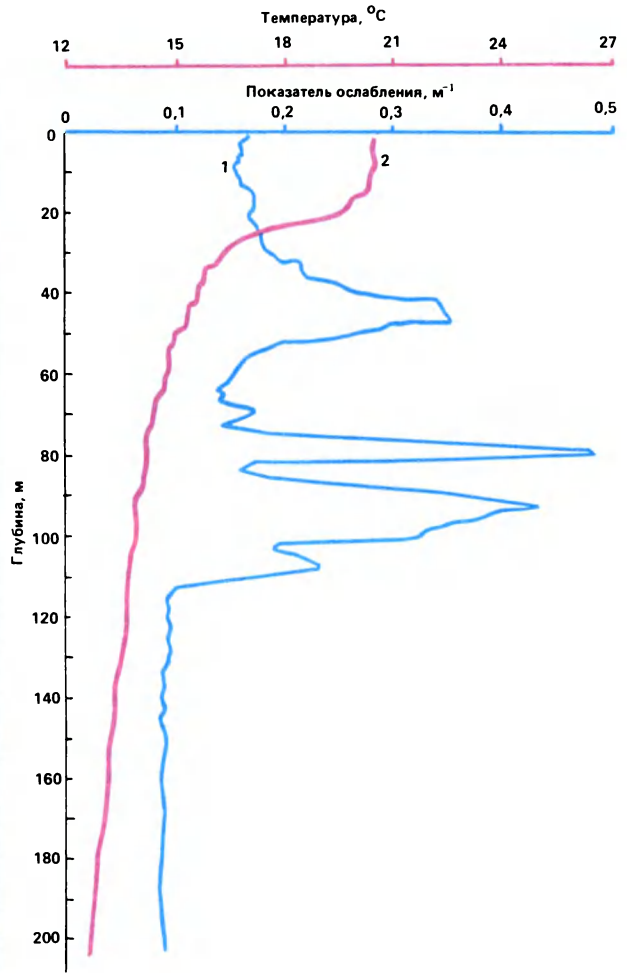
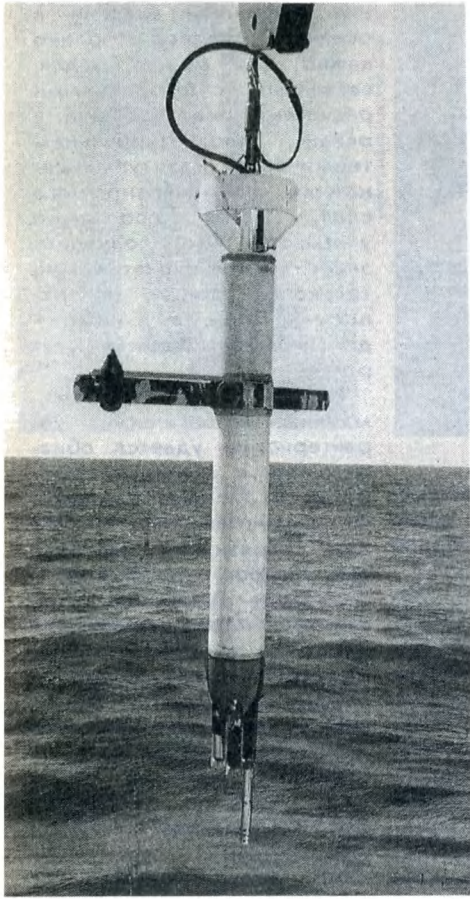
Сейчас разработаны оптические методы для определения концентрации и распределения по размерам взвешенных в морской воде частиц. Используются измеряемые характеристики рассеяния света морской воды, в первую очередь индикатриса рассеяния, описывающая зависимость интенсивности рассеянного света от угла рассеяния. Чтобы найти распределение частиц по их размерам через измеренную индикатрису рассеяния нужно решить «обратную задачу» (она сводится к решению интегрального уравнения). Задача эта непростая, относится к классу «некорректных» (термин ввел в начале века французский математик Ж. Адамар для обозначения задач, у которых неизбежные небольшие ошибки в исходных данных могут приводить к значительному изменению ответа — «раскачке решения»). Для обратной задачи рассеяния света несколько плодотворных методов предложил известный ленинградский физик К. С. Шифрин.

В чем же преимущество измерения светорассеяния перед традиционными методами подсчета частиц морской взвеси, которыми пользуются геологи? Прежде всего, метод светорассеяния позволяет оценить количест-

во мелких частиц размерами меньше 1 мкм, не видимых в обычный микроскоп, их нельзя обнаружить и применяющимся в океанологической практике счетчиком Коултера. А между тем мелкие частицы не только доминируют в морской взвеси по количеству, но и вносят существенный вклад в объемную и весовую концентрации. Еще одно преимущество метода светорассеяния в том, что здесь мы имеем дело непосредственно с морской водой, которую не нужно предварительно фильтровать, а значит, избегаем осложнений, связанных с фильтрацией. Нельзя не отметить также перспективы метода — получение дополнительной информации о поляризационных характеристиках рассеяния, которая позволит судить о материале взвешенных частиц, их форме, внутренней структуре.

Оптическими методами оценивается концентрация хлорофилла и содержание в морской воде окрашенных органических соединений — желтого вещества. Для этого используется спектральная зависимость показателя поглощения света морской водой. Разработанная в Институте океанологии АН СССР методика позволяет определять концентрацию хлорофилла с точностью порядка  $0,1 \text{ мг/м}^3$ . Заметим, что точность несравненно более трудоемкого стандартного метода определения хлорофилла с фильтрацией и экстрагированием не выше нескольких сотых  $\text{мг/м}^3$ .

Особенно ценна информация, которую оптические методы дают о содержании в морской воде желтого вещества, поскольку химически выделить его весьма трудно. Оптические же данные позволили надежно оценить диапазон изменений желтого вещества в океанических и прибрежных водах,



установить, что оно составляет лишь небольшую часть (несколько процентов) от общего количества органического вещества и образуется главным образом в самом океане на раннем этапе деградации растворенного органического вещества.

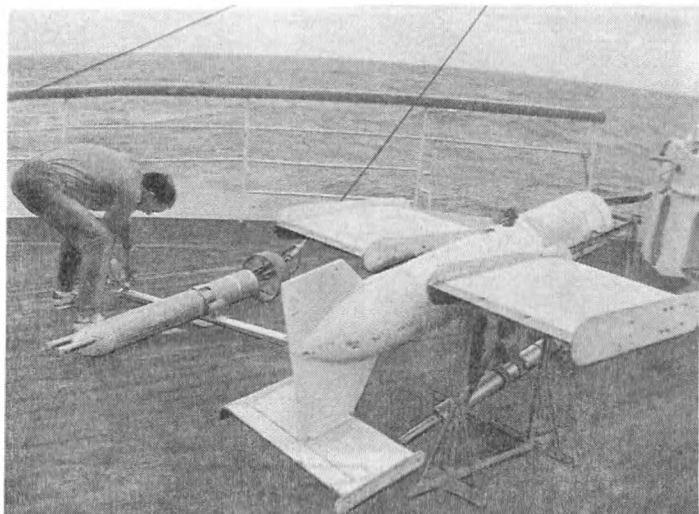
### ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ

Оптические измерения теперь особенно часто используются для изучения изменяющегося в пространстве и во времени содержания различных компонентов вещества в океане, индикации гидро-

Прозрачномер «Дельфин» — прибор для регистрации показателя ослабления света в морской воде. Справа приведены измеренные «Дельфином» в Средиземном море вертикальные профили ослабления света (1) и температуры (2) (экспедиция научно-исследовательского судна «Академик Курчатов» в 1988 г.). На профиле 1 видны несколько пиков — это тонкие светорассеивающие слои, где резко возрастает ослабление света (прозрачность воды резко падает). По измерениям температуры (профиль 2) подобные слои почти не обнаруживаются

динамических процессов. С этой целью применяют погружаемые и дистанционные измерители.

Такую информацию трудно получить стандартными биологическими или геологическими методами, позволяющими проводить измерения лишь в отдельных точках. Непрерывные оптические измерения — практически единственный способ исследования тонкослойной стратификации распределения концентрации взвешенных частиц, клеток фитопланктона и хлорофилла. Такая стратификация, как оказалось, часто бывает выражена довольно резко. Вот один из результатов, полученный погружаемым измерителем рассеяния — прибором «Посейдон», оснащенным специальным батометром-приставкой (он сра-



Управляемый носитель (гидросамолет) на борту научно-исследовательского судна. К нему прикрепляют «Дельфин» для работы в режиме буксировки (глубина буксировки может изменяться по команде с пульта управления, находящегося в судовой лаборатории)

Фото Ю. А. Гольдина

батывает по команде с пульта управления). В центральной части Атлантики в пробе воды, отобранной прибором в светорассеивающем слое на горизонте 113 м, была зарегистрирована концентрация клеток фитопланктона 3800 кл/л. В то же время на стандартном горизонте 100 м (разница 13 м) концентрация составляла лишь 7 кл/л — в 540 раз меньше! Все дело тут в тонкослойной стратификации: концентрация резко меняется в узком интервале глубин — от одного тонкого слоя к другому.

Интересно, что в светорассеивающих слоях обнаруживаются и повышенные концентрации биогенных элементов — фосфора, азота, кремния, необходимых для развития фитопланктона. Так, в центральной части Атлантического океана в узком светорассеивающем слое на глубине 49 м была зарегистрирована концентрация кремния 2,1 мкг-ат/л, тогда

как на стандартном горизонте 50 м (разница всего 1 м) она была почти вдвое ниже — 1,1 мкг-ат/л.

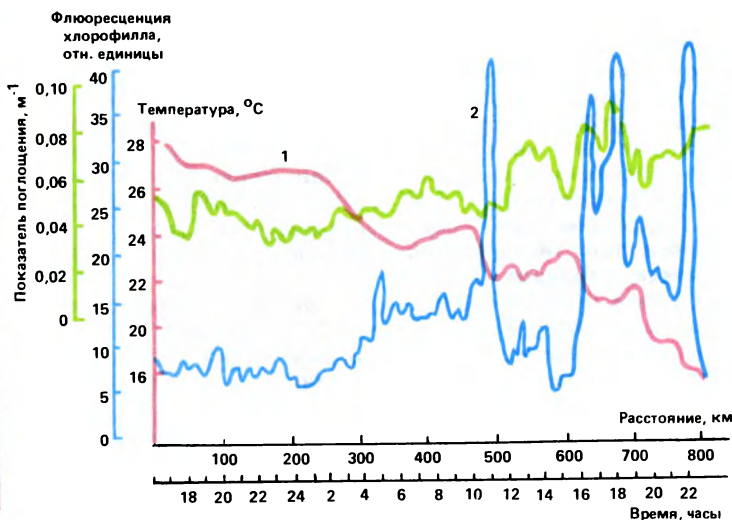
Оптические датчики, по-видимому, единственный инструмент непрерывной регистрации изменения содержания вещества и во времени, а не только в пространстве. Такие датчики можно установить на заданных горизонтах в океане и регистрировать эти изменения. Правда, при длительных измерениях, когда необходимы автономные приборы, устанавливаемые на буйях, возникает проблема с энергоснабжением аппаратуры. В этих случаях вместо приборов с энергопотребляющими источниками излучения целесообразно применять оптические датчики, регистрирующие естественное солнечное излучение. Вертикальная гирлянда таких датчиков, укрепленная на автономном буйе, производит непрерывное во времени (правда, только днем), послойное «просвечивание» морской воды. Такие измерения дают информацию, во-первых, о веществе, от которого зависит пропускание светового излучения водной толщей, и, во-вторых, об изменении светового режима в эвфотическом слое

воды (где создается первичная продукция в процессе фотосинтеза) и о поглощении солнечной энергии в океане. Последнее особенно важно для многих задач, связанных с модельными расчетами энергообмена в океане, прогнозированием термической структуры и динамики приповерхностного слоя. (Здесь необходимо учитывать, что солнечная энергия поглощается не только в тонком поверхностном слое, но и ниже — до глубины в десятки метров.)

Изучая горизонтальную изменчивость оптических характеристик, удается обнаруживать в океане неоднородности распределения биопродуктивности, выявлять загрязнения, картировать распространение в морской воде речных выносов, судить о гидродинамических процессах в водной толще. В судовых измерениях в этих случаях используют буксируемые приборы или точные измерители.

## ДИСТАНЦИОННЫЕ ИЗМЕРИТЕЛИ

Они подразделяются на пассивные и активные. Расскажем вначале о пассивных оптических измерителях, которые регистрируют солнечное излучение, отраженное от морской поверхности и вышедшее из водной толщи вследствие рассеяния в обратном направлении. Глубина, которой достигает излучение, зависит от мутности воды и длины волны излучения; она может составлять десятки метров. Вышедшее излучение несет информацию об оптических свойствах водного слоя, через который оно прошло, о составе содержащегося в воде вещества и гидродинамических процессах. Информация эта заключена в спектральном составе выходящего излучения, который определяет собст-



венный цвет моря, а также в абсолютных величинах его яркости.

Яркость восходящего излучения в зеленом и желтом диапазонах спектра зависит главным образом от концентрации взвеси. Непрерывно регистрируя ее, например, с борта судна, можно получить картину гидрологических фронтов в океане, исследовать процессы смешивания разных вод. Иногда на записях изменяющегося при движении судна коэффициента яркости излучения прослеживается некая периодическая структура, связанная с внутренними волнами (Земля и Вселенная, 1984, № 4, с. 40.— Ред.). Ее возникновение, по-видимому, обусловлено влиянием внутренних волн на вертикальное распределение оптических характеристик либо взаимодействием вышедших на поверхность внутренних волн с поверхностным волнением. Последнее четко прослеживается на морской поверхности в виде контрастных полос — светлых, где происходит выглаживание волнения, и темных, где волнение генерируется. По характеристикам этих полос можно определить параметры внутренних волн. С помощью

Судовой lidar, установленный в специальной шахте в днище судна «Дмитрий Менделеев» (прибор разработан в Институте океанологии АН СССР). Справа приведены данные, полученные этим прибором на разрезе через субэкваториальный фронт в восточной Атлантике: показатель поглощения на длине волны 532 нм (кривая 3) и флюоресценция хлорофилла на длине волны 680 нм (кривая 2). Для сравнения показано изменение температуры на горизонте 6 м (кривая 1). Лучшее всего горизонтальная неоднородность выражена в изменении флюоресценции хлорофилла — видны резкие пики в 5—30 км шириной, приуроченные к холодным фронтам, они связаны, по-видимому, с локальным подъемом холодных вод, обогащенных биогенными элементами

Фото Ю. А. Гольдина

оптической аппаратуры сотрудникам Института прикладной физики АН СССР (Ниžний Новгород) удалось зарегистрировать интересные особенности взаимодействия цугов внутренних волн с поверхностным волнением. Например, обнаружено наличие «предвестника» — аномалия поверхностного волнения появляется в точке наблюдения еще до прихода цуга внутренних волн.

## ЛАЗЕРНЫЕ ЛОКАТОРЫ-ЛИДАРЫ

Активные методы оптического зондирования океана, где используются **лазерные локаторы-лидары**<sup>1</sup>, имеют определенные преимущества перед пассивными. Они дают возможность работать не только днем, но и в сумерках, и ночью. Лидары пока, правда, не используются при наблюдениях из космоса, тогда как пассивные оптические измерители с их малым энергопотреблением с успехом устанавливаются на спутниках.

Как работает лидар? От мощного лазера в воду посылается короткий световой импульс длительностью около 10 нс (10 миллиардных долей секунды). Этот световой ступок — длина его в начале пути чуть больше 2 м — распространяясь в воде, деформируется, часть его рассеивается назад и возвращается обратно. Импульс обратного рассеяния, или эхо-сигнал, регистрируется фотоприемником, помещаемым рядом с излучающим лазером, и анализируется. Важную информацию о сре-

<sup>1</sup> Лидар — световой локатор (английская аббревиатура слов Light Detection and Ranging)

де дает, в частности, форма регистрируемого импульса, т. е. изменение его мощности во времени (длительность импульса обратного рассеяния уже не десятков, как у исходного импульса, а сотни наносекунд).

В настоящее время создано **несколько типов океанологических лидаров**. Один из них, разработанный в Институте океанологии АН СССР, дает возможность определять показатели поглощения морской воды, судить о содержании желтого вещества в слое 20—100 м, а также оценивать концентрацию хлорофилла в приповерхностном слое толщиной в несколько метров.

В лидарах другого типа, реализованных в **судовом варианте** в МГУ под руководством В. В. Фадеева и разработанных для авианосителя американскими специалистами Ф. Хоугом и Р. Свифтом, регистрируется спектральный состав импульса обратного рассеяния. Как же появляется спектр, если исходный импульс монохроматический и его спектральная ширина составляет лишь доли нанометра? Прежде всего за счет флуоресценции органического вещества, содержащегося в морской воде, — пигментов фитопланктона, нефтяных загрязнений. А характеристики флуоресценции дают полезную информацию об океанской среде. Другая причина появления спектра — рассеяние с изменением частоты, комбинационное и Мандельштама-Бриллюэна (относительная величина комбинационного рассеяния считается постоянной — это своеобразный внутренний репер для калибровки других составляющих эхо-сигнала, существенно увеличивает точность этого типа лидаров).

В Институте экологии и морских исследований АН Эстонии создан **флуоресцентный лидар**, в кото-

ром регистрируется не только спектр излучения, но и спектр возбуждения. Чтобы могла изменяться длина волны зондирующего излучения, здесь применяют лазер на красителях с перестраиваемой частотой, в который «накачивается» энергия от мощного ультрафиолетового лазера.

В Институте океанологии АН СССР недавно разработан новый тип лидара. Это **авиационный поляризационный лидар**, позволяющий определять изменение показателя рассеяния света с глубиной, связанное с вертикальным распределением концентрации взвеси. Суть метода, идея которого предложена А. П. Васильковым, заключается в измерении поляризационных составляющих импульса обратного рассеяния. На Черном море были проведены испытания этого лидара с вертолета. Восстановленные профили показателя рассеяния сравнивались с профилями показателя ослабления, измеренными **прозрачномером «Дельфин»**. Сравнение дало весьма похожие результаты.

Лидары применяются и в лазерной батиметрии, позволяющей определять профиль дна на мелководье. В прозрачных водах в темное время суток и в спокойную погоду с помощью батиметрического лидара, установленного на авианосителе, удастся определить профиль дна на глубинах в несколько десятков метров (с точностью до 1 м).

## ИЗУЧЕНИЕ МОРСКОГО ВОЛНЕНИЯ

Это еще одна область применения оптических методов, где измеряется, в частности, высокочастотная составляющая морского волнения, включая капиллярные волны (мелкие волны, возникающие под действием

силы поверхностного натяжения). Здесь используют пассивные и активные оптические методы. Пассивные включают фотографирование солнечной дорожки с последующим спектральным анализом полученных изображений. В Институте прикладной физики АН СССР создан специальный **оптический спектроанализатор в некогерентном свете**, позволяющий оценивать спектр волнения в реальном времени, не прибегая к обработке фотографий. Активные методы используют узкие пучки, создаваемые лазерными источниками. Один из таких успешно действующих приборов, измеряющий распределение элементов морской поверхности по радиусам кривизны в диапазоне от 4 до 150 мм, создан под руководством В. Н. Носова.

В Институте океанологии разработаны и уже установлены на новых научно-исследовательских судах «Академик Сергей Вавилов» и «Академик Иоффе» **лазерные сканирующие комплексы**, предназначенные для измерения спектра возвышений морской поверхности. Комплекс представляет собой лазерный дальномер, измеряющий разность времен прихода лазерных импульсов от гребней и впадин волн и оценивающий по ней амплитуду морского волнения. Чувствительность метода — порядка нескольких сантиметров. Однако его техническая реализация весьма непростая; приходится преодолевать множество трудностей, связанных со стабилизацией оси визирования лазерного пучка во время качки судна, посторонними засветками и другими внешними воздействиями.

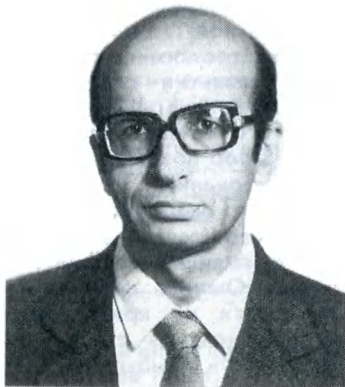
Благодаря созданным за последние десятилетия новым современным приборам оптические методы прочно вошли в практику океанологических исследований.

# Рачинское землетрясение

С. С. АРЕФЬЕВ,  
кандидат физико-математических наук  
Б. А. БОРИСОВ,  
кандидат геолого-минералогических наук  
Институт физики Земли АН СССР

Ярким весенним днем 29 апреля 1991 г. в 12 час 12 мин московского времени на Южном склоне Большого Кавказа (в северной Грузии) произошло сильное землетрясение. Оно было названо **Рачинским, или Рачинско-Джавским** — его плейсто-сейстовая область (подвергшаяся сильнейшим сотрясениям) захватила грузинскую провинцию Рача в бассейне верхнего течения Риони и западную часть Южной Осетии. Интенсивность землетрясения в районных центрах Амбролаури, Они, Чиатура, Сачхере, Джава, Цхинвали и в многочисленных селениях и рабочих поселках плейстосейстовой области составила 7—8 и местами 6—7 баллов. Выделившаяся в очаге этого землетрясения энергия оказалась самой большой за всю документированную сейсмическую историю Кавказа: магнитуда его составила, по разным оценкам, 6,9—7,1.

Еще недавно катастрофическое Спитакское землетрясение в Армении считалось рекордным для Кавказа сейсмическим толчком (Земля и Вселенная, 1989, № 2, с. 15. — Ред.). Оно было сильнейшим за всю предыдущую историю: его магнитуда, вычисленная по амплитуде поверхностных сейсмических волн, составила, опять-таки по различным оценкам, 6,7—7,0. Как видим, магнитуда Рачинского землетрясения ненамного превышает (все же на 0,1—0,2) магнитуду Спитакского. Но — поскольку возрастание магнитуды на



**О землетрясении в Северной Грузии, не менее сильном, чем памятное всем Спитакское землетрясение, рассказывают ученые, которым довелось работать на месте катастрофы в составе Эпицентральной экспедиции Института физики Земли АН СССР.**

единицу соответствует увеличению энергии в 30—35 раз — при Рачинском зем-

летрясении выделилось энергии в 3—5 раз больше, чем в очаге Спитакского события. При оценках магнитуды сильных землетрясений, возникших на Кавказе в прошлом, «семерка» никогда не фигурировала.

### ОРГАНИЗАЦИЯ ЭПИЦЕНТРАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Как это практикуется еще со времени Ашхабадского землетрясения 1948 г., Институт физики Земли АН СССР, получив известие о землетрясении в Северной Грузии, немедленно направил в эпицентральную зону свою экспедицию. В передовой отряд, прибывший в Рачу вечером 2 мая 1991 г. и сразу же приступивший к наблюдениям, входили и авторы данной статьи. Большой интерес к Рачинскому землетрясению проявили зарубежные ученые: вскоре в состав экспедиции вошли специалисты из Франции, Великобритании, США, Швейцарии, и Эпицентральная экспедиция ИФЗ АН СССР стала международной. Основной вклад в ее аппаратное оснащение внесла группа сейсмологов из Страсбура под руководством А. Систернаса (успешное сотрудничество с этой группой у нас началось еще во время работ по изучению Спитакского землетрясения). В Раче была развернута система наблюдений, состоящая более чем из 40 сейсмических станций разного типа. В проведении геолого-геоморфологиче-



Разрушенное землетрясением здание библиотеки и почты в селении Шкмери. Стены развалились, но деревянные перегородки и крыша, книжные шкафы в библиотеке — в сохранности. Деревянные дома оказались более сейсмостойкими, чем каменные

ского обследования с советскими специалистами сотрудничали ученые из США (Р. Джибсон, К. Прентис) и Франции (Э. Филип).

Проведение полевых работ с каждым годом становится в нашей стране все более трудным делом: не хватает продуктов питания, бензина, оборудования. Поэтому эффективная помощь, оказанная нам представителями местных властей Грузии, была неоценимой и во многом определила успешное проведение полевых работ.

## ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА

Область, где произошло Рачинское землетрясение, частично включает несколько тектонических зон Южного склона Большого Кавказа — южнее Главного Кавказского хребта: Чиаурского (Флишевого) синклиория, переходной Гагро-Джавской зоны, Рача-Лечхумского шовного прогиба и квазистабильной Грузинской глыбы, вхо-

дящей в состав Закавказского срединного массива. Плейстосейстовая область, внутри которой произошло подавляющее большинство повторных толчков и где обнаружены практически все сейсмогенные нарушения грунта, ограничена хорошо известными геологическими структурами. Это облегчает выяснение тектонической позиции очага землетрясения и сути глубинного сейсмогенерирующего процесса.

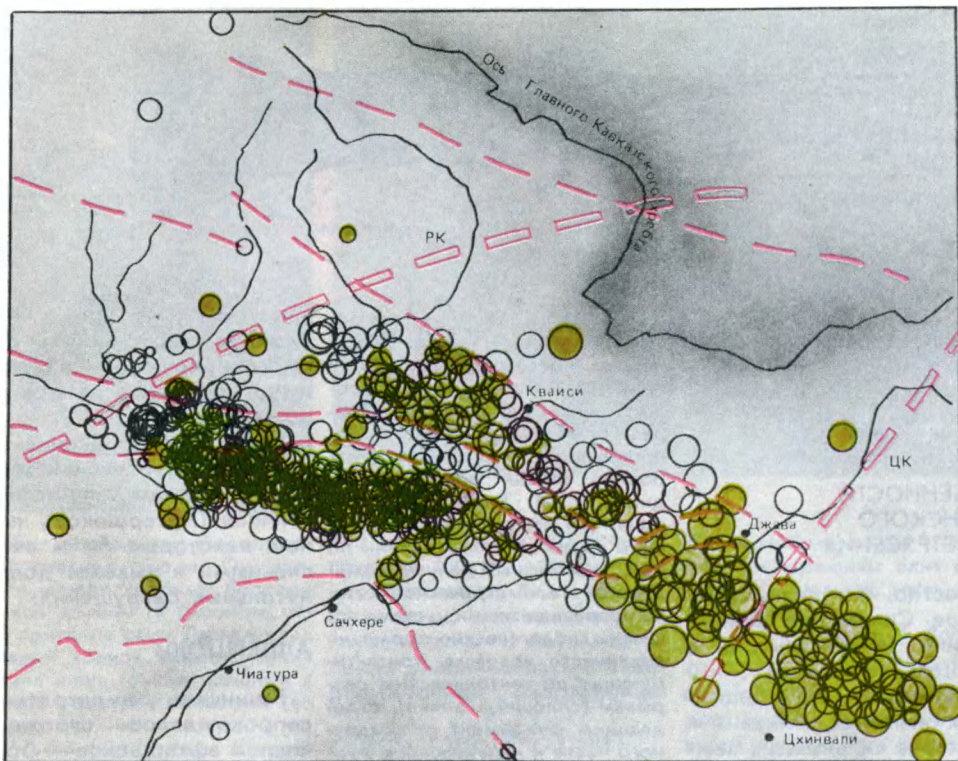
Рачинское землетрясение вызвал геологический процесс **развития складчатого сооружения Большого Кавказа, его не завершившееся до сих пор воздымание**. Деформированные толщи альпийского осадочного чехла Большого Кавказа (и прежде всего Флишевого синклиория Южного склона) надвигаются на кристаллическое основание стабильной Грузинской глыбы, или, что то же самое, фундамент Грузинской глыбы подвигается под Главный Кавказский хребет. Следы этого тектонического процесса изучались давно и многими геологами — из Тбилиси, Баку, Еревана, Москвы, Ленинграда и других научных центров. Особо следует отметить работы члена-корреспондента АН СССР Е. Е. Милановского (чьи представления о новейшей тектонике Кавказа неод-

нократно подтверждались, в том числе и при обследовании Спитакского и Рачинского землетрясений), а также отца и сына Гамкрелидзе — Петра Дианозовича и Ираклия Петровича, детально изучивших тектонические покровы Южного склона Большого Кавказа.

Большой Кавказ, по образному выражению выдающегося советского геолога В. В. Белоусова (1907—1990), может служить своеобразной полевой лабораторией для различных тектонических школ. И действительно, сейсмические события последних лет дают важный материал для проверки истинности тех или иных геологических взглядов и для выяснения глубинного строения подвижных зон Кавказа.

Механизм Рачинского землетрясения, по предварительным данным Национального центра сейсмологических исследований Геологической службы США, представляет собой поддвижение по пологой поверхности (угол  $15^\circ$ ) с азимутом простирания  $300^\circ$ , наклоненной на северо-восток; угол смещения  $123^\circ$ . Механизм этот вполне вписывается в рамки мобилистского постулата о сближении Аравийской литосферной плиты с Евразийской и о передаче давления от Аравии — через Восточный Тавр, Малый Кавказ и Закавказский срединный массив — к Большому Кавказу. Механизм соответствует также представлениям австралийского геолога С. У. Кэри о растяжении земной коры вблизи складчатой зоны в ходе гипотетического расширения Земли. Вполне логичной выглядит и интерпретация механизма Рачинского землетрясения с точки зрения глубинного диапиризма и адвекции (в духе школы В. В. Белоусова). Вместе с тем предварительные данные об этом механизме весьма точно соответствуют гео-





динамической модели, созданной грузинскими геологами (Ш. А. Адамия, И. П. Гамкредидзе и др.), в которой главную роль играет поддвижение кристаллического фундамента Грузинской глыбы под Южный склон.

Однако вне зависимости от различных взглядов геологов на механизм Рачинского землетрясения, возникает ряд вопросов, требующих объяснения. Во-первых, какова структура осадочного чехла Грузинской глыбы и обрамляющих ее с севера тектонических зон, где формировались очаги многочисленных повторных толчков Рачинского землетрясения? Какова природа пологих поверхностей облегченного скольжения, по которым могли осуществляться подвижки? Данные о мощности и составе пород осадочного чехла позволяют построить через плейстоценовую зону схематический геологический разрез, и предполагается, что в этих породах присутст-

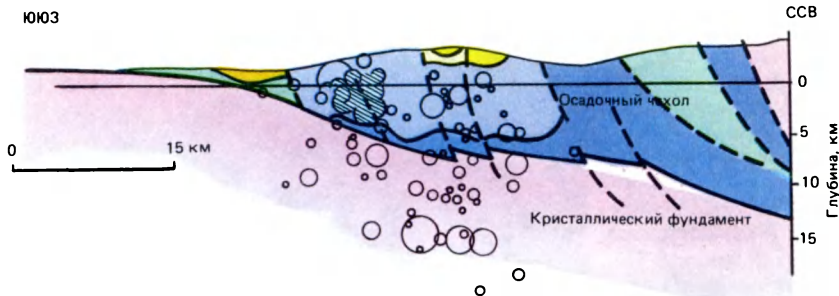
Плейстоценовая область Рачинского землетрясения и облако его афтершоков (белые и желтые кружки), отмеченных в мае — июне 1991 г. сетью французских телеметрических станций. Желтые кружки — эпицентры толчков, возникших после 15 июня 1991 г. Обозначены крупнейшие поперечные разломы: ЦК — Цхинвали — Казбекский, РК — Риони — Казбекский. Красные штриховые линии — границы тектонических зон (важнейшие продольные разломы)

вуют пластичные глинистые и гипсоносные пласты.

Во-вторых, можно ли считать процесс, включающий два сильных землетрясения (Спитакское и Рачинское), единым процессом? Ведь они имели разные механизмы и возникли в двух разных тектонических зонах с интервалом в два с половиной года. Если можно, то ничто не мешает связать воедино весьма разнородные природные процессы. Но тогда мы рискуем увязнуть в оби-

ли «прогностических признаков» еще одного возможного сильного землетрясения.

В-третьих, сейсмоструктура не встречались еще на Кавказе с сильным землетрясением, вызванным субгоризонтальной подвижкой. Как будет дальше развиваться этот ранее не известный сейсмический процесс? Каковы аналоги такого процесса в мировой статистике землетрясений: землетрясение Фриули в Италии в 1976 г., афтершоки Ашхабадского землетрясения 1948 г. или, может быть, сейсмическая активность на северо-восточной окраине Черного моря, между Крымом и Анапой, в I в. н. э. и в 1927 г.? Ответить на эти вопросы невозможно без тщательного изучения всех доступных сейсмологических данных. От результатов такого анализа зависят и прогноз дальнейшего поведения очаговой зоны Рачинского землетрясения, и вывод о возможности подоб-



ного процесса (срыва осадочного чехла с фундамента) в других районах Большого Кавказа.

### ОСОБЕННОСТИ РАЧИНСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Известно, что чрезвычайно сильное Спитакское землетрясение (интенсивность в эпицентре составляла 9—10 баллов) возникло в геологических условиях, близких к обстановке сильнейших землетрясений восточной Турции и западного Ирана. Что же касается Рачинского землетрясения, то оно характеризовалось особенностями, резко выделявшими его среди других сейсмических событий Кавказского региона.

Прежде всего область, где оно возникло, ранее не считалась особенно сейсмоактивной, скорее, напротив (впрочем, в последние годы, благодаря усилиям московских и тбилисских сейсмологов, уровень официально принятой сейсмической опасности этой области был «поднят» и это нашло отражение в картах сейсмического районирования).

Далее, хотя средства массовой информации сообщали о значительном числе погибших во время Рачинского землетрясения (более 100) и немалом материальном ущербе, воздействие толчка — несмотря на высокую магнитуду и малую глубину очага (до 10 км) — можно считать как **сравнительно слабое**. Интенсивность сотря-

Схематический геологический разрез через очаговую зону Рачинского землетрясения и облако его афтершоков. (Разрез составлен начальником геологического отряда Международной эпицентральной экспедиции Е. А. Рогожиным). Гипоцентры афтершоков (обозначены кружками) определены по предварительным данным французской телеметрической сети. На разрезе разными цветами показаны геологические формации различного возраста, контактирующие по тектоническим разрывам (сплошные линии), отделяющим фундамент от осадочного чехла и нарушающим фундамент. Пунктирные линии — разломы

сений нигде не превысила 8 баллов. Самые серьезные разрушения вызваны, как и в Ленинкане при Спитакском землетрясении, низким качеством строительства, слабыми грунтами, но отнюдь не тем, что произошли большие колебательные ускорения и смещения земной поверхности. Одним из главных факторов, определившим материальные и людские потери, было катастрофическое развитие склоновых процессов — обвалов и оползней. Во многих местах восточной и центральной частей очаговой области оползни захватили переувлажненные породы, и как следствие, возникли грязекаменные (селевые) потоки. Один из них вместе с каменной лавиной полностью уничтожил селение Хохети в Сачхерском районе, где погибло более 40 человек.

Третья особенность Рачин-

ского землетрясения — **сейсмогенерирующие разрывы нигде не вышли на поверхность**. Наконец, за главным толчком землетрясения последовала длительная **вереница мощных повторных толчков** (афтершоков), причем некоторые были очень сильными и вызвали дополнительные разрушения.

### АФТЕРШОКИ

Рачинское землетрясение сопровождалось огромным числом афтершоков — больше, чем какое бы то ни было землетрясение на Кавказе. Велика оказалась и захваченная ими площадь (около 80×30 км), считается, что она соответствует площади очага главного толчка. Принимая во внимание малую глубину очага и огромную его площадь, а также сравнительно слабое воздействие землетрясения, можно сказать, что, по обычным меркам, магнитуда толчка была еще недостаточно высокой. Землетрясение относится к категории «вялых», т. е. низкочастотных сейсмических событий, с нерезким, «размазанным» вступлением продольных волн. Это подтверждают материалы сейсмологических наблюдений, например записи главного толчка на станциях Кавказа и сейсмограммы большинства афтершоков, полученные при эпицентральных наблюдениях.

Однако, если учесть большое число и силу афтершоков, развитие сейсмического процесса Рачинского земле-



Глинистый оползень, уничтоживший селение Чорди. Он двигался между крутыми бортами речной долины (в бассейне левых притоков реки Джоджоры). Главный толчок землетрясения вызвал лишь тонкие трещины в грунте, а быстрое оползание (со скоростью 7—8 м в сутки) началось на третий день. Ко времени съемки (17 мая 1991 г.) тело оползня переместилось по долине на 70—80 м и продолжало двигаться со скоростью 2—3 м в сутки. Все строения в долине были разрушены, жители эвакуированы вертолетами (автомобильные дороги полностью выведены из строя обвалами и оползнями)

трясения «вялым» отнюдь не назовешь. Один из сильнейших афтершоков, случившийся ранним утром 15 июня 1991 г., имел магнитуду 6,2. Кроме того, произошло еще несколько толчков с магнитудой выше 5,5 (напомним, что после Спитакского землетрясения таких сильных афтершоков вообще не наблюдалось). Рой повторных толчков Рачинского землетрясения оценивается как высокомагнитудный, хотя почти каждый отдельный толчок действительно был «вялым» и оказывал сравнительно слабое воздействие.

По предварительным данным сети временных сейсмических станций, установлен-

ных в районе землетрясения, глубина очагов афтершоков не превышала 20 км (большинство из них возникло на глубине до 6—8 км) и постепенно увеличивалась в северо-восточном направлении.

### СЕЙСМОДИСЛОКАЦИИ

В плейстосейстовой области Рачинского землетрясения не обнаружено **первичных, сеймотектонических деформаций грунта**, которые прямо бы отражали подвижку в очаге. Но здесь были сильно развиты **вторичные сейсмодислокации гравитационного и отчасти вибрационного [резонансного] происхождения**. Гравитационные дислокации — смещения грунта вниз по склону под влиянием силы тяжести (обвалы, оползни, трещины, срывы осыпей) — постоянно возникают при пересеченном рельефе, особенно горном. Во время землетрясений они усиливаются, принося большие бедствия, однако это никак не связано с первичной подвижкой в очаге землетрясения. Вибрационные дислокации (трещины и просадки, образующиеся при сильных сейсмогенных вибрациях) возникают реже и только при особых условиях рельефа, структуры, литологического состава и об-

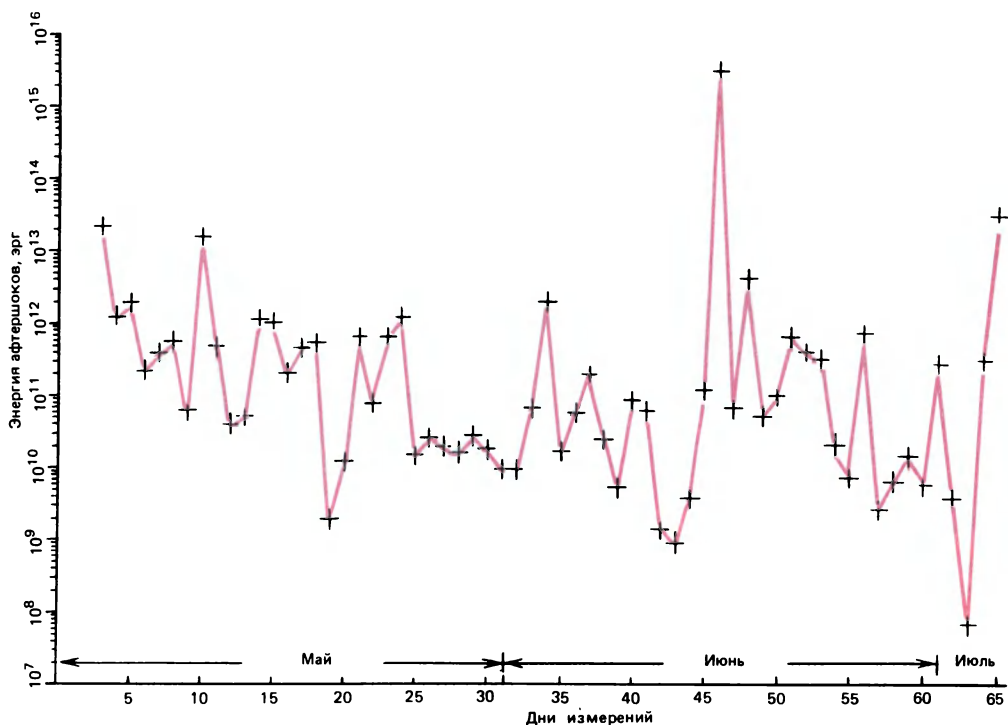
Сейсмовибрационные (резонансные) трещины близ гребня хребта (в южной части Рачинского хребта)

Фото Е. А. Рогожина

водненности поверхностных пород. Они также не отражают движение в очаге землетрясения, хотя и свидетельствуют о его малой глубине.

**Оползни и обвалы** разного типа разрушили в плейстосейстовой зоне многие селения и повредили дороги. Оборвались линии связи и без того чрезвычайно плохие в Закавказье, особенно сейчас, в обстановке внутриполитической напряженности. Повреждение дорог и отсутствие связи сильно затруднили восстановительные и спасательные работы; затруднили они и проведение работ по сейсмологическому и геологическому обследованию района землетрясения.

Изучение гравитационных сейсмодислокаций Рачинского землетрясения позволило сделать следующие выводы. Характер (тип) дислокаций на каждом участке (горные обвалы и срывы осыпей, оседание склонов, глинистые и структурные оползни) определяется грунтовыми условиями, характером рельефа, литологическими характеристиками коренных пород и



геологической структурой данного участка. Горные обвалы произошли в плейстоценовой области практически на всех горных склонах, на обрывах, в некоторых местах обвалы запрудили водотоки и создали завальные озера.

Что касается оползней, то четко различаются **глинистые оползни** делювиальных склонов, особенно в тех районах, где ложе склонов образовано гипсоносными глинами и песчаниками, и **структурные (блоковые) оползни**, в которые, кроме почвенного покрова и рыхлых грунтов, вовлекаются и коренные породы, чаще всего известняки и мергели. По сообщениям очевидцев, глинистые оползни пришли в движение через 2—3 дня после главного толчка.

#### АБСУРДНЫЕ РАССУЖДЕНИЯ И ДОСУЖИЕ ВЫМЫСЛЫ

В начале лета 1991 г. некоторые газеты, а также центральное телевидение давали

Последовательность афтершоков Рачинского землетрясения с 3 мая по 4 июля 1991 г. Показаны только сильнейшие за каждые сутки события. Максимум кривой соответствует сильнейшему афтершоку 15 июня 1991 г. (магнитуда 6,2)

статьи и репортажи, в которых национальные катастрофы и всякого рода социальные брожения связывались с процессами в недрах Земли (типа инфразвуковых колебаний), которые не только действуют на психику людей и вызывают «агрессивность», но даже предвзвешают сильные землетрясения, являясь, по крайней мере, одной из их причин. На наш взгляд, это полный абсурд и досужие вымыслы. Разгул бандитизма и всяческого насилия в Закавказье имеет, как известно, совершенно иные причины.

Возникновение землетрясений связано, конечно, с глубинными процессами, однако действие их началось не только задолго до установления на Кавказе советской

власти, но и задолго до появления первого человека... Популярная среди населения — и даже среди, казалось бы, образованных людей — легенда о возможности искусственного возбуждения Рачинского землетрясения (то же самое говорили раньше и о Спитакском), не имеет, конечно, под собой никаких реальных оснований. Это очередная спекуляция на геофизической безграмотности людей.

Своевременное обследование района Рачинского землетрясения, использование иностранной аппаратуры, позволяющей получить экспериментальные материалы беспрецедентно высокого качества, привлечение опыта изучения землетрясений во многих странах и возможность оперативной совместной обработки получаемых данных — все это сулит результаты фундаментального значения, в том числе и для выяснения тенденций геологического развития Кавказа и глубинного строения его беспокойных недр.

# Чем живы Ладога и Онега?

Н. А. ПЕТРОВА,  
доктор биологических наук  
Институт озероведения АН СССР

Среди пресноводных озер-гигантов наши Ладога и Онега далеко не самые крупные. Максимальная глубина Байкала 1620 м. Танганьики — 1471 м. Ладога же имеет глубину 230 м, а Онега и того меньше — 120 м. Зато по объему водной массы это крупнейшие озера Европы (они входят в систему, включающую тоже большие, но мелководные озера Ильмень и Сайма).

Ладога и Онега расположены в центре крупного промышленного района с хозяйством, изначально ориентированным на использование их высококачественной воды, рыбного богатства, транспортных возможностей. Число промышленных предприятий приблизилось в бассейне Ладоги к пяти сотням, их отходы сбрасываются прямо в озеро или попадают туда с водой впадающих рек.



Еще в конце 50-х — начале 60-х гг. в озерах отмечались лишь сравнительно небольшие загрязненные участки — вблизи таких предприятий,

как Питкяранский и Приозерский целлюлозно-бумажные комбинаты на Ладоге и Кондопожский на Онеге. Но к 70-м гг. пределы устойчивости озерных экосистем были исчерпаны и началось быстрое разрушение сбалансированности озерных процессов, возникла устойчивая тенденция к ухудшению качества воды.

Конечно, в индустриальных регионах невозможно установить для водных бассейнов режим, даже отдаленно напоминающий заповедный. Трудно и искусственно регулировать жизнь столь огромной природной системы. Можно лишь попытаться понять, какие из озерных процессов способствуют большей сопротивляемости, устойчивости озерных экосистем, а какие звенья в них наиболее ранимы. Только с учетом этих знаний можно рационально вести хозяйство.

## ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО В ОЗЕРЕ

Озера — накапливающие элементы ландшафта. Все, что сносится с водосборного бассейна ручьями и реками, попадает в озера и вовлекается во внутриводоемные процессы. Особенно важную роль в накоплении вещества и энергии играет органическое вещество, на формиро-

вание которого сказываются все озерные процессы — гидрологические, гидрохимические, гидробиологические. Темпом накопления и внутреннего перераспределения органического вещества в экосистеме озера определяется ее энергетический бюджет и устойчивость к внешним воздействиям. Поэтому, чтобы регулировать антропогенное воздей-

ствие на озеро, необходимо знать, как трансформируется органическое вещество в водоеме.

Оно приносится в озеро притоками, а также создается водными растениями в процессе фотосинтеза. Интенсивность его новообразования за счет жизнедеятельности обитателей озера — первичная продукция водоема — зависит от прогресса

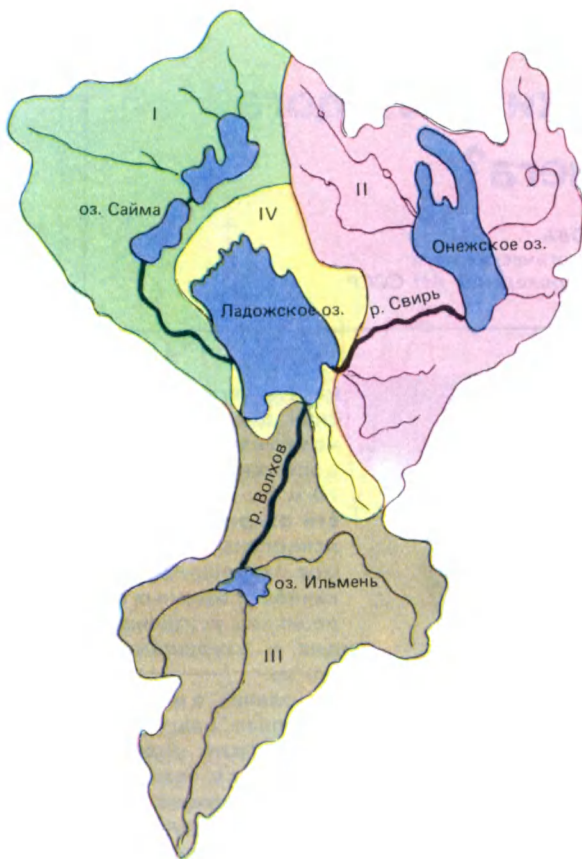


Схема водосборного бассейна Ладожского озера и составляющих его частей водосборов озер системы: I — Саймо-Вуксинский, II — Онежско-Свирский, III — Ильмень-Волховский, IV — собственно Ладожский

воды, освещенности и обеспеченности минеральными питательными веществами. Прогрев и освещенность определяются географическим положением озера. Чтобы изменить эти параметры в большом озере, требуется коренное преобразование водоема, например нужно резко уменьшить его глубину, как это было сделано на Севане. Подобные преобразования — они приводят к катастрофическому нарушению стабильности больших озер — предпринимаются,

к счастью, сравнительно редко. Гораздо чаще антропогенное нарушение гидрохимического режима озерных систем вызывают попадающие туда со сточными водами чужеродные вещества. В таких случаях возникает либо избыток в воде биогенных элементов, а вслед за ним — чрезмерное воспроизводство органического вещества (**антропогенное эвтрофирование**), либо загрязнение, убивающее все живое, кроме бактерий.

Из необходимых для фотосинтеза биогенов особую роль играет **фосфор** (как правило, первичная продукция водоема пропорциональна его обеспеченности фосфором). Достаточную, а также избыточную, «критическую» обеспеченность озера биогенными элементами, в частности, фосфором, те-

перь специалисты научились рассчитывать. При современных технологиях фосфорную нагрузку на озеро можно и необходимо регулировать, это один из главных способов сохранения стабильности озерных экосистем.

Что касается загрязняющих веществ, особенно токсических, то, с точки зрения водопользования, важно знать, где и сколько их накапливается. А с точки зрения функционирования озерной экосистемы, надо понять, каким образом гибель определенных сообществ водных организмов может нарушить всю цепь трансформации органического вещества, пищевых и энергетических потоков и тем самым повлиять на стабильность озера. К решению этого вопроса ученые еще только приступают.

Органическое вещество первичной продукции водоема служит пищей водным животным, определяя в целом интенсивность биологических процессов в озере. Непотребленная же часть первичной продукции, как и сами водные организмы и продукты их жизнедеятельности, подвергаются **деструкции**, биохимическому разложению при участии бактерий и водных грибов, т. е. опять превращаются в минеральные соединения. Таким образом замыкается озерный круговорот веществ. Чем более сбалансирован этот круговорот, тем меньше остаточной органики накапливается в озере. И тем больше органики, поступающей с водосборного бассейна, в том числе и антропогенной, озеро может переработать без существенного нарушения стабильности экосистемы. Именно это свойство озер и называется их **способностью к самоочищению**.

Особенно благоприятным соотношением первичной продукции и деструкции оказывается в глубоких озерах. Интенсивный фотосинтез про-

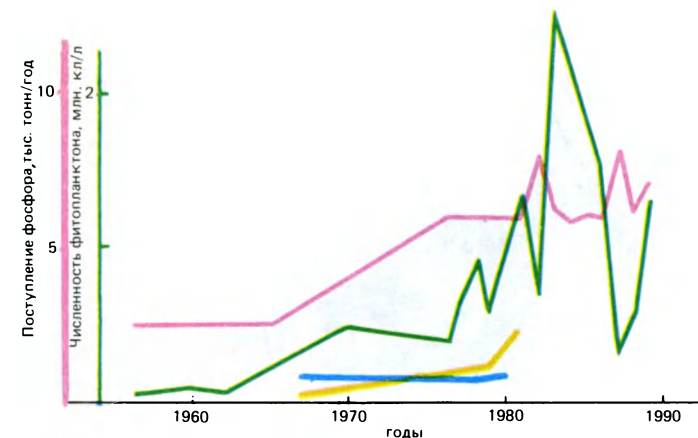
исходит там только в сравнительно тонком, хорошо освещенном верхнем слое воды. Деструкция же идет по всей глубине — на бактериальные процессы свет не влияет. И чем тоньше освещенный слой, тем полнее минерализуется органическое вещество.

## КИСЛОРОДНЫЙ РЕЖИМ

От продукционно-деструкционных процессов в озере зависит **кислородный режим водной толщи**. Обеспеченность воды кислородом важна не только для нормальной жизни животных и растений. Уменьшается содержание кислорода — и многие гидрохимические реакции в озере меняют свою скорость или направленность, а следовательно, нарушается баланс химических компонентов в системе. На минерализацию органического вещества — его окисление в биохимических процессах — расходуется кислород, а это снижает его концентрацию в озерной воде.

Если запас кислорода восстанавливается при перемешивании озерной воды, экосистема не выходит из равновесия. Так бывает в поверхностном слое и прибрежных мелководьях. В глубоководных же областях или зимой, в период ледостава, когда возобновление запаса кислорода затруднено, чрезмерное потребление его на деструкционные процессы может полностью исчерпать кислородный ресурс и привести к заморным явлениям в бассейне. Из-за недостатка кислорода часть организмов гибнет, и, в конечном счете, формируются «мертвые зоны», населенные лишь бактериями и водными грибами...

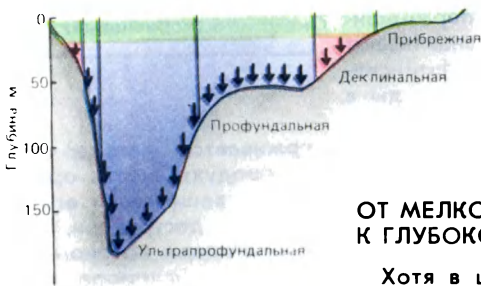
Растворенного кислорода в озерной воде тем больше, чем она холоднее. Поэтому кислородный режим в боль-



ших, медленно прогреваемых водоемах устойчивее, чем в малых. В Ладоге и Онеге, этих северных холодноводных озерах, он благоприятен, но все же и там на больших глубинах водные массы с трудом перемешиваются и восстанавливают запас кислорода. Интенсивное перемешивание воды в глубоких озерах вызывают не только и не столько ветры, дующие над их поверхностью. Оно определяется в большей степени аномалией пресной воды как физического тела, имеющей максимальную плотность при температуре  $+4^{\circ}\text{C}$ . Весной по мере роста температуры у поверхности (от близкой к нулю до  $+4^{\circ}\text{C}$ ) вода становится все тяжелее и опускается в придонные области, пока вся водная толща не приобретет близкую к  $+4^{\circ}\text{C}$  температуру. В этот период и происходит полное перемешивание всей водной массы озера и пополняется кислородный запас. Подобное перемешивание повторяется осенью при охлаждении воды. К озерам, перемешиваемым дважды в год до дна (**димиктическим**), относится большинство озер умеренного пояса, в том числе Ладожское и Онежское.

Итак, устойчивость экосистем больших северных озер, как Ладога и Онега, под-

держивается благодаря низкой продуктивности органического вещества и его интенсивной деструкции, а также благодаря высокому содержанию кислорода в воде, которое регулярно возобновляется при двукратном за год полном перемешивании озерной воды. Эти озера расположены во впадинах древних разломов земной коры, на их водосборных бассейнах преобладают кристаллические породы, из которых вымывается меньше биогенов, в частности фосфора, чем из рыхлых осадочных пород. До недавнего времени содержащийся в озерах фосфор лимитировал продукционный процесс настолько, что создаваемое органическое вещество с избытком компенсировалось его минерализацией, и озерные системы сохраняли стабильность. Уровень развития фитопланктона не менялся в этих озерах от начала века до середины 60-х гг.



Лимнические зоны Ладожского озера в плане (а) и продольном профиле (б). Зеленый цвет (б) — освещенная часть водной массы, где создается первичная продукция. Загрязнения и токсианты в ней ассимилируются водорослями и попадают в пищевую цепь озерной фауны. В толще воды, показанной синим цветом, органическое вещество преимущественно минерализуется. Красный цвет — область, где при минерализации больших количеств органики потребляется много кислорода и возникает его дефицит. Не минерализованное в воде органическое вещество захоранивается в донных отложениях, здесь же накапливаются токсианты (показано стрелками)

### ОТ МЕЛКОВОДИЙ К ГЛУБОКОВОДЬЯМ

Хотя в целом природные особенности больших глубоких димиктических озер благоприятны для поддержания стабильности экосистемы, на реальную ситуацию в водоеме влияет и другое. Сложное строение котловины, обычно имеющей и глубоководные, и мелководные участки, и обширные плесы, и изолированные заливы, создает сочетание различных факторов, по-разному влияющих на экосистему.

В большом глубоком озере можно выделить четыре различных зоны. Первая — **прибрежная** мелководная и наиболее прогретая часть водоема. Благоприятный температурный режим и приток биогенных веществ с берегов создают здесь многообразие форм жизни. Это, как пра-

вило, самая продуктивная область озера. Однако деструкция и потребление кислорода здесь весьма интенсивны, а высокие температуры препятствуют растворимости кислорода в воде. Прибрежная зона первой испытывает на себе последствия загрязнения, а ведь она служит источником водоснабжения — здесь размещаются все водозаборы населенных пунктов и промышленных объектов.

Следующая зона — область резкого увеличения глубин на склоне озерной котловины, это **деклинали́ная зона**. Здесь своеобразный температурный режим. Весной, благодаря резкому падению глубины, прогрев воды, по сравнению с прибрежными мелководьями, сильно замедляется. В Ладожском и Онежском озерах в пределах этой зоны около полутора месяцев существует продвигающийся к глубоководьям пояс воды с температурой наибольшей плотности (+4 °С). Пояс этот (фронт термического бара) разделяет весной и осенью мелководные и глубоководные районы, создавая в озере две изолированные области: в Ладоге и Онеге в начале июня вода в прибрежных прогревается почти до летних температур, а в глубоководной части все еще сохраняется зимний режим.

По мере прогрева воды и продвижения фронта термического бара к центру озера в деклинали́ную зону начинают проникать биогенные вещества, а также загрязнения, поступающие в озеро с речной водой. Деклинали́ная зона, как и прибрежная, высокопродуктивна. Здесь в придонном слое воды накапливается органическое вещество, которое у дна подвергается деструкции с большими затратами кислорода. Летом в деклинали́ной зоне, более глубокой, чем прибрежная, температура рас-



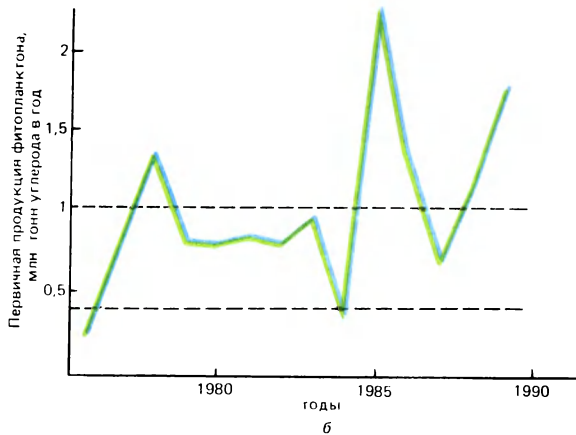
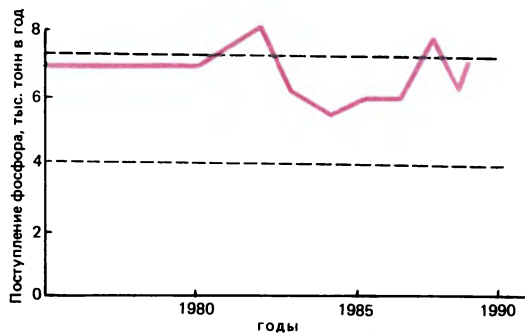
пределяется неравномерно от поверхности до дна, что связано также с максимальной плотностью воды при +4 °С. Прогретая вода поверхностных слоев почти не перемешивается с холодной водой придонных и аэрация глубинных областей затрудняется. При больших затратах на минерализацию органического вещества здесь летом у дна возможно снижение концентрации кислорода вплоть до критических значений. Деклинальная зона в больших озерах — это именно та зона, где начинает отчетливо проявляться дестабилизация экосистемы озера.

**В глубоководных зонах** больших озер (одной или двух, в зависимости от максимальных глубин) чрезвычайно медленно идет весенний прогрев: зимний режим сменяется весенним на полтора-два месяца позже, чем в прибрежной и деклинальной зонах. Сюда меньше доходит биогенных элементов, а освещенный слой воды невелик по сравнению с общим объемом водной массы. Глубоководные зоны поэтому производят меньше первичной продукции (на единицу площади акватории) и здесь велика деструкция органического вещества. Опускаясь из верхних слоев, органика доходит до дна почти полностью минерализованной. Загрязняющие вещества также попадают в глубоководную зону позже всего, но зато максимально концентрируются здесь в осадках.

Известно, что на мелководьях, где благоприятны условия для развития озерных организмов и быстрее идет рост продуктивности или ее снижение в результате загрязнения, заметнее проявляется антропогенное воздействие на экосистему. Но это еще не означает, что с глубоководной зоной дело обстоит благополучно. От-

сутствие в ней явных признаков изменений ни в коем случае нельзя считать показателем благополучного состояния. Консервативность системы в этой части акватории иллюзорна, ведь процесс перестройки водоема — это единый процесс, а потому и все, что происходит в прибрежьях, со временем непременно скажется и на центральной области озера. Любое изменение экосистемных процессов, превышающее обычные сезонные и межгодовые колебания, по существу уже тревожный признак.

В больших озерах очень существенно от основной водной массы могут отличаться условия в заливах. Антропогенное воздействие проявляется здесь особенно резко, если затруднен водообмен между заливом и основным плесом озера.



Поступление фосфора в Ладжское озеро (а) и годовая первичная продукция фитопланктона, выраженная в углероде (б). Нижняя пунктирная линия на обоих графиках — допустимые величины, позволяющие сохранять стабильность озерной экосистемы. Верхняя пунктирная линия — критические величины, приводящие к необратимой дестабилизации экосистемы

## ПРЕДЕЛ УСТОЙЧИВОСТИ ДОСТИГНУТ

Казалось бы, изначально существующие в Ладоге и Онеге благоприятные условия для развития водной экосистемы (сравнительно низкие температуры, способствующие насыщению воды кислородом, благоприятный температурный режим, который поддерживается еже-



На Ладоге



Ладожское озеро. Шхеры



Якимварский залив Ладожского озера

годным двукратным перемешиванием всей водной массы, малое содержание фосфора, что до недавнего времени лимитировало первичную продукцию) должны обеспечивать сохранение в озерах прозрачной, содержащей мало органического вещества и слабоминерализованной воды в масштабах человеческой жизни практически вечно.

Но что мы сделали с этим источником кристально чис-

той воды? Поступление фосфора в Ладожское озеро с середины 60-х гг. примерно втрое превышает допустимое и по существу постоянно находится на грани критического. Первичная продукция озера, создаваемая главным образом планктонными водорослями, с середины 70-х гг. постоянно растет и к 1990 г. увеличилась в среднем на порядок величины по сравнению с уровнем 1956—1962 гг. Ежегодно в озере производится до 1,5—2 млн т органического вещества, которое не может

быть минерализовано без ухудшения кислородного режима.

В результате с 1983 г. началось заметное снижение концентрации кислорода в воде, сначала в деклинальной зоне у дна летом, затем с 1985 г.— по всей водной массе глубоководных зон. В тех местах, где сбрасываются сточные воды целлюлозно-бумажных комбинатов, и верховьях некоторых заливов в углублениях дна образовались абсолютно безжизненные участки, лишенные кислорода почти круглогодично. Доля полезной первичной продукции, идущая в пищевую цепь, т. е. способствующая росту рыбопродуктивности озера, в таком водоеме, как Ладога, должна составлять около 30 % от общей первичной продукции. Сейчас же она составляет всего 3—5 %. Остальное органическое вещество разлагается, способствуя ухудшению кислородного режима. Однако значительная часть органики не успевает разложиться в течение года и накапливается в растворенном виде или донных отложениях. Накапливаются и токсические вещества, как пра-

вило, включаясь в различные органические комплексы. Запас токсикантов растет, и это рано или поздно создаст реальную опасность не только для водных организмов, но и для людей, живущих в прибрежных районах. Наконец, та часть органики и разнообразных загрязнителей, которую не может удерживать озерная система, выносится Невой. А ведь Нева снабжает питьевой водой Ленинград и многие другие населенные пункты.

Фосфорная нагрузка на Онегу увеличилась меньше, но и она вызвала рост продуктивности фитопланктона. В особенно неблагоприятном состоянии находятся большие заливы Онеги — Петрозаводский, Кондопожский, Повенецкий, которые постоянно подвергаются интенсивному загрязнению.

Не хотелось бы повторять многократно приводившиеся тревожные сведения о резко ухудшившемся качестве воды Ладоги и Онеги, о бедственном состоянии экосистем этих озер. Хотелось бы подчеркнуть, что только благодаря уникально благоприятным изначальным свойствам Ладоги и Онеги эти озера до сих пор еще окончательно не погибли. Так долго ли мы, обладатели этих жемчужин природы, будем ставить на них чудовищные по масштабам и длительности «натурные эксперименты»?

Когда возникает проблема загрязнения природных объектов, первой реакцией хозяйственных и административных инстанций обычно бывает приказ научным коллективам «немедленно изучить». Конечно, необходимо изучать влияние деятельности

человека на природные экосистемы, но надо помнить, что очень многое уже хорошо известно. Ладожское и Онежское озера изучаются давно. Большие работы были проведены еще в связи со строительством петербургского водопровода в 1887—1906 гг., а затем, в предвоенные годы, многое сделала Ладожская экспедиция Государственного гидрологического института. Обширные комплексные исследования Лаборатории (с 1971 г. — Института) озераведения АН СССР в 1956—1962 гг. на Ладожском и в 1964—1971 гг. на Онежском озере обобщили материалы предшествующего периода, и было сформировано достаточно полное представление о природе озер.

С 1975 г. Институт озераведения организовал на Ладоге и Онеге всестороннее изучение процессов эвтрофирования и загрязнения. На Онежском озере эстафету этих исследований принял позднее Отдел водных проблем Карельского филиала АН СССР, на Ладожском они и сейчас продолжают Институт озераведения. И наконец, в 1987—1990 г. была осуществлена научная программа «Ладога» с участием более 70 научных и ведомственных учреждений. Цель программы — разработка стратегии природопользования в бассейне Ладоги.

Давным-давно составлены и направлены в соответствующие инстанции четкие научные рекомендации о мерах по защите и сохранению озер. Например, для Ладоги рассчитано и общее количество фосфора, которое может поступать в озе-

ро за год, и допустимая концентрация этого элемента в воде каждой из крупных впадающих в озеро рек — Волхова, Свири, Сяси, Бурной. Но, к сожалению, заметных улучшений в состоянии озер до сих пор нет. Да их и быть не может, ведь принимаемые в всех уровнях, вплоть до правительственных, решения и постановления выполняются лишь частично, да и то с опозданием. (Заметим, что аналогичные проблемы на Великих американских озерах исследовались в конце 60-х гг., а уже в 1971—1972 гг. удалось снизить поступление фосфора в эти водоемы до расчетных допустимых пределов.) Основная проблема здесь отнюдь не в недостатке знаний о природе озер или рекомендаций по снижению антропогенной нагрузки на них. Проблема даже не в отсутствии в мире экологически чистых технологий производства. Беда в том, что природные ресурсы в нашей стране ничьи и бесплатны. До тех пор, пока арендная плата за эти ресурсы и возможность их использовать не будут определяться территориальными органами муниципальной власти в зависимости от экологической безопасности планируемых хозяйственных объектов, разговоры о рациональном природопользовании бессмысленны.

Прогностические расчеты показывают, что предел устойчивости Ладожского и Онежского озер уже почти достигнут, и необратимые изменения в них могут произойти в течение ближайшего десятка лет.

## На орбите — комплекс «Мир»

В сентябре — октябре на борту комплекса «Мир» — «Квант» — «Квант-2» — «Кристалл» — «Союз ТМ-12» работала девятая, основная экспедиция.

Продолжается проведение запланированных экспериментов. В конце августа в печи «Кратер-8» выращен еще один монокристалл кремния, а на установке «Галлар» — монокристалл арсенида галлия. Проводилась шестисуточная плавка, целью которой было получение еще одного уникального кристалла — окиси цинка.

10 сентября космонавты А. П. Арцебарский и С. К. Крикалев провели серию астрофизических наблюдений с помощью телескопа «Глазар-2» и съемку отдельных участков неба в ультрафиолетовом диапазоне. В последующие дни продолжались работы по исследованию ионо- и магнитосферы Земли, а также по проверке оборудования и приборов станции.

С 13 по 20 сентября большую часть времени космонавты затратили на проведение геофизических экспериментов. Были проведены съемки южных районов европейской части страны и участков некоторых республик Средней Азии. Эти работы выполнялись для оценки состояния растительного покрова и загрязненности атмосферы в промышленных

центрах. В это же время экипаж начал подготовку к возвращению на Землю. Космонавты приступили к тренировкам в пневмовакуумном костюме «Чибис».

24 сентября и в последующие дни были проведены съемки Черноморского побережья Кавказа, Западной Сибири, Казахстана и Калмыкии с помощью топографического аппарата КАП-350. Отснятые фотоматериалы будут доставлены на Землю в баллистической капсуле, входящей в состав корабля «Прогресс М-9» (Земля и Вселенная, 1991, № 5, с. 8.). После этого космонавты начали новую плавку на установке «Галлар».

В 3 ч 45 мин 30 сентября грузовой корабль «Прогресс М-9» был отстыкован от комплекса и перешел на траекторию спуска. На высоте 120 км капсула была отделена от него, а сам корабль сгорел в атмосфере. Спуск капсулы прошел удачно, и в 10 ч 18 мин она приземлилась на территории Казахстана.

1 октября проводились биологические эксперименты. В их числе — изучение взаимодействия искусственной почвы с корневой системой маленького дерева из семейства цитрусовых. Оно растет на борту уже 14 месяцев и неоднократно давало побеги, но на них так и не появились листья. Видимо, это одна из особенностей жизнедеятельности растений в невесомости.

2 октября в 7 ч 59 мин с космодрома Байконур стартовал корабль «Союз ТМ-13» с экипажем из трех человек — командира Александра Волкова и двух космонавтов-исследователей: Франца Фибек из Австрии и Токтара Аубакирова из Казахстана (программа «Ауст-

ромир-91»). Стыковка с орбитальным комплексом состоялась 4 октября в 9 ч 42 мин.

В последующие дни на борту «Мира» А. А. Волков принимал дела у А. П. Арцебарского, а космонавты-исследователи выполняли намеченную научную программу.

Ф. Фибек провел медицинские эксперименты «Бодифлуидс», «Когимир» и «Сон», а также «Логион» (технологии), «Мигмас» (материаловедение), «Аудимир» (акустика).

Т. Аубакиров произвел серию съемок территории Казахстана и выполнил эксперименты «Арал-91», «Геофизика», «Солнечный терминатор», «Алтын», «Максат» и др.

10 октября в 22 ч 55 мин 08 с «Союз ТМ-12» отстыковался от комплекса, и в 6 ч 12 мин 18 с следующего дня его экипаж, состоящий из А. П. Арцебарского, Т. Аубакирова и Ф. Фибек, произвел мягкую посадку на территории Казахстана.

Этой посадкой завершилась программа 9-й, основной экспедиции на комплексе «Мир». Первый этап этой программы включал работу на борту советско-английского экипажа. На втором Анатолий Арцебарский и Сергей Крикалев осуществили шесть выходов в открытое космическое пространство общей продолжительностью 31 ч 47 мин. Они установили на модуле «Квант-2» научное оборудование, предназначенное для проведения исследований совместно со специалистами США, выполнили уникальные монтажные операции по сборке 14-метровой ферменной конструкции. Два выхода в космос по установке моторов на модуле «Квант»

Продолжение. Начало см. в №№ 3—5, 1986; 2—6, 1987; 1—6, 1988; 1—3, 1989; 1—5, 1991.

для ориентации солнечных батарей, которые должны быть перенесены туда с модуля «Квант-2». Причина отмены в том, что еще не решен вопрос о финансировании запуска и эксплуатации двух следующих модулей. Только при их наличии в составе орбитального комплекса перенос солнечных батарей необходим. В полном объеме выполнены и медико-биологические, и биотехнологические эксперименты. Впервые экипаж произвел ремонт вышедших из строя аккумуляторов из буферной батареи комплекса. Раньше неисправные аккумуляторы выбрасывали за борт. Масса каждого — более 60 кг, и доставка на борт орбитального комплекса новых обходилась дорого, да и не исключалась возможность столкновения корабля или спутника с таким аккумулятором, ставшим космическим мусором.

Третий, заключительный, этап включил в себя работу по советско-австрийско-казахской программе.

Продолжительность полета Анатолия Арцебарского на корабле «Союз ТМ-12» и комплексе «Мир» составила 144 сут 15 ч 22 мин, Токтара Аубакирова и Франца Фибека на кораблях «Союз ТМ-13», «Союз ТМ-12» и комплексе «Мир» — 7 с 22 ч 12 м 39 с.

Работу на борту орбитального комплекса «Мир» продолжают Александр Волков и Сергей Крикалев.

17 октября в соответствии с программой был произведен запуск автоматического грузового корабля «Прогресс М-10». Стыковка с комп-

лексом «Мир» намечалась на 5 ч 15 мин 19 октября, однако на расстоянии около 150 м произошло автоматическое отключение режима сближения. Причина ошибки — неверно заданные оператором исходные данные. После еще одной безуспешной попытки 21 октября в 6 ч 40 мин 50 с грузовый корабль «Прогресс М-10» был состыкован со станцией.

На борт комплекса доставлены топливо для объединенной двигательной установки, возвращаемая баллистическая капсула, оборудование, научная аппаратура, питьевая вода и продукты. В этот и последующий день космонавты занимались разгрузкой «Прогресса», перенесли в станцию доставленные на орбиту кассеты с пленками, блоки аккумуляторных батарей, дополнительную документацию.

23 и 24 октября был проведен монтаж и проверка аппаратуры КАП-350 и КФА-1000 фотографического комплекса «Природа-5». С помощью этих фотоаппаратов космонавты выполнили съемку Бразилии и некоторых районов Африки. Продолжались астрофизические эксперименты на аппаратуре «Гранат», «Букет», «Мария» по программе изучения солнечной активности. Два-три раза в сутки в автоматическом режиме проводятся измерения солнечного гамма-излучения.

25 октября проведены эксперименты по определению физико-механических характеристик образцов материалов, длительное время

находящихся под воздействием открытого космоса. В последующие дни экипаж провел медицинские эксперименты с использованием австрийской научной аппаратуры. Исследовались психофизиологические реакции и физическая работоспособность космонавтов, оценивалась влияние невесомости на механизмы управления движением, взаимодействие органов зрения с вестибулярным аппаратом.

Для определения давления атмосферы вблизи орбитального комплекса начат эксперимент «Диаграмма». Датчик лобового сопротивления выдвигался через шлюзовую камеру станции в открытый космос на семь метров. Зарегистрированный диапазон давлений составил от  $10^{-4}$  до  $10^{-8}$  мм рт. ст. Также проведена серия астрофизических исследований по обнаружению галактических и внегалактических источников рентгеновского излучения.

В первые дни ноября космонавты продолжили работу по производству полупроводниковых материалов для нужд отечественной микроэлектроники и выполнили еще несколько серий съемок различных участков суши и акватории Мирового океана.

Продолжение следует  
(По материалам ТАСС и бюллетеня «Новости космонавтики», 1991, №№ 3—7.

## **Малая планета Милдред нашлась**

Астрономы Европейской южной обсерватории (Ла Силла, Чили) вновь обнаружили малую планету 878 Милдред, которая в течение 75 лет считалась потерянной.

Впервые эта малая планета была открыта в сентябре 1916 г. американскими астрономами Сетом Никольсоном (1891—1963) и Харлоу Шепли (1885—1972) с помощью 60-дюймового рефлектора обсерватории Маунт — Вилсон (в то время крупнейшего в мире). По предложению Шепли планета была названа Милдред — в честь его новорожденной дочери. Этот астероид наблюдали до октября 1916 г., причем удалось вычислить его предварительную орбиту. Затем Милдред была утеряна. Все попытки обнаружить ее вновь долго терпели неудачу.

10 апреля 1991 г. молодой наблюдатель Европейской южной обсерватории Оскар Пизарро, ассистент бельгийского астронома Эрика Эльста, фотографировал небо с помощью метрового телескопа Шмида. Программа Эльста была направлена на поиски «тройнец» — малых планет, движущихся по орбите Юпитера в 60° впереди и позади гигантской планеты. Эльст уже открыл несколько новых астероидов этого типа. Получив от Пизарро снятую им пластинку, Эльст, работавший у себя в Юккле под Брюсселем, измерил положения сфотографированных астероидов и передал данные в Бюро малых планет Международного астрономического союза при Гарвард-Смитсоновском астрофизическом центре в Кембридже (США). Там молодой английский астроном Гарет Уильямс предпринял своего рода «астро-детективный» поиск. 24 мая 1991 г. он пришел к выводу, что одна из «новых» планет Эльста — это планета Милдред.



С помощью компьютера и умело составленной программы поиска он нашел, что эту планету уже наблюдала в 1985 г. Людмила Журавлева (Крымская астрофизическая обсерватория). На другой день, 25 мая, Роберт Макнот из обсерватории Сайдинг Спрингс (Австралия), получив сообщение Уильямса, нашел изображение Милдред на фотопластинке, снятой на этой обсерватории 25 апреля 1984 г. Еще через два дня астрономы из Центра управления Европейской южной обсерватории в Гархинге (недалеко от Мюнхена) обнаружили три слабых изображения той же планеты на снимках, полученных с телескопом Шмида этой обсерватории еще в 1977 г.

Между прочим, дочь Х. Шепли, 75-летняя миссис Милдред Шепли Мэтьюз, в честь которой была названа малая планета, до сих пор работает редактором изданий Лунной и планетной лаборатории

След астероида Милдред на пластинке, полученной с выдержкой 60 мин на телескопе системы Шмида Европейской южной обсерватории 11 июня 1977 г. Путь, пройденный ею по небу за время экспозиции, составил 40". Но тогда планету никто не заметил!

Аризонского университета. Она была очень рада, узнав, что малая планета, названная в ее честь, вновь обнаружена.

Теперь из нумерованных астероидов в числе потерянных осталось лишь один (719) Альберт, не наблюдавшийся с 1911 г. Еще одна планета, долго считавшаяся потерянной (1179) Малли, была переткрыта в конце 1986 г.

(По сообщениям из Европейской южной обсерватории, ESO Press Photo 02/91)

---

## Люди науки

---

# Иосиф Самуилович Шкловский

(к 75-летию со дня рождения)

---

1 июля исполнилось 75 лет со дня рождения И. С. Шкловского — одного из самых ярких астрономов нашей страны. Боль от утраты еще не утихла. Все близкие ему люди до сих пор не могут свыкнуться со страшной мыслью, что мы никогда уже не увидим его, не услышим его замечательных лекций, докладов, дискуссий на семинарах в ГАИШе или в ИКИ.

И. С. Шкловский скончался, не дожив нескольких месяцев до своего 70-летия, в расцвете творческих сил, новых планов исследований. Примириться с тем, что его нет, невозможно. Остались его друзья, сотрудники по работе, жена, дети, внуки. Каждый год в этот день все, кто помнит И. С. Шкловского, собираются на его могиле, а затем едут к нему домой на Ленинский проспект, где Александра Дмитриевна, Женя и Алла сохранили все, что напоминает о нем, его книги, фотографии, рукописи, рисунки. У многих из сотрудников и учеников сохранились письма, написанные его рукой (И. С. Шкловский сам никогда не печатал на машинке), книги с дарственными надписями, иногда серьезными, иногда шуточными, многие мелочи, которые становятся дорогими, если работаешь и живешь рядом с таким ярким и талантливым человеком многие десятилетия.

Я познакомился с Иосифом Самуиловичем в 1953 г., когда был студентом третьего курса Астрономического отделения мехмата МГУ, и с тех пор до самой его смерти работал с ним, видясь практически ежедневно. Под его руководством я написал обе диссертации.

И. С. Шкловский был близким человеком для всех нас вначале в ГАИШе, а потом в ИКИ АН СССР. Он знал наших родителей, жен, детей, а потом и внуков, был дорогим и желанным гостем на семейных торжествах и юбилеях, где очень любил руководить веселым застольем. Делал он это с блеском. Быть может, из этого «руководства» с воспоминаниями о юности, студенческих днях, военном времени и родились его замечательные рассказы, вначале устные, а потом написанные им и опубликованные уже после смерти в различных



И. С. Шкловский и Н. Н. Парийский готовятся наблюдать солнечное затмение (1945 г., Рыбинск)

журналах. Сейчас вышла отдельная книга «Эшелон» с 26 из 36 его рассказов-новелл. Вышла она и в США в переводе Гарольда и Мэри Зирин. Как жаль, что это не произошло 6—7 лет назад!

И. С. Шкловский был во всем ярок и спортивен. Он любил соревнования в науке, споры и дискуссии на семинарах, любил футбол и хоккей. Мало кто знает, что он прекрасно рисовал и одно время думал стать профессиональным художником. Он хорошо знал всю мировую живопись, ее историю, имел свою оригина-



И. С. Шкловский в 50-е годы



Фред Хойл (Великобритания) в гостях у советских астрономов. Слева направо: И. С. Шкловский, А. Л. Зельманов, Д. Я. Мартынов, Ф. Хойл, Б. А. Воронцов-Вельяминов (1962 г.)



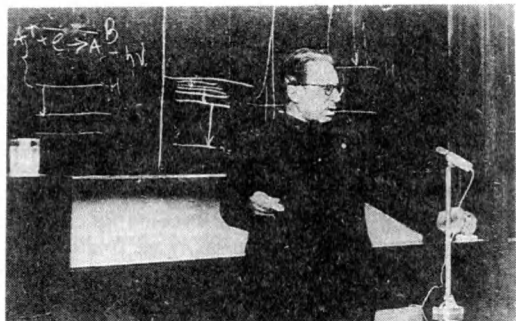
В перерыве между заседаниями Международного Астрономического союза (1958 г.). Слева направо: Ван де Холст (Голландия), И. С. Шкловский, С. Б. Пикельнер



Я. Б. Зельдович и И. С. Шкловский (70-е годы)



Участники эксперимента «Искусственная натриевая комета» (1961 г., Москва, ГАИШ). Слева направо: В. Г. Курт, В. И. Мороз, И. С. Шкловский, П. В. Щеглов, В. Ф. Есипов



И. С. Шкловский на очередном астрофизическом семинаре (70-е годы)





И. С. Шкловский (1982 г.)



И. С. Шкловский и А. Г. Масевич

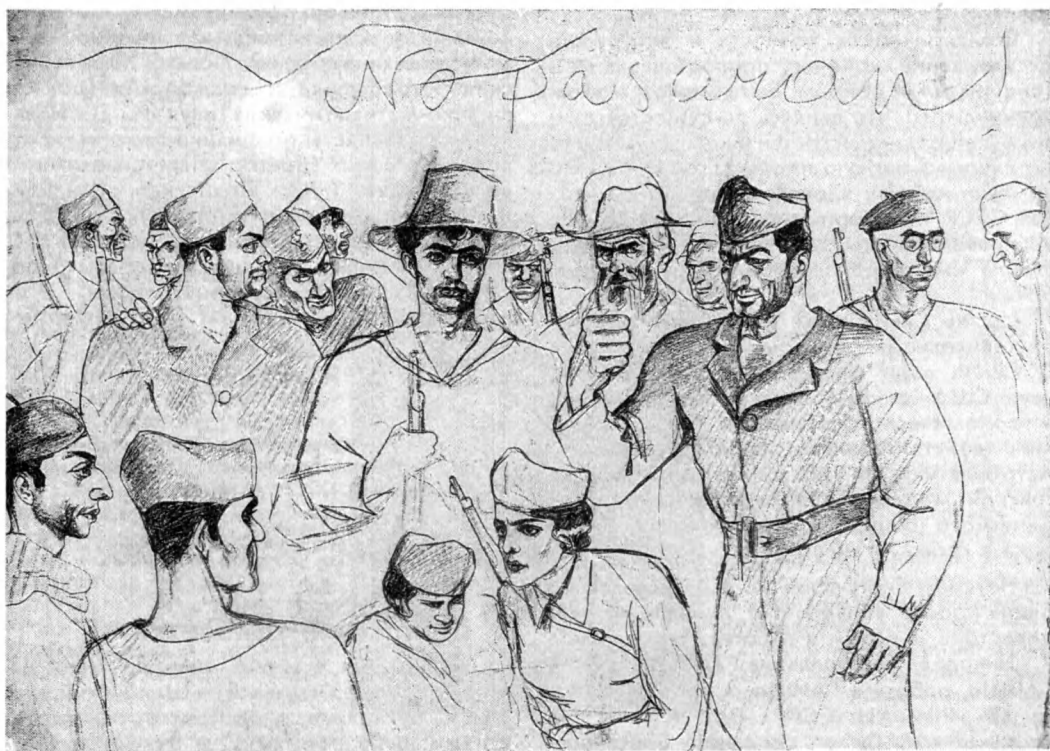


Рисунок И. С. Шкловского "No pasaran!"

нальную точку зрения на многих живописцев. Он страстно любил литературу, прозу и поэзию. Он открыл нам Булгакова и Оруэлла, Солженицына и Войновича. Не обладая музыкальным слухом и голосом, он любил слушать и петь песни Алешковского, Галича, Высоцкого, Окуджавы. Пожалуй, лишь классическая музыка была вне его интересов.

Иосиф Самуилович не был «легким» человеком, он быстро воспламенялся, кричал, махал руками и топал ногами на провинившегося, но не был упрям. Успокоившись, он мог внять вашим аргументам, найти их справедливыми и сделать так, как считали оппоненты. Труднее, но все же возможно, было переубедить его в научных проблемах, в решение которых он часто вносил спортивный азарт. Его интуиция, быстрота вычислений (всегда очень простых), эрудиция и знание всех физических и астрономических констант поражали. Не было (по крайней мере для меня) более захватывающего зрелища, чем И. С. Шкловский у доски нашего семинара, увлеченный новой идеей, прочитанной вчера статьей, препринтом или письмом от зарубежного коллеги.

Его горячность, резкость и остроумие высказываний, конечно, приводили часто к конфликтам и обидам. Быть может, в этом причина того, что являясь по существу лучшим советским астрофизиком (ну, пусть входящим в первую пятерку), он так долго не был избран членом-корреспондентом АН СССР и не стал академиком. Как эта несправедливость его огорчала, сколько стоила ему нервного напряжения и здоровья!

Иосиф Самуилович умер так и не став действительным членом Академии наук СССР. А ведь его избрали в Академию наук США, он был членом Королевского астрономического общества Великобритании, действительным членом Академии Астронавтики. Он удостоился золотой Брюсовской медали Тихоокеанского астрономического общества. Воистину, нет пророка в своем отечестве.

Научная биография И. С. Шкловского очень проста: университет, вначале во Владивостоке, а потом в Москве, аспирантура у Николая Николаевича Парийского в ГАИШе, работа в ГАИШе, а последние годы в ИКИ АН СССР. Вот и все. Но сколько им было сделано! Блестящие идеи во всех областях астрономии: физика Солнца и солнечной короны, теория эволюции звезд, радиоастрономия (21 см, мазерные линии, радиогалактики), межпланетная и межзвездная среда, сверхновые звезды и их остатки, структура Галакти-

ки, пульсары и квазары, космология, отождествление инфракрасного спектра свечения ночного неба со спектром молекулы гидроксила, работы по физике верхней атмосферы Земли, радиационным поясам Земли.

В 1952 г. Иосиф Самуилович написал свою первую монографию «Солнечная корона», а затем выпустил серию блестящих книг — «Сверхновые звезды», «Радиоастрономия», «Звезды: их рождение, жизнь и смерть», «Вселенная, жизнь, разум», «Проблемы современной астрофизики». Все они выдержали по нескольку изданий, были переведены на разные языки. Многие годы И. С. Шкловский был постоянным автором журнала «Земля и Вселенная». В этом журнале опубликована и одна из последних его статей «Что было, когда ничего "не было"» (Земля и Вселенная, 1984, № 4, с. 34.— Ред.).

Среди учеников и сотрудников И. С. Шкловского есть специалисты в различных областях современной астрономии: физика планет (профессор В. И. Мороз), радиоастрономия (члены-корреспонденты АН СССР Н. С. Кардашев и Ю. Н. Парийский, доктор физико-математических наук В. И. Слыш, кандидат физико-математических наук М. В. Попов), теоретическая астрофизика и космология (доктор физико-математических наук И. Д. Новиков), специалисты по физике звезд и остатков сверхновых (доктор физико-математических наук Т. А. Лозинская и кандидат физико-математических наук В. М. Есипов). Я перечислил, конечно, не всех.

Его ученики и бывшие аспиранты работают во всех обсерваториях страны. В их работах отражается талант учителя. Наверное, это и есть лучший памятник. И, конечно, его статьи и книги.

В. Г. КУРТ,  
доктор физико-математических наук,  
профессор, лауреат Государственной  
премии СССР, Астрокосмический центр  
ФИАН

Фото взяты из семейного архива

## Шкловский улыбается

Всегда при встрече, завидев меня издалека, Иосиф Самуилович Шкловский улыбался, буквально с распростертыми объятиями шел навстречу и тепло приветствовал. Хотя подчеркивал свое, мягко говоря, прохладное отношение к работам Ленинградских астрофизиков... А дело было так. В 1952 г. будучи аспирантом и имея неограниченные возможности для занятия наукой, я устремился в область за-

рождавшейся тогда радиоастрономии. Нетрудно было усвоить небольшую совокупность фактов, появившихся в результате наблюдений. Что касается их теоретического истолкования, то мне удалось отыскать в довоенных публикациях нужную формулу, которая и обеспечила полный успех.

Полученные результаты описаны в статье, которая была направлена в «Астрономический журнал». Однако вскоре мне стало понятно, что основная формула неверна, а найденная мною новая формула ничего не объясняла в радиоастрономических вопросах. Пришлось просить редакцию возвратить рукопись. Я ее получил с отзывом рецензента (им, как потом выяснилось, был И. С. Шкловский). В отзыве, естественно, указывалось на ошибку, но и сам рецензент впал в другую крайность, полностью отрицая рассматриваемое явление.

Речь шла о рассеянии излучения свободными электронами в условиях, когда длина волны превосходит расстояние между ними. Тогда по ошибочной формуле коэффициент рассеяния растет пропорционально третьей степени длины волны излучения. Поэтому для радиоволнового диапазона эффект оказывался весьма значительным. На самом деле коэффициент рассеяния

получается даже несколько меньше, чем при рассеянии на изолированном электро-не.

Почему же И. С. так восторженно отнесился ко мне и этому небольшому эпизоду? Разгадка пришла только в 1981 г. на столетнем юбилее Астрономической обсерватории Ленинградского университета. Когда торжество завершилось и обстановка стала непринужденной, а разговоры открывенными, Иосиф Самуилович поведал мне следующее. Более всего из моей рукописи ему запало в душу то, что единый физический процесс (рассеяние излучения электронами) объяснял сразу всю совокупность эффектов в разных объектах. При этом, в принципе, рассеяние излучения электронами «работает» в радиодиапазоне и в оптической области спектра. В дальнейшем, как известно, И. С. Шкловский сформулировал идею о единой причине (синхротронное излучение), приводящей к свечению Крабовидной туманности и сходных объектов.

Мы распрощались, улыбаясь друг другу. И расстались, как оказалось, навсегда...

И. Н. МИНИН,

доктор физико-математических наук

## НОВЫЕ КНИГИ

### Невыдуманные рассказы И. С. Шкловского

Эту книгу ждали многие, и когда она появилась на прилавках книжных магазинов, пролежала она там недолго. Несмотря на тираж в 50 тыс. экз. издание (Иосиф Шкловский «Эшелон», Издательство «Новости», Москва, 1991 г.) разошлось практически мгновенно.

Свои воспоминания Иосиф Самуилович писал в 1981—1982 гг. в самые застойные времена, но и сегодня они злободневны. Каждую новеллу, вышедшую тогда из-под пера И. С. Шкловского, буквально рвали из рук автора: каждому хотелось прочесть ее первым, размножить, показать друзьям. Так что еще до выхода книги в свет, многие уже были знакомы с ней.

Вот что пишут в предисловии к книге ученики Иосифа Самуиловича член-корреспондент АН СССР Н. С. Кардашев и доктор физико-математических наук Л. С. Марочник: «И это



название — «Эшелон» — кажется нам очень точным: в нем и движение, и соседство самых разных судеб и характеров, как и бывало в наспех составленных эшелонах военного лихолетья, где допотопный «спальный вагон»

нередко соседствовал с теплушкой, а именитый пассажир — с «зайцем», вскочившим на ходу на подножку последнего вагона. Но что объединяет почти всех героев новелл «Эшелона» — это их причастность к научной деятельности. А потому и главная (хотя и не единственная!) тема книги — наука: ее будни и праздники, видимые успехи и невидимые провалы, благородство поступков и заземленность сиюминутного расчета. И за всем этим — научная и человеческая судьба автора «невыдуманных рассказов», вобравшая в себя, как и судьбы миллионов его сверстников, все радости и горести Времени, в которое он жил: во многом, бесспорно, исторического, но в гораздо большем — трагического и страшного.»

Помимо «Слова к читателю» в книгу вошли 26 новелл, среди которых, например, такие: «Квантовая теория излучения», «Париж стоит обеда», «Астрономия и кино», «На далекой звезде Венере», «Поиски внеземных цивилизаций».

Издание иллюстрировано прекрасными рисунками И. С. Шкловского, такими же талантливыми, как и новеллы.

# Михаил Александрович Рыкачев

(к 150-летию со дня рождения)

---



Академик М. А. Рыкачев (1841—1919)

Удивительна и прекрасна жизнь этого ученого. Из года в год служение России, науке, флоту. Звание академика, чин генерала. И труд изо дня в день. Так более полувека — и все это на обширнейшем поле русской геофизики, в развитие которой он внес воистину великий вклад...

Этого ученого звали Михаил Александрович Рыкачев. Родился он 5 января 1841 г. (по новому стилю) в усадьбе Николаевское в Ярославской губернии. Отец его был строевым флотским офицером, а мать блестяще образованной женщиной. В семье было двенадцать детей: семь мальчиков и пять девочек.

Начальное образование Рыкачев получил дома. Когда ему исполнилось 14 лет,

стал кадетом морского корпуса, а затем слушателем Морской академии. Вскоре после ее окончания Рыкачев был отправлен в заграничную командировку — ему предстояло ознакомиться с деятельностью метеорологических и магнитных обсерваторий Англии, Франции, Германии и приобрести опыт в предсказании погоды. Рыкачев зарекомендовал себя пытливым наблюдателем и одаренным ученым, и по возвращении в Петербург Морское ведомство причислило его к Главной физической обсерватории, незадолго до того переданной в Академию наук из Горного корпуса.

Приход Рыкачева в это главнейшее геофизическое учреждение России совпал с назначением ее нового директора Генриха Ивановича Вильда, который предложил морскому офицеру должность своего помощника (что, по современным понятиям, соответствует первому заместителю по науке).

27 лет продолжалось их совместное сотрудничество, посвященное строительству геофизического дела в России и, в частности, развитию Главной физической обсерватории. Они преобразовали систему метеорологических и магнитных наблюдений в России, значительно увеличив число обсерваторий, заложили основы русской службы погоды и вместе с учеными обсерватории подготовили серию монографий о температуре воздуха, осадках, атмосферном давлении, режиме рек. Их усилиями была создана Магнитная и метеорологическая обсерватория в Павловске под Петербургом, которая вскоре стала образцовой в Европе. Благодаря энергичным усилиям Вильда и Рыкачева удалось расширить международное метеорологическое сотрудничество и осуществить Первый международный полярный год, в котором Россия принимала самое активное участие (Земля и Вселенная, 1982, № 3, с. 58.— Ред.).

Несмотря на загруженность делами, связанную с руководством Обсерваторией

и геофизической сетью России, М. А. Рыкачев написал много научных работ. Особое место среди них занимает труд «**Типы путей циклонов в Европе**». Это его исследование не только важная веха в развитии отечественной синоптической метеорологии, оно послужило и основой для целого ряда других исследований. Русское географическое общество удостоило этот труд медали Ф. П. Литке. Труды Рыкачева, посвященные суточному ходу атмосферного давления в России, ветровому режиму русских морей и штормам на Белом море, обогатили метеорологию многими ценными выводами, в том числе доказательством существования приливных течений в атмосфере. Рыкачев создал капитальный труд о вскрытии и замерзании рек России, который содержал обширные сведения об этих явлениях, к тому же охватывающие самые продолжительные периоды.

Особый интерес Рыкачев проявлял к изучению метеорологических явлений в высоких слоях атмосферы. Он несколько раз сам поднимался на воздушном шаре. Академия наук считала важным вкладом в воздухоплавание «его первые опыты над силой подъемного винта, вращаемого в воздухе». Под руководством Рыкачева русская служба погоды стала одной из лучших в мире.

Будучи почти три десятилетия помощником директора Главной физической обсерватории, Рыкачев провел через различные правительственные инстанции многие предложения по расширению ее работы. Его деятельность А. И. Воейков назвал «беспримерной в летописях метеорологии». И она действительно была беспримерной. Поэтому, когда Г. И. Вильд в 1895 г. покинул Обсерваторию, Академия наук избрала Рыкачева ее директором. Он сосредоточил все усилия на том, чтобы вывести обсерваторию из затруднительного финансового положения.

В конце 1897 г. эту задачу удалось решить. Штаты обсерватории одобрил Государственный совет, работа началась с 1 января 1898 г. Кредит обсерватории увеличился почти на 15 тыс. руб. и составил теперь 103 тыс., благодаря чему появилась возможность удовлетворить неотложные нужды и прежде всего обеспечить оплату труда наблюдателей приморских метеорологических станций. Личный состав Главной физической обсерватории увеличился до 37 человек, были выделены дополнительные ассигнования на обработку и издание материалов наблюдений.

Еще при обсуждении новых штатов Рыкачев отметил, что необходимо расширить

наблюдения в Сибири — изучение атмосферных процессов в этой обширной области может дать ключ к решению важнейших вопросов. «Очевидно,— писал Рыкачев,— что теперешняя наша сеть все еще далеко не достигла требуемой нормы, и не тормозить ее развитие надо, а с возможной энергией стремиться к дальнейшему ее развитию».

18 марта 1898 г. Рыкачев представил Академии наук проект реорганизации метеорологической службы Сибири. В нем предусматривалось создать службы предупреждений о снежных метелях по Сибирской железной дороге (от Челябинска до Иркутска). Одновременно намечалось организовать службу штормовых предупреждений на Байкале и на побережье Тихого океана, а также учредить во Владивостоке центральную метеорологическую обсерваторию для Дальнего Востока. Екатеринбургская и Иркутская обсерватории должны были усиливаться специальными отделениями по предсказанию погоды, а метеорологическая сеть — пополниться 50 станциями (20 в Западной Сибири, 20 в Восточной и 10 на Дальнем Востоке). Для осуществления этого проекта требовалось 173 909 руб.

Спустя два года Рыкачеву удалось добиться его реализации, правда, в урезанном виде. При Иркутской и Екатеринбургской обсерваториях были учреждены отделения предупреждений о метелях и отделения по руководству сетями. При каждой обсерватории создавалось по 10 станций. И хотя их число Рыкачев находил явно недостаточным, оно в какой-то степени компенсировалось устройством целой сети метеорологических станций по Сибирской железной дороге и вокруг Байкала. Ассигнования на эти станции выделялись Комитетом дороги и в 1900 г. составляли 16 580 руб.— это более чем на 10 тыс. руб. превышало сумму, отпущенную казной на устройство сибирской сети Главной физической обсерватории. Даже частичное осуществление проекта, считал Рыкачев, создает прочную базу для развития метеорологической сети и постепенного «водворения» службы погоды в Сибири силами местных центральных учреждений. «Все эти факты,— писал он,— свидетельствуют о том, что для метеорологических и климатических исследований Сибири наступила новая эра».

В это же время по просьбе Комитета помощи поморам Русского Севера М. А. Рыкачев разработал основные принципы службы погоды для северных морей и Архангельска. По его мнению, предсказания погоды на Крайнем Севере Рос-



Кабинет М. А. Рыкачева в Главной физической обсерватории

сии должны быть «особенно заблаговременными и формулироваться на точном и компетентном знании о размере и состоянии плавучих льдов во всякий данный момент времени». Главная физическая обсерватория участвовала в создании гидрометеорологической службы и на Азовском, Черном и Каспийском морях.

С осени 1896 г. в Обсерватории начались исследования высоких слоев атмосферы с помощью шаров-зондов, а в начале XX в. при Павловской обсерватории создано отделение, где режим атмосферы изучался с помощью воздушных змеев.

В 1907 г. при Академии наук под председательством Рыкачева учреждена специальная комиссия, задача которой — исследование верхних слоев атмосферы. Комиссии предоставили 4300 руб. для постановки аэрологических наблюдений в филиалах Главной физической обсерватории и в обсерваториях других ведомств. В это время были созданы змейковые станции в Баку и Севастополе, в Ново-Георгиевске (близ Варшавы), Томске, селе Спасском под Владивостоком, Бердичеве, Кучино под Москвой и Нижнем Ольчедоеве (Подольская губерния). В отдельные годы змейковые (аэрологические) наблюдения велись с военных кораблей на Балтике, с судов добровольного флота на Тихом океане. Наблюдения в высоких слоях атмосферы производились воздухоплавательными частями при подъеме свободных

шаров. И, наконец, аэрологические наблюдения были организованы во всех филиалах обсерватории. Однако недостаток средств не позволял придать им желаемую систематичность и широту. Все аэрологические наблюдения велись под руководством и при поддержке змейкового отделения Павловской обсерватории, где эти наблюдения подвергались тщательной обработке. Таким образом, Главная физическая обсерватория постепенно превратилась в центр аэрологических исследований России. Именно здесь и сформировалась «наша отечественная школа аэрологов, всегда занимавшая почетное место в мировой науке».

Свое 50-летие Обсерватория отметила изданием «Климатологического атласа Российской империи», который, несомненно, представлял собой крупный шаг вперед в изучении климата нашей страны. «Климатологический атлас» получил широкую международную известность и был высоко оценен метеорологами всего мира.

В 1905 г. М. А. Рыкачев начал борьбу за коренную реорганизацию деятельности Главной физической обсерватории, которая, по словам Рыкачева, имела двоякое назначение. «С одной стороны,— писал он,— главной целью ее поставлена обширная научная задача изучать Россию в физическом отношении, а с другой,— она занимает известное положение в государственном хозяйстве, для которого совершенно необходима». В связи с требованием Рыкачева значительно увеличить штаты и средства обсерватории академик А. А. Мар-

ков 7 декабря 1905 г. предложил выделить ее из Академии наук и сделать самостоятельной в хозяйственном отношении. 11 января 1906 г. физико-математическое отделение Академии одобрило это предложение, и Рыкачеву было поручено выработать новый устав и подобрать новые штаты. Однако вскоре стало ясно, что, получив самостоятельность, обсерватория может оказаться в еще худшем положении. Это вызывало тревогу, и 7 ноября 1907 г. было принято решение о нежелательности отделения обсерватории от Академии в хозяйственном отношении.

Около трех лет Рыкачев работал над проектами новых штатов и новых уставов Главной физической обсерватории и подведомственных ей учреждений. В пояснительной записке о новых уставах и штатах содержалась программа работ на ближайшие 10—15 лет. Она предусматривала решение следующих задач: 1) доведение до возможного совершенства измерения нормальных величин всех метеорологических элементов, 2) выяснение связи между отдельными климатическими элементами, 3) изучение аномалий в пространстве и времени в соответствии с фактической их продолжительностью, например, исследование засушливых или дождливых периодов, 4) установление климатических районов, 5) подробная характеристика климата наиболее важных местностей и отдельных пунктов — курортов, больших городов (например, С.-Петербург), 6) изучение вековых изменений метеорологических и климатических элементов.

В программе были намечены пути дальнейшего развития обсерватории. Кроме исследований по климатологии, синоптической и динамической метеорологии, работ по совершенствованию и расширению службы погоды намечались меры, направленные на развитие экспериментальных и лабораторных исследований. Одной из главнейших задач реформы деятельности обсерватории объявлялось дальнейшее развитие аэрологических исследований, которые, как считал Рыкачев, «имели первостепенное значение в вопросах изучения общей циркуляции атмосферы и распределения метеорологических элементов по высоте в различных типах атмосферных давлений». В этом сотрудники обсерватории видели одно из действенных средств познания законов атмосферной циркуляции и повышения оправданности прогнозов погоды, которые должны составляться с учетом наблюдений не только у земной поверхности, но и во всей толще атмосферы.

Аэрологические наблюдения оказались важными и для нужд военного воздухоплавания. Это направление заинтересовало тогдашнего председателя Совета министров России П. А. Столыпина, который поддержал обсерваторию и во многом помог ей.

При разработке новых штатов в первую очередь предусматривалось значительное увеличение научного персонала, чтобы филиалы в полную силу смогли развернуть научные работы, особенно по систематической обработке накапливающегося обширного материала по климатологии. Как писал Рыкачев, «совместной работой усиленного личного состава будут произведены примерно в 10—15 лет полные систематические исследования по климату России и затем будет продолжаться разработка материала относительно вековых колебаний и подробностей порайонных».

Планами предусматривалось создание центральной метеорологической обсерватории во Владивостоке, магнитной и аэрологической в Никольске-Уссурийском, уплочение и совершенствование метеорологической сети, усиление инспекции станций. Намечалось также уделить серьезное внимание исследованиям по земному магнетизму. Общее количество должностей обсерватории по новым штатам увеличилось более, чем в 2,5, кредит — почти в 3 раза. При этом испрашивался единовременный кредит почти в миллион рублей.

Эти требования Главной физической обсерватории были изложены в пояснительной записке и 24 приложениях к ней. Около двух лет они обсуждались в Академии наук. Весной 1912 г. их одобрила Государственная дума, и 24 декабря 1912 г. они получили силу закона.

Личный состав Государственной физической обсерватории и подведомственных ей обсерваторий увеличивался с таким расчетом, чтобы эти учреждения могли выполнять возложенную на них научную работу. Вместо 80 прежних должностей учреждалось 218. Были увеличены оклады всем служащим, особенно младшим, отпущен единовременный кредит в 940 103 руб. на строительство и оборудование аэрологической обсерватории близ Павловска (Онтолово), метеорологической обсерватории во Владивостоке, магнитной и аэрологической обсерватории в Никольске-Уссурийском, магнитного и аэрологического отделения в деревне Сухой (под Иркутском), аэрологических отделений в Тифлисе, Екатеринбурге, Иркутске.

Учреждалось 150 постоянных и 50 опорных станций (15 в Европейской России, по 10 в Западной и Восточной Сибири,

по 5 на Дальнем Востоке, в Средней Азии и на Кавказе). «Первые имеют платных наблюдателей, что обеспечивает непрерывность наблюдений,— отмечал Рыкачев,— вторые имеют не только платного наблюдателя, но и свой участок земли с небольшим домом для наблюдателя».

Таким образом, положение Главной физической обсерватории как центрального метеорологического учреждения России значительно упрочилось. «Проведение новых штатов,— писал выдающийся русский геофизик Б. Б. Голицын,— вывело обсерваторию на новый путь, и заслуга эта всецело принадлежит академику М. А. Рыкачеву, который, несмотря на все встречавшиеся ему на пути затруднения и препятствия, настойчиво шел к намеченной им цели. Усилия его в этом направлении увенчались успехом, и все служащие в обсерватории, конечно, сохраняют всегда благодарную память М. А. Рыкачеву за все то, что он сделал в этом отношении для обсерватории».

Некоторые исследователи принижают значение реформы 1912 г. для обсерватории — якобы к моменту утверждения ее новых штатов и ассигнований сильно обесценился русский рубль. Такая точка зрения неверна. Русский рубль в это время имел золотую основу и принадлежал к числу самых устойчивых мировых валют. Падение его началось лишь в годы первой мировой войны, когда золото заменили бумажными купюрами. Именно первая мировая война и помешала завершить реформу деятельности обсерватории, основные направления которой были выработаны Главной физической обсерваторией при активном участии Академии наук.

Тяжелая борьба, которую вынужден был вести М. А. Рыкачев за новые уставы и штаты, подорвала его силы. В начале 1913 г. он подал прошение об освобождении его от должности директора обсерватории. Уход Рыкачева с поста директора Главной физической обсерватории геофизики России и всего мира восприняли

с большим сожалением. Международный метеорологический комитет, геофизические учреждения и университеты США, Англии, Франции, Дании, Голландии, Бельгии, Италии, Австрии, Германии, Китая выразили русскому ученому благодарность за ревностное служение науке.

Десятки писем пришли из различных уголков России. Их авторами были и безвестные наблюдатели, и молодые ученые, и сотрудники филиалов обсерватории, и государственные деятели. Они благодарили Рыкачева за доброту, человечность, благородную чуткость, за помощь советом, словом и делом, за почти полувековое служение метеорологии, в которой он поистине прокладывал новые пути.

Оставив руководство Главной физической обсерваторией, М. А. Рыкачев не прекратил научную работу. В 1915 г. увидело свет его исследование, посвященное наводнению 1908 г., которое принесло много бед России. Он принимал также деятельное участие в Комиссии по изучению производительных сил России, по заданию комиссии выполнил исследование о двигательной силе ветра.

Революционные преобразования в стране Михаил Александрович встретил без особого восторга. Здание библиотеки Академии заняло военное ведомство. Новые власти объявили о предстоящем разгоне Академии. Этого, к счастью, не случилось, но во время начавшегося вскоре голода из 44 академиков 3 уехало за границу, 12 умерло. Вероятно, погибло бы и больше, если бы не помощь Максима Горького и Фритьофа Нансена...

Михаил Александрович Рыкачев, великий труженик науки, ушел из жизни 1 апреля 1919 г. Его научные труды и славные дела на ниве геофизики навсегда останутся в памяти русской и всегда будут украшать летопись русской науки.

В. М. ПАСЕЦКИЙ,  
доктор исторических наук



## Метеорит Глэттон

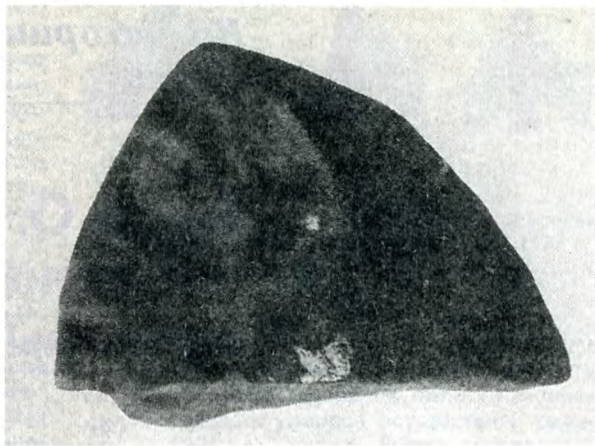
5 мая 1991 г. в 11 ч 30 мин небольшой метеорит упал в саду Артура Петтифора, живущего в Глэттоне (Великобритания). Пожилой джентльмен (ему 80 лет) работал в огороде, когда услышал воющий свист, похожий на звук падающей бомбы, за которым последовал глухой удар. Посмотрев в ту сторону, откуда он донесся, Питтифор увидел, что подстриженные кроны хвойных деревьев, окружающих его владения, качаются. В изгороди из боярышника он увидел несколько сломанных веток и заметил за ней небольшой камень, подняв который, Петтифор почувствовал, что он теплый на ощупь. Петтифор сразу же сообщил об этом событии на телевидение, сотрудники которого поставили в известность об этом специалистов из Института Астрономии.

Размер метеорита  $100 \times 60 \times 60$  мм, масса 767 г. Он покрыт тонкой (0,3 мм) матовой коричневой оплавленной коркой. На задней поверхности заметны регмаглипты, передняя же поверхность — гладкая. Несколько ко-

ричневатых зерен размером 5 мм и меньше возможно железо-никелевого состава, выделялись на передней поверхности. От метеорита был отколот небольшой кусочек ( $20 \times 20$  мм). На поверхности скола с помощью лупы можно было разглядеть хондры размером до 0,5 мм и маленькие зерна из железа и никеля.

Исследование повреждений в изгороди показало, что метеорит летел с севера (под углом  $65-70^\circ$  к земной поверхности): Он почему-то не оставил никаких следов на хвойных деревьях, а на Земле выбил углубление размером  $200 \times 100$  мм и 30 мм глубиной.

Сейчас метеорит занял место в коллекции Музея естественной истории. Он отнесен к хондритам класса L6 (оливиново-гиперстеновые). В его состав входит 23 %



Метеорит Глэттон

железа (включая 5 % железо-никелевого сплава), 23 % каменных минералов (в основном оливин и пироксен). По содержанию алюминия-26 оценен срок пребывания метеорита в космосе (около 2 млн лет), и установлено, что глыба, от которой он когда-то откололся, была меньше метра в диаметре.

Метеорит Глэттон — первый, выпавший в Англии со времени находки метеорита Баруэлл в 1965 г.

The Astronomer, 1991, 28,  
№ 326, с. 36

## Натриевое облако Ио растет

Еще в 1973 г. было установлено, что спутник Юпитера Ио окружен огромным светящимся облаком натрия, которое имеет форму полумесяца и возникло, вероятно, в результате вулканических извержений, происходящих на этом небесном теле. Облако простирается в космическое пространство примерно на 2,1 млн км (около тридцати радиусов Юпитера).

Группа ученых Бостонского университета (США) сфотографировала облако Ио, используя 100-миллиметровый телескоп Макдональдской обсерватории в Форт-Дейвисе. Применение специального фильтра и особого датчика позволило астрономам фиксировать чрезвычайно малое солнечное излучение, отражаемое атомами натрия на большом расстоянии от Юпитера. В состав облака Ио входят также сера и кислород, чьи спектральные линии еще более слабы.

Исследования показали, что скопление атомов натрия вокруг

Ио простирается почти на 32 радиуса Юпитера. (Диаметр облака —  $6^\circ$ ).

Вынос атомов натрия далеко от поверхности Ио происходит благодаря процессу, связанному с быстрым вращением магнитосферы Юпитера и перемещением ее магнитных силовых линий. Поэтому исследователи склонны называть возникающее образование не облаком, а «магнитотуманностью».

Science News, 1990, 237, 23

## **Вклад О. Ю. Шмидта в изучение Курских магнитных аномалий**

Курские магнитные аномалии площадью около 120 тыс. км<sup>2</sup> с огромными запасами богатых железных руд — самые интенсивные из всех локальных магнитных аномалий в мире. И хотя они упоминаются во всех учебниках и монографиях, посвященных магнитному полю Земли, их изучение еще не завершено.

Весьма интересно проследить, как изменялись представления о происхождении Курских магнитных аномалий — от привлекательной гипотезы П. П. Лазарева до математической проверки гипотезы А. Д. Архангельского, выполненной в 20-х годах О. Ю. Шмидтом. Эта работа Отто Юльевича в настоящее время фактически забыта, а ведь в ней ему удалось окончательно разрешить вопрос о геолого-геофизической природе Курских магнитных аномалий. Сейчас, когда научная общественность отмечает 100-летний юбилей ученого (Земля и Вселенная, 1991, № 5, с. 38. — *Ред.*), мы знакомим читателей с этой его интересной математической работой.

Изучение Курских магнитных аномалий (КМА) в 1918—1927 гг. — один из важнейших этапов в развитии отечественной разведочной геофизики. Подлинную историю этих исследований еще предстоит написать, ибо общепринятая ее версия несомненно «приглажена». В частности, в ней практически не обсуждается первоначальная гипотеза о природе аномалий, предложенная известным советским геофизиком П. П. Лазаревым (1878—1942), — «язык» из чистого железа, протягивающийся от ядра Земли к дневной поверхности. В правдоподобности такого представления П. П. Лазарев сумел убедить руководство страны, и в 1918 г. на Курских магнитных ано-

малиях были развернуты геофизические работы.

В общепринятой истории КМА почти не обсуждаются и взаимоотношения Особой комиссии по изучению Курских магнитных аномалий (ОККМА) с ленинградской школой геофизиков, с исследователями железорудных месторождений Кривого Рога, а также многое другое. Все эти важные моменты необходимо специально изучить. Хотелось бы лишь упомянуть одну деталь. По устному сообщению М. П. Воларовича, участвовавшего в работе по изучению КМА, в начале 30-х годов П. П. Лазарев был репрессирован. Около полугода он провел в Бутырской тюрьме, затем выслан на Урал и вернулся в Москву в 1933 г. Что послужило поводом для репрессии — неизвестно...

По предложению профессора А. Д. Архангельского, впоследствии академика (1879—1940), в изучение КМА осенью 1923 г. включился О. Ю. Шмидт. Это был драматический момент в исследовании Курских магнитных аномалий. Дело в том, что к октябрю 1923 г. пробурили первую линию скважин, вскрывших в области магнитного максимума на глубине около 160 м пласт железистых кварцитов, и встал вопрос о заложении второй линии. Между П. П. Лазаревым и А. Д. Архангельским возникли по этому вопросу расхождения во мнениях. Свою точку зрения П. П. Лазарев выразил в статье «Курская магнитная и гравитационная аномалия», опубликованной осенью 1923 г. и вошедшей в его Собрание сочинений (работы по геофизике). Цитирую:

«...Но решение вопросов о причине Курской аномалии нельзя считать окончательным.

Дело в том, что подсчеты (Лазарев) показывают, что лежащая на глубине 100 сажен найденная магнитная руда не может дать тех колоссальных магнитных явлений, которые разыгрываются в пределах Курской аномалии, и нужно предполагать существование масс с магнитными свойствами, принадлежащими чистому железу. Таковым, по предложению Лазарева, может быть железный язык, происходящий из центрального железного ядра, составляющего ядро Земли в 4500 км радиуса, и проникший сквозь щель в толще каменных пород почти до поверхности (до 150 сажен), причем эти породы более плотны, чем кора Земли, и вызывают гравитационную аномалию, в то время как железный язык вызывает магнитную аномалию. Расположение тех и других пород можно себе представить из рассмотренной рис. (см. рисунок — Ред.).

На севере Щигровского максимума, там, где имеется резкое несовпадение магнитного и гравитационного максимумов, расположение слоев такое, как изображено на левой части рис. Здесь максимум гравитационный, обусловленный немагнитными массами А, должен резко отступать от максимума магнитного, обусловленного магнитным веществом М. В южном районе Щигровского максимума мы должны иметь почти ту же интенсивность магнитных явлений, обусловленных веществом М, и меньшую гравитационную аномалию, при этом максимумы смещены меньше. Это может быть вызвано расположением, изображенным в середине рис.

Наконец, правая часть рисунка представляет такое расположение магнитных (М) и немагнитных (А) слоев, при котором имеются совпадения магнитного и гравитационного максимумов (Оскол).

Бурение, давшее присутствие магнетита, как будто говорит против указанного толкования, так как породы, полученные при бурении, относятся к метаморфизованным осадочным породам, а не изверженным (Губкин, Архангельский). Однако можно считать, что мы еще не дошли до слоя, вызывающего аномалию, и он должен лежать глубже, а поэтому высказанная гипотеза не может считаться опровергнутой данными бурения».

Точку зрения, согласно которой источники гравитационной и магнитной аномалий не совпадают, высказывал и известный геофизик П. М. Никифоров (1884—1944).

По поводу гравитационных измерений, выполненных на КМА, П. П. Лазарев пишет в своей статье следующее.

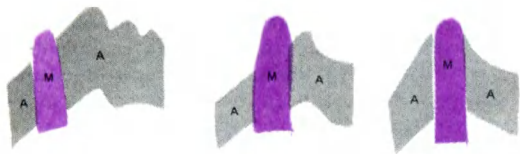


Рисунок из статьи П. П. Лазарева «Курская магнитная и гравитационная аномалия», 1923 г.

«... Начиная с первых же шагов съемки, Лазарев указывал на необходимость гравиметрических работ в области аномалии, и таковые удалось осуществить только в 1921 г., когда были отправлены два отряда под начальством профессора А. А. Михайлова (1888—1983) и профессора П. М. Никифорова для изучения силы тяжести в области Щигровского максимума.

Метод Михайлова состоял в применении маятника Штюкрата (прибор для измерения относительных изменений силы тяжести — Ред.).

Второй метод, примененный в 1921 г. в отряде профессора П. М. Никифорова, состоял в употреблении... гравитационного вариометра Этвеша, позволяющего изучать изменение силы тяжести от одной точки к другой».

По широтному профилю (т. е. под углом около 30° к оси магнитной аномалии), на линии, проходящей в 400 м к северу от линии буровых, были проведены наблюдения в 13 пунктах (вариометром и маятником), с шагом 250 м в центральной части и 2 км — на периферии. Вот по этим-то скудным данным и стал решать обратную задачу О. Ю. Шмидт (находясь в источниках поля по заданной информации о нем). По-видимому, он занялся проблемой в сентябре — октябре 1923 г. Побудительные мотивы и принятый подход к решению задачи составляют первый раздел его статьи «Математическое определение тяжелых подземных масс по наблюдениям вариометром Eötvös'a», опубликованной в 1925 г. в «Трудах ОККМА». Считаю полезным привести его здесь целиком.

«Резко выраженная аномалия силы тяжести, сопутствующая Курской магнитной аномалии, вызывает большой интерес. После того, как П. М. Никифоровым было произведено измерение аномальных величин для ряда функций от потенциала силы тяжести, настойчиво ставится вопрос, может ли результат измерений дать сколько-нибудь точные указания на распределение тяжелых подземных масс и их плот-

ность. Надежды в этом направлении были тем заманчивее, что вариометр Eötvös'a (Этвеша — Ред.), которым проводились измерения, является необычайно точным аппаратом.

Однако, насколько нам известно, к решению этой задачи так и не приступили. Сам П. М. Никифоров, дав блестящее изложение своих измерений, не сопровождал их исследованием возможного расположения масс, а ограничился несколькими очень общими догадками, не подкрепленными математическими выводами. Основным замечанием, высказанным П. М. Никифоровым, было предположение, что ближе всего к поверхности Земли «гребень» тяжелых масс подходит под максимум силы тяжести, т. е. на 200 м восточнее магнитного максимума (первой скважины). Как известно, эта догадка совершенно опровергнута бурением.

Между тем задача имеет большое практическое значение. Для подготовки к будущей эксплуатации руды необходимо возможно точнее определить границы залегающих руды и, в частности, западный край рудоносного пласта, который предполагается особенно тщательно обследовать.

Исходя из этих практических потребностей, член президиума ОККМА профессор А. Д. Архангельский предложил мне вопрос, какое расположение тяжелых масс вытекает из полученных результатов измерений вариометром. Профессор А. Д. Архангельский придавал этому вопросу тем большее значение, что предстояло организовать бурение на второй линии обследования, на километр севернее первой. При этом ОККМА хотела наметить места бурения не ощупью, а по возможности опираясь на теоретические предсказания.

Конечно, математик, берущийся за подобного рода задачу, должен исходить из тех данных, которые дает ему геология. К сожалению, до сих пор математики и физики склонны были пренебрегать геологическими указаниями, основывая свои исследования на совершенно произвольных образах, лишь математически мыслимых, но геологически невероятных.

В основу моего опыта математического подхода легла та общая картина расположения масс, которая была высказана А. Д. Архангельским, руководителем геологических работ ОККМА. Основная гипотеза А. Д. Архангельского, как известно, состоящая в том, что причиной магнитной аномалии является наклонно расположенный, приблизительно плоскопараллельный слой намагниченной массы с горизонтальным срезом в верхнем конце, — оправ-

далась вполне результатами бурения. В основу моей работы легла, кроме того, еще одна гипотеза А. Д. Архангельского — что причина аномалии силы тяжести и аномалии магнитной есть в основном одна и та же — те же тяжелые намагниченные массы. Как известно, существует и другой взгляд, а именно, что тяжелые массы расположены восточнее магнитных».

Сущность исследования, выполненного О. Ю. Шмидтом и подробно описанного в его статье, начало которой я привел, полностью передается хранящимися в личном архиве О. Ю. Шмидта тезисами. Рукописный экземпляр тезисов имеет подзаголовок: «15 ноября и 18 декабря 1923 г.». Принято считать, что О. Ю. Шмидт делал свой доклад на заседании президиума ОККМА 18 декабря 1923 г. (и эта дата указана в его статье). Но очень возможно, что где-то в другом месте он делал доклад и 15 ноября. Привожу текст тезисов.

«Определение расположения тяжелых подземных масс по измерениям аномалии силы тяжести на поверхности Земли.

15 ноября и 18 декабря 1923 г.

1. Несмотря на большую точность измерений вариометром Eötvös'a, не было указано способа определения расположения масс по этим измерениям.

В частности, предположения, высказанные П. М. Никифоровым для Курской аномалии, не подкреплялись теоретическим анализом и опровергнуты результатами бурения.

2. Математическая обработка задачи была бы бесплодной, если не взять в качестве первоначальной ориентации определенной геологической гипотезы. Мы исходим из определения А. Д. Архангельского — косоугольного пласта, служащего одновременно причиной гравитационной и магнитной аномалий. Результаты вычислений подтверждают эту гипотезу.

3. Наиболее ярко выраженную аномалию дает, из измеренных вариометров, величина  $R = \frac{\partial g}{\partial y}$  ( $y$  направлено по параллели). Исходя из указанной гипотезы, получаем для этой величины выражение<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Здесь через  $S$  обозначена величина  $R$  без множителя  $f_0$  ( $f_0$  — универсальная гравитационная постоянная,  $\rho$  — избыточная плотность масс руды по отношению к вмещающей породе),  $g$  — вертикальная компонента притяжения

$$S = \sin^2 \omega \log \frac{(u-l)^2 + h^2}{u^2 + h^2} +$$

$$+ 2 \sin \omega \cdot \cos \omega \operatorname{arctg} \frac{hl}{u^2 + h^2 - ul} -$$

$$- \sin^2 \omega \log \frac{(u - H \operatorname{ctg} \omega - l)^2 + (H+h)^2}{(u - H \operatorname{ctg} \omega)^2 + (H+h)^2} -$$

$$- 2 \sin \omega \cos \omega \times$$

$$\times \operatorname{arctg} \frac{(H+h)l}{(u - H \operatorname{ctg} \omega)^2 - (u - H \operatorname{ctg} \omega)l + (H+h)^2}$$

где  $\omega$  — угол наклона пласта,  $h$ ,  $H+h$  — расстояния верхнего и нижнего края от поверхности Земли,  $l$  — ширина пласта в горизонтальном направлении,  $u$  — расстояние на поверхности, перпендикулярно к пласту, от проекции западного края масс.

4. Ход кривой, изображаемой этой формулой, поразительно совпадает с результатами измерений П. М. Никифорова, чем и подтверждается правильность основной гипотезы.

5. Если бы измерения были расположены достаточно густо (хотя бы через 100, а не через 250 м), из сравнения их результатов с формулой можно было бы получить все сведения о массах  $h$ ,  $l$ ,  $\omega$ ,  $H$ , положение края и плотность.

6. Так как в случае Курской магнитной аномалии наблюдения были недостаточно часты, то из них было бы затруднительно получить все эти результаты сколько-нибудь точно, хотя они приблизительно могут быть получены. Но, зная  $\omega$  и  $h$  по результатам бурения, мы можем по нашей формуле пытаться определить западный край, который расположен несколько к западу от максимума кривой.

7. К сожалению, измерения не дают положение максимума, только промежуток (от 100 до 180 м к востоку от скважины № 1), в котором он находится. Результат вычислений поневоле столь неточен: заданная граница проходит от 40 до 140 м западнее буровой № 1, считая по перпендикуляру к оси аномалии. Вероятнее пределы 60—120 м.

8. Отношение полученной из наблюдений величины  $R$  и вычислений  $r$  дает постоянный множитель, из которого можно получить разность между плотностью слоя и плотностью окружающих масс.

В нашем случае получим для этой разности величину от 0,7 до 1,2.

9. В отдалении от оси аномалии (2 000 м от скважины № 1) кривая П. М. Никифорова вновь становится положительной. Это несомненно указывает,



Академик А. Д. Архангельский и академик О. Ю. Шмидт. 1935 г.

что тяжелый пласт на некоторой глубине загибается к востоку. Однако сделанных измерений пока недостаточно, чтобы определить, будет ли пласт в дальнейшем горизонтален или же он поднимается к востоку.

10. Можно высказать предположение, что в дальнейшем измерения аномалий силы тяжести могут стать более точным орудием для определения положения масс, чем магнитные. В частности, дальнейшие буровые работы должны будут соотноситься с теми указаниями, которые может дать излишний способ».

К этим основным тезисам О. Ю. Шмидт дает «Добавление: об определении масс по магнитным аномалиям».

В своей опубликованной статье О. Ю. Шмидт определил также глубину нижней кромки модельного косоугольного пласта. Окончательные результаты сведены Отто Юльевичем в виде таблицы. Они получены с учетом того, что профиль составляет с простиранием пласта угол  $30^\circ$  (подобная поправка за разницу в направлении профиля и оси возмущающего тела была введена впервые).

Привожу далее текст О. Ю. Шмидта:

«Сведем в таблицу результаты и данные бурения:

Вычислено	Найдено при бурении
l 0,4 км (несколько меньше)	0,25 км
h 0,2 км (несколько меньше)	0,16 км
H менее 1 км (несколько меньше)	?
$\omega$ $69^\circ$ (несколько меньше)	$65^\circ$
$\rho$ 0,81 (несколько меньше)	...»

Далее (и это чрезвычайно важный методологический момент!) О. Ю. Шмидт пишет:



Члены геофизической группы при Институте географии АН СССР академик П. П. Лазарев, академик О. Ю. Шмидт и профессор С. С. Ковнер, 1935 г.

«Можно было бы поставить вопрос о более точном определении  $l$ ,  $h$  и т. д., привлекая к вычислениям и остальные точки П. М. Никифорова (О. Ю. Шмидт использовал при расчетах данные для 6 точек в центральной части профиля.— В. Страхов). Но от этого следует воздержаться по следующим причинам.

Во-первых, по мере отдаления от центральной части возрастают добавочные влияния различных других масс, кроме исследуемого пласта, влияние несомненно имеющих небольших различий в плотностях слоев и т. д. Другое дело, если бы мы имели больше точек наблюдения в центральном районе.

Во-вторых, более точное определение практически бесполезно, так как разница в 20—30 метров не имеет практического значения.

В-третьих, наконец, сами величины  $l$ ,  $h$ ,  $\omega$  и т. д. по природе своей не допускают вполне точного определения. В самом деле, ширина пласта на практике может на разных глубинах колебаться, глубина  $h$ , благодаря неровностям верхнего края, довольно значительно варьирует, угол  $\omega$  и плотность  $\rho$  также непостоянны и т. д.»

Работа О. Ю. Шмидта произвела на геофизиков того времени, особенно на работавших в ОККМА, громадное впечатление.

Во-первых, единство источников локальных магнитной и гравитационной аномалий в виде пласта железистых кварцитов, т. е. справедливость гипотезы А. Д. Архангельского, никем более не оспаривалась. А гипотеза П. П. Лазарева о железном «языке», идущем из ядра Земли, была отставлена, и прежде всего самим П. П. Лазаревым (в своих последующих публикациях, посвященных исследованиям КМА, он о ней не упоминает).

Во-вторых, количественный подход О. Ю. Шмидта к интерпретации аномалий немедленно получил развитие в работах других ученых (Г. А. Гамбурцева и М. И. Поликарпова, опубликовавших в «Журнале прикладной физики» в 1926 г. статью «К вопросу о причине Курской магнитной и гравитационной аномалии», а также П. М. Никифорова, опубликовавшего в «Известиях Института прикладной геофизики» в 1925 и 1926 г. большую работу «Физические основания гравитационного метода горной разведки»).

В работе Г. А. Гамбурцева и М. И. Поликарпова также используется модель косоугольного пласта с горизонтальной верхней и нижней кромками (наряду с вариометрическими используются и маятниковые наблюдения), и глубина нижней кромки пласта определяется в 7 км. Кроме того, Г. А. Гамбурцев и М. И. Поликарпов вычисляют магнитную аномалию и сравнивают ее с измеренной. Исключительное согласие расчета и наблюдений еще раз подтвердило правильность расчетов и выводов О. Ю. Шмидта.

В работе П. М. Никифорова приводится решение ряда частных обратных задач гравиметрии для однородных тел, в том числе и модель наклонного пласта бесконечного погружения на глубину с горизонтальной верхней кромкой (т. е. более частная по сравнению с моделью О. Ю. Шмидта).

В-третьих, методологические установки О. Ю. Шмидта (необходимость руководствоваться геологическими данными и гипотезами, приближенность используемых моделей и нецелесообразность слишком детальных расчетов, необходимость учета ошибок в данных наблюдений и т. д.) стали ведущими при интерпретации гравитационных аномалий, они остаются определяющими и в настоящее время.

В заключение хочу подчеркнуть еще один важный момент. В 1981 г., когда я готовил доклад к юбилейному заседанию Ученого Совета Института физики Земли АН СССР, посвященному 90-летию со дня рождения О. Ю. Шмидта, мне довелось ознакомиться с материалами личного архива ученого, относящимися к его работе

по КМА. Они произвели на меня неизгладимое впечатление. Дело в том, что в 1923 г. Отто Юльевич был колоссально загружен организационной деятельностью — руководил Госиздатом, занимал ведущие посты в Наркомфине и Наркомпросе. Наукой ему приходилось заниматься лишь урывками и, несомненно, в состоянии большой усталости. Это видно из архивных материалов — многие вычисления явно сделаны наспех; приведенные выше аналитические выражения получены не сразу — дважды Отто Юльевич при их выводе ошибался, окончательное решение получено лишь с третьей попытки. Приведенные в его статье числовые параметры получены методом «проб и ошибок», вычис-

ления выполнялись скорее всего во время заседаний.

Колоссальная увлеченность Отто Юльевича научной проблемой, стремление решить ее во что бы то ни стало, не щадя себя, видны, как говорится, невооруженным взглядом. Здесь полностью проявились личные качества Отто Юльевича как ученого.

**В. Н. СТРАХОВ,**  
член-корреспондент АН СССР  
директор Института физики Земли  
им. О. Ю. Шмидта АН СССР

## Информация

### Изучается сейсмоактивность в Гималаях

Территория Непала и пограничные с ней районы Индии принадлежат к числу наиболее сейсмичных в мире. Известно, что гигантские континентальные плиты земной коры, образующие Азию и ее Индийский субконтинент, сталкиваются, вызывая воздымание поверхности в Гималайском регионе. В результате высота Эвереста (Джомолунгмы) увеличивается примерно на 1 см в год. Эти же силы создают мощные напряжения в земной коре, которые неизбежно ведут к мощным землетрясениям. Только одно происшедшее в Непале в 1934 г. землетрясение унесло более 100 тыс. жизней. Ныне опасность подобной катастрофы еще выше, поскольку интенсивно осваиваются предгорные и горные области, чаще всего сейсмоактивные, а качество строительства не отвечает требованиям защиты от подобных катастроф.

С учетом всего этого весной 1991 г. в Непале начали проводить специальный научный проект сейсмического изучения территории. Наземная сейсмическая съемка сопровождается в рамках проекта высокоточными геодезическими измерениями с американских спутников. Группа ученых из Университета штата Ко-

лорадо (Боулдер, США) приступила к изучению активных разломов в земной коре Гималаев, чтобы определить места, наиболее подверженные в Непале сейсмическому риску. Используется высокоточная спутниковая система, которая, как утверждают специалисты, способна фиксировать горизонтальное смещение земной коры величиной «в толщину карандаша» на расстоянии около 500 км. Подобные наблюдения дополняются высокоточными гравиметрическими измерениями, позволяющими фиксировать малейшие вертикальные сдвиги поверхности.

Science News, 1991, 138, 8

### Ураганы усилятся

Научный сотрудник Университета штата Колорадо (Форт Коллинз, США) У. М. Грэй сопоставил частоту и интенсивность ураганов на востоке США и в Карибском бассейне с количеством осадков в западной части Сахеля — полузасушливой области в Африке. Он установил, что 13 мощных ураганов, обрушившихся на восточные районы США и Флориду в 1947—1969 гг., совпадают с периодом повышенной влажности в Сахеле. И наоборот, во время засухи в Сахеле (1970—1987 гг.)

на востоке США отмечался лишь один мощный ураган («Глория»).

Регион Сахеля испытывал засуху в 1900—1914 гг., которая сменилась периодом относительно большой влажности (1915—1935 гг.), а затем — снова засухи в 1936—1946 гг. В последние годы осадки в Сахеле возросли, что, по-видимому, означает конец последней засухи. По мнению У. М. Грэя, за ней последуют интенсивные ураганы на востоке США. Первым из этой будущей серии ураганов он считает «Хьюго» (1988 г.), принесший огромные убытки в штате Северная Каролина, а также «Джилберт» и «Джоан».

Каков же механизм, связывающий погодные условия в столь удаленных друг от друга регионах? Влажный летний сезон в Сахеле вызывает ослабление «ключевых» ветров над Западной Африкой, что может приводить к образованию областей низкого атмосферного давления. Волны давления достигают территории США и развиваются здесь в тропическую депрессию, перерастающую затем в ураган.

С 60-х годов на атлантическом побережье США не было ураганов. Теперь, когда вероятность их сильно возросла, необходимо принять срочные меры для повышения строгости строительных правил.

Science, 14. 9. 1990

Юбилейные XV. научные Чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С. П. Королева и других советских ученых-пионеров освоения космического пространства, проходили в Москве в конце января нынешнего года. Как обычно, работали девять секций. На заседании было прочитано и обсуждено 142 доклада и сообщения. Кроме того, в рамках отдельных секций прошли тематическая конференция «Малогобаритные ИСЗ», юбилейное заседание памяти академика М. В. Келдыша, тематическая конференция «Космический экологический мониторинг», симпозиум памяти академика Б. С. Стечкина.

О тематическом заседании секции пионеров ракетно-космической техники следует рассказать более подробно. Оно было посвящено 90-летию со дня рождения одного из пионеров отечественного ракетостроения и космонавтики, лауреата Ленинской премии, Героя Социалистического Труда, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, доктора технических наук, профессора, члена-корреспондента Международной академии астронавтики Михаила Клавдиевича Тихонравова (1900—1974 гг.). В заседании приняли участие его ученики, коллеги и соратники, историки и биографы ученого. Руководил заседанием секции лауреат Ленинской премии, доктор технических наук Г. П. Мельников. С воспоминаниями о Михаиле Клавдиевиче выступили его ученики разных лет, ныне известные ученые, а в те, уже далекие годы, молодые специалисты, пришедшие на работу после окончания вузов или в ОКБ-1, руководимого С. П. Королевым.

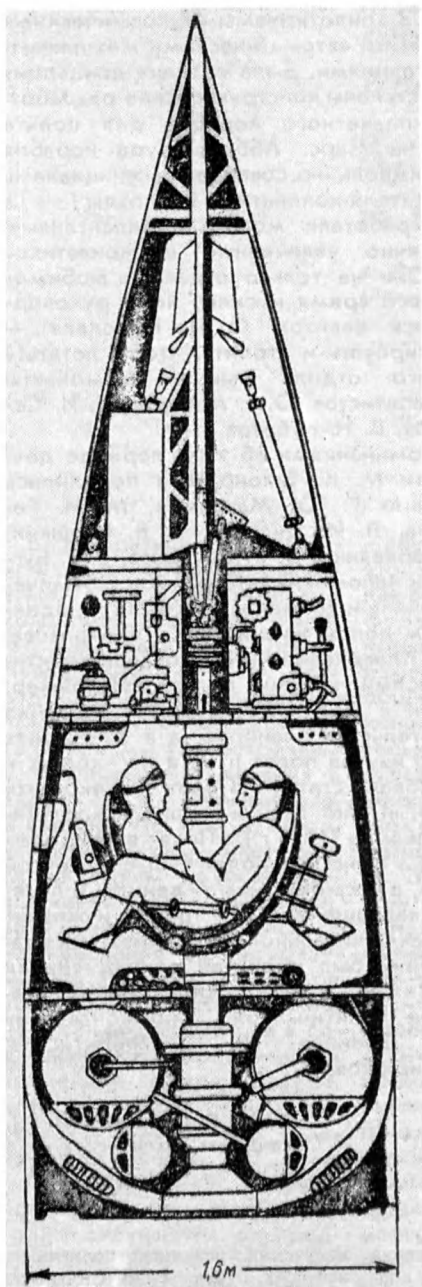
Выступающие рассказывали о разных периодах деятельности коллективов ученых, формировавшихся вокруг Тихонравова, работах, выполненных ими. Характеризуя своего учителя и руководителя, каждый из выступавших подчеркивал исключительную роль, которую сыграл Михаил Клавдиевич в его жизни.

«Группа Тихонравова» — понятие это стало нарицательным. Еще в 1956 г. в тезисах доклада о разработке проекта ИСЗ

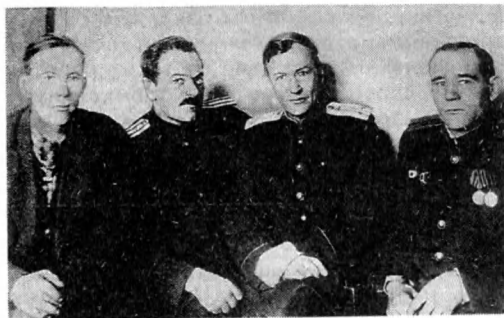
С. П. Королев отмечает: «... создание этого эскизного проекта не является случайностью, а подготовлено всей предшествующей работой организаций, занимающихся разработкой РДД (ракет дальнего действия)... особо должны быть отмечены первые работы М. К. Тихонравова и его группы...». Коллектив не был постоянным, он много раз менялся, иной раз волею обстоятельств группа формально переставала существовать или оставалась в минимальном составе, но по истечении некоторого времени группа возникала вновь и плодотворно трудилась.

В своем выступлении А. В. Брыков, работающий сейчас над книгой о М. К. Тихонравове, поделился воспоминаниями о научно-технической конференции, состоявшейся в марте 1950 г. На ней в докладе М. К. Тихонравова впервые прямо говорилось о возможности в ближайшей перспективе создать и запустить ИСЗ, а потом спутник с человеком на борту. Проблемой космического полета («межпланетных перелетов») Тихонравов увлекся еще в начале 30-х годов, когда он познакомился с С. П. Королевым. Изучал Тихонравов проблему космических полетов будучи сотрудником ГИРД, а затем — РНИИ (Реактивного научно-исследовательского института). Сразу после окончания Великой Отечественной войны он с группой своих коллег: Н. Г. Чернышевым, В. А. Штоколовым, П. И. Ивановым, В. Н. Галковским и др. разработал проект ракеты для вертикального полета двух пилотов на высоту 200 км (проект «ВР-190»). К сожалению в эти годы в мире возникли другие проблемы, нужно было срочно создать носитель для атомной бомбы. Над этим работали авиаторы, проектировались крылатые ракеты. Решали эту задачу и специалисты по баллистическим ракетам. Тогда у нас и в США считали, что баллистические ракеты имеют принципиально ограниченную дальность полета: 1000 км — и все! Поэтому в качестве оружия баллистические ракеты якобы не годятся... В этой ситуации М. К. Тихонравов вместе с Н. Г. Чернышевым, В. А. Штоколовым и И. М. Яцунским

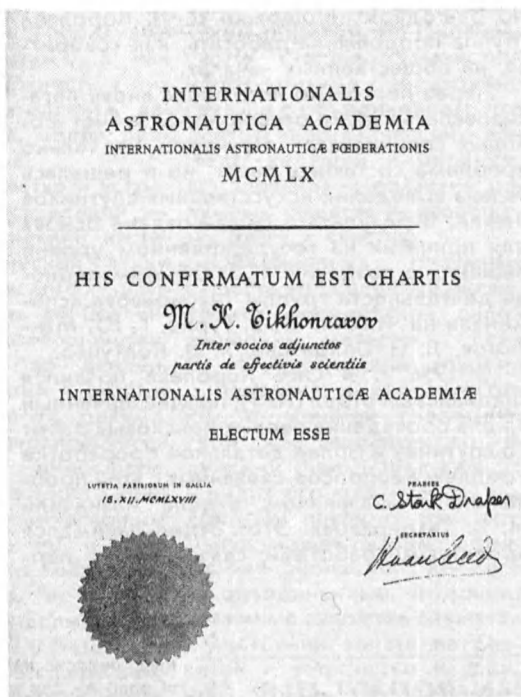




Проект «ВР—190», разработанной под руководством М. К. Тихонравова. Ракета должна была в вертикальном полете поднять двух пилотов на высоту 200 км



Соратники: В. А. Штоколов, Н. Г. Чернышев, М. К. Тихонравов, И. С. Исаченко (послевоенные годы)



Диплом члена-корреспондента Международной Академии астронавтики, выданный М. К. Тихонравову в 1968 г.

занимался исследованием проблемы баллистических ракет. Прекрасно зная труды К. Э. Циолковского, посвященные составным ракетам как средству полета в космос,

Тихонравов предложил схему так называемого «ракетного полета». Были рассмотрены его различные схемы, просчитаны варианты и сделан вывод: дальность полета

баллистических составных ракет «не только принципиально, но и технически ничем не ограничена». А раз так, то такая ракета, конечно, способна вывести на орбиту искусственный спутник Земли. Ознакомили с результатами исследований С. П. Королева, Сергей Павлович высоко оценил работу, назвав ее исполнителей «инженерами с большой буквы». Но далеко не все были согласны в 1948 г. с такой оценкой... И вот научно-техническая конференция марта 1950 г. На ней с докладом выступил Тихонравов, доказывая возможность запуска ИСЗ и полета человека в космос с помощью уже существовавших в те годы у нас ракет. Отреагировали на доклад участники конференции по-разному. Появился даже дружеский шарж: Тихонравов в обнимку с обезьяной летит на Луну. Начальство расформировало группу М. К. Тихонравова, а он сам стал уже не заместителем начальника института, а научным консультантом. Это была почетная ссылка. Но благодаря поддержке С. П. Королева группа продолжала работать, как говорится, на общественных началах.

Через несколько лет группа вновь легализовалась и даже расширилась за счет молодых специалистов. Изучалась не только проблема составных ракет, но и решалась задача выведения искусственных спутников Земли. В результате была создана основа для принятия на государственном уровне решения о создании ИСЗ. Об этом периоде деятельности группы Тихонравова вспоминали на Чтениях О. В. Гурко, Г. Ю. Максимов, Л. Н. Солдатова, Я. И. Колтунов.

В 1956 г. в ОКБ Королева появился специальный отдел (№ 9), предназначенный «...для проведения первых поисковых работ по спутнику и более детальной проработке комплекса вопросов, связанных с этой проблемой». Начальником отдела назначили М. К. Тихонравова. Этот отдел занимался проектными работами, связанными с пер-

вым ИСЗ, пилотируемыми космическими кораблями и автоматическими межпланетными станциями. Была создана концепция и осуществлены конструкторские разработки межпланетного корабля для полета людей на Марс. Аббревиатура корабля (ТМК) символично совпадала с инициалами руководителя коллектива. В те годы / — / в отделе работали молодые, талантливые, безгранично увлеченные космонавтикой люди. Они не только отдавали любимой работе все время и силы, но и руководствовались девизом С. П. Королева — «Проектировать и строить, чтобы летать!» Из этого отдела вышли космонавты К. П. Феоктистов, О. Г. Макаров, В. И. Севастьянов, В. Н. Кубасов...

Воспоминаниями об этом периоде деятельности М. К. Тихонравова поделились на Чтениях Г. Ю. Максимов, М. И. Герасимова, Л. И. Дульнев, В. В. Ивашкин, О. С. Деревянко, Ц. В. Соловьев, В. Е. Бугров. Они напомнили, что ракетно-космическая техника и космонавтика были не единственным делом жизни М. К. Тихонравова. Михаил Клавдиевич интересовался практически всеми видами полета. Например, начал он в 20-х годах с проектирования и строительства планеров, а в 30-х годах успешно изучал полет птиц и насекомых и опубликовал статьи «Полет насекомых» (1934 г.), «Полет птиц и машин с машущими крыльями» (1936 г.), «Полет в природе» (1939 г.)... Поистине полет был его мечтой и делом, а космонавтика — венцом и логическим завершением его трудов и жизни!

На заключительном пленарном заседании Чтений был прочитан доклад «Вклад М. К. Тихонравова в зарождение и становление практической космонавтики» (И. К. Бажинов, К. П. Феоктистов, Ю. В. Бирюков).

Б. Н. ҚАНТЕМИРОВ,  
кандидат технических наук

## Информация

### Запуск японского спутника «СОЛАР-А»

30 августа 1991 г. Институт по аэронавтике и исследованию космического пространства Токийского университета сообщил, что в Японии произведен успеш-

ный запуск научного спутника «Солар-А» для исследования солнечной активности. Запуск спутника произведен с испытательного полигона Утиноура в префектуре Кагосима (юго-запад страны) с помощью ракеты — 3S1. Масса спутника около 400 кг, высота орбиты в апогее 770 км, в перигее — 520 км, период обращения 100 мин.

Спутник предназначен для проведения совместных работ с Великобританией и США по программе изучения жесткого рентгеновского излучения и гамма-

излучения в результате солнечных вспышек, существенно влияющих на радиосвязь. Это второй японский спутник для исследования солнечной активности после спутника «Астро-А», запущенного в феврале 1981 г.

AFP, 30.08.91

---

## Философские проблемы

---

# К. Э. Циолковский и становление ноосферы

А. Д. УРСУЛ,  
академик АН Молдовы

---

В литературе, посвященной становлению сферы разума, основоположниками концепции ноосферы считают, как правило, Э. Леруа, Пьера Тейяра и В. И. Вернадского. И в этом вряд ли приходится сомневаться, хотя сейчас мы уже встречаем и критические замечания в адрес В. И. Вернадского. Я считаю, что и К. Э. Циолковский также может считаться одним из основоположников этой концепции, хотя у него нет греческого наименования сферы разума, но понятие разума он употреблял. Дело, конечно, не в самом термине, а в содержании и направленности концепций сферы разума, которое у обоих ученых развивались примерно в сходном направлении.

Представления К. Э. Циолковского о сфере разума выгодно отличаются от представлений многих современных исследователей. Степень развития социального организма как целого он ставил в прямую зависимость от степени его разумности. Причем эта разумность, по его мнению, связана с этико-гуманистическими параметрами, имеется «нечто общее между всеми существами, достигшими совершенства: у них один ум, одно познание, одна цель — всеобщее

и вечное счастье...»<sup>1</sup> Видимо, это не следует понимать как отрицание многообразия форм жизни и плюрализма проявлений разума, а как намек на возможность у них общих черт интеллекта, законов познания, целей деятельности и т. д.

Всеобщее счастье и устранение всяких страданий — этот «категорический императив» космической этики К. Э. Циолковского — должен действовать во Вселенной. Цель совершенствования разума во Вселенной — бессмертие и счастье носителей этого разума. «Ноосфера Циолковского» отличается от «ноосферы Вернадского» не просто ярко выраженной космической направленностью, но и тем, что мыслится не только как космоноосфера, но и как астроноосфера. Если космоноосфера — это развивающаяся в космосе сфера земного по своему происхождению разума, то астроноосфера — это уже объединение космоноосфер различного происхождения. А по Циолковскому, объединение должно быть, «ибо этого требуют выгоды существ, если

они зрелы, то разумны, а если разумны, то не станут сами себе делать зла»<sup>2</sup>. Таким образом, по Циолковскому, степень гуманистичности разума неразрывно связана с объединением, что дает синергетический эффект, ведущий к цели существования и развития разумных существ — всеобщему благу и счастью.

Объединения разумных существ во Вселенной оказываются космической силой эволюции материи. Если В. И. Вернадский говорил о человеке и человечестве как о мощной геологической силе эволюции, то калужский ученый шел дальше и видел его космической силой. Он писал о том, что мысль может оказаться фактором эволюции космоса и объединенные в союзы разумные существа окажутся в состоянии влиять на развитие и устройство Вселенной. Причем это влияние должно полнее удовлетворять разумные потребности развития человека и человечества. Если среди атрибутов счастья Циолковский на приоритетное место выдвигает достижение бессмертия,

---

<sup>1</sup> Циолковский К. Э. Собр. соч., т. IV, 1963, с. 92

<sup>2</sup> Циолковский К. Э. Воля Вселенной. Неизвестные разумные силы. Калуга, 1928

то это он связывал с идеей автотрофности, причем опять-таки как социальной, так и индивидуальной. Идею социальной автотрофности высказал впервые В. И. Вернадский, полагая, что человечество создаст технологии, которые смогут его обеспечить всем необходимым без использования готовых органических веществ биосферы. Однако В. И. Вернадский даже не предполагал, что его идея в принципе неосуществима на планете в широких масштабах. Это связано с тем, что использование космического вещества биосферы также подрывает основы существования жизни на планете, не способствует сохранению биосферы. Вот почему социальная автотрофность должна мыслиться не просто как независимость от живого вещества, а от биосферы Земли<sup>3</sup>.

Как известно, К. Э. Циолковскому принадлежит мысль об освоении космоса и возможности его заселения человеком (вынос «индустрии в эфир»). Производство за пределами планеты уже не будет негативно влиять на ее биосферу и обеспечит социальную автотрофность. Именно на основе космического направления развития материального производства, его развертывания за пределами планеты и появляется возможность становления одной из зрелых ступеней ноосферы, которую я именую космическим обществом. И если верно, что ноосфера и автотрофный путь развития человечества не существуют друг без друга (так по крайней мере можно считать на основе трудов В. И. Вернадского), то все это реализуемо лишь на базе развития космоэкологической деятельности. А это означает, что

развитая ноосфера и социальная автотрофность реализуется главным образом на космической стадии становления сферы разума. К. Э. Циолковский мыслил развитие человека и человечества в космосе как независимое от биосферы Земли. Ученый выдвинул идею о превращении человека в космическое существо, живущее за счет энергии солнечного света, подобно растениям на Земле. Такая кардинальная трансформация человеческого организма, по мнению К. Э. Циолковского, приведет к продлению его жизни на тысячи лет и даже делает его потенциально бессмертным. Когда-то эти идеи К. Э. Циолковского расценивались просто как фантастические, и на них ученые просто не обращали внимания. Сейчас появились гипотезы о «полевых формах» жизни и, возможно, мысли калужского ученого, включая и его фантастические идеи, все в большей степени будут восприниматься современной наукой.

Уже известно о том, что в космической устремленности мышления Циолковского важную роль играли экологические факторы. И это тоже связано со становлением ноосферы, если ноосферу мыслить, как общество экологическое, т. е. общество, в котором будут устранены угрозы глобальных экокатастроф и экокрисисов. Экологическая составляющая ноосферы оказывается весьма существенной и не случайно некоторые ученые даже полагают, что социальная экология должна заниматься исследованием закономерностей становления и функционирования ноосферы. С этим мнением можно согласиться, если, конечно, не считать, что лишь социальная экология должна исследовать становление ноосферы. На мой

взгляд, сюда следует включить и социальную информатику, которая изучает становление первой ступени ноосферы, которой можно считать глобальную информационную цивилизацию. В перспективе речь, по видимому, должна идти о становлении комплекса наук о ноосфере, или ноосферологии, носящей междисциплинарный, интегративно-общенаучный характер. Ноосферология — это не только наука о становлении и развитии самого разума, но вместе с тем и о закономерностях становления сферы разума — социальной и природной среды, в которой развертывается деятельность высокоразвитых цивилизаций, включая и среду космическую. Причем эта последняя вовсе не сводится к косной природе космоса, а включает в себя и среду разумную. В ноосферологию следует также включить и глобалистику как комплекс наук, занимающихся изучением глобальных проблем социального развития, ориентированных на перспективу выживания человечества. Совершенно очевидно, что становление ноосферы выступает как альтернатива гибели человечества. И не случайно К. Э. Циолковский, размышляя о преимуществах и перспективах освоения космоса, указывал на один из возможных путей их решения, связанный с освоением космоса, хотя и путь далеко не единственный. Конечно, во времена К. Э. Циолковского глобальные проблемы еще не осознавались, но ученый предчувствовал возможность угроз человечеству.

Причем, по его мнению, «знание всех угрожающих сил космоса поможет развитию людей, так как грозящая гибель заставит их быть настороже, заставит напрячь все свои умственные и технические средства, чтобы победить природу»<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> См. Урсул А. Д. Горизонты автотрофности // Химия и жизнь. 1991, № 7

Ученый видел причину возможной гибели человечества во внешних по отношению к обществу «мировых враждебных силах». Нам сейчас понятно, что силы, «которые могут погубить человечество» скрываются в нем самом, и прежде всего в угрозе термоядерной и экологической катастрофы. Но и в этом случае космонавтика также оказывается одним из механизмов решения глобальных проблем и становления ноосферы.

Не менее важно формирование ноосферного — «сверхнового» мышления, ориентированного на выживание человечества и на стратегию становления ноосферы. Именно в ноосфере в

наиболее полной мере воплотятся идеалы гуманизма, наивысшего развития достигнет интеллект человека и цивилизации в целом, которой будет обеспечено безопасное во всех отношениях развитие.

Я мыслю ноосферу лишь как грядущее, а не уже существующее состояние общества. И это очень важно, ибо вряд ли можно отождествлять ноосферу с техносферой, современной социосферой, искусственной средой, губящей природу, а тем более с прогнозируемым некоторыми технократами бесприродным техническим миром. Несмотря на утопичность и неопределенность современных представлений о будущей ноосфере, мы должны видеть ориентиры и пути своего выживания, стремиться к сохранению не только биосферы, но и человечества в целом.

Ноосфера обретает свою зрелость, лишь выходя за пределы планеты, ее биосферы и распространяясь по пространству космоса в направлении к астроноосфере. Ноосфера не прямо возникает из биосферы, как об этом писал В. И. Вернадский, а из социосферы, причему отношу не трансформируя биосферу, а всячески сохраняя ее. Впрочем, речь должна идти не только о сохранении биосферы на планете, но и всей целостности планеты, поскольку, как полагал К. Э. Циолковский: «Земля необходима как опора, как базис для распространения могущества человека в Солнечной системе и на ее планетах»<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Циолковский К. Э. Земные катастрофы (мировые катастрофы) 1921 г. // Архив АН СССР, ф. 555, оп. 1, д. 247

<sup>4</sup> Циолковский К. Э. Будущее Земли и человечества. Калуга, 1928

## Из новостей зарубежной космонавтики

### «Спейс Шаттл» в 1991 году

В США продолжают полеты многоразовых транспортных космических кораблей (МТКК) по программе «Спейс Шаттл». Однако американским специалистам так и не удалось полностью реализовать те цели, которые ставились на начальных этапах этой программы. Сейчас многие эксперты полагают, что стратегия развития национальной космической транспортной системы как переход от одноразовых к многоразовым носителям была неадекватной. Выполнение основных задач освоения космического пространства было возложено только

на МТКК «Спейс Шаттл», а дальнейшее использование одноразовых ракет-носителей не предусматривалось. Односторонняя ориентация только на МТКК явилась серьезной ошибкой, поскольку для полетов в космос, как стало ясно сейчас, целесообразнее комплексно применять и многоразовые, и одноразовые системы.

С апреля 1981 г. по сентябрь 1991 г. было проведено 42 полета многоразовых орбитальных кораблей: 1981 г.— 2 полета, 1982 г.— 3, 1983 г.— 4, 1984 г.— 5, 1985 г.— 9, 1986 г.— 2, 1987 г.— ни одного, 1988 г.— 2, 1989 г.— 5, 1990 г.— 7, 1991 г.— планирует-

ся 6. В 1992 г. планируется провести 8 полетов, а в 1993 г.— 12.

После катастрофы «Челленджера» взгляды специалистов стали меняться, и сейчас наметился возврат к использованию на коммерческом рынке модифицированных одноразовых РН «Титан», «Дельта» и «Атлас», созданных в свое время по правительственным заказам. Это привело к уменьшению полетов МТКК в интересах министерства обороны и, соответственно, к повышению его использования в гражданских исследовательских программах.

Из четырех уже проведенных к началу сентября нынешнего го-

Порядковый номер полета МТКК по программе	Порядковый номер полета МТКК в 1991 г.	Орбитальный корабль	Период полета
39-й	1	«Атлантис»	5—11 апреля
40-й	2	«Дискавери»	28 апреля — 6 мая
41-й	3	«Колумбия»	5—14 июня
42-й	4	«Атлантис»	2—11 августа
43-й	5	«Дискавери»	12—18 сентября
44-й	6	«Колумбия»	15 ноября

да полетов только один (40-й) был проведен в военных целях. В остальных на борту кораблей велись интенсивные медико-биологические, технологические и другие эксперименты.

Главной задачей 39-го полета было выведение в космос обсерватории GRO (Gamma Ray Observatory) для астрономических и астрофизических исследований в гамма-лучах. Около 60 млн долл. вложено в создание обсерватории Европейским космическим агентством (ESA). Она должна находиться на орбите в течение двух лет. Масса обсерватории 17,5 т, длина около 10 м, размах панелей солнечных батарей 21 м.

В ходе полета проводилась также серия биологических экспериментов по заказу Центра макромолекулярной кристаллографии Алабамского университета.

41-й полет по программе «Спейс Шаттл» впервые в истории американских космических полетов был целиком посвящен проведению медико-биологических экспериментов. Для этого в грузовом отсеке корабля впервые за последние 6 лет была вновь установлена европейская орбитальная лаборатория «Спейслэб» длиной 7 м и диаметром 4,8 м. По программе медицинских исследований экипаж провел разнообразные эксперименты. В их числе были эксперименты и с находящимися на борту 30 белыми крысами, и несколькими тысячами муз.

В 42-м полете на геостационарную орбиту высотой 35 000 км был выведен спутник-ретранслятор (TRDS) с массой более 2 т и стоимостью 120 млн долл. Спутник предназначен для улучшения связи наземных станций слежения с орбитальными многообразными кораблями и другими космическими аппаратами на низкой орбите. Проводились медико-биологические эксперименты по изучению воздействия невесомости на организм человека, наблюдения за озоновым слоем Земли, фотографирование земной поверхности и атмосферы, в частности, урагана в Тихом океане. Астронавты опробовали декомпрессионную камеру, которая в условиях невесомости должна обеспечивать отток крови от головы к ногам. Экипаж «Атлантика» зарегистрировал во время полета необычно высокую плотность облачного покрова Земли, что, вероятно, связано с извержением вулкана Пинатубо на Фи-

липпинах, а также продолжающимися пожарами на нефтепромыслах в Кувейте.

Aviation Week and Space Technology, 1991, 134, 13, 20

## Гигантский оползень на Венере

На радиолокационных изображениях поверхности Венеры, переданных автоматической межпланетной станцией «Магеллан» (Земля и Вселенная, 1991, № 4, с. 112) зарегистрирован гигантский оползень длиной 7,6 км и шириной около 3 км.

По словам научного руководителя проекта «Магеллан» в Лаборатории реактивного движения НАСА в Пасадене С. Саундерса, на изображениях, полученных 23 июля, четко видны следы оползня, которые отсутствовали на снимках, полученных в ноябре 1990 г., когда станция первый раз вела съемку этого района. Наиболее вероятной причиной появления оползня стал природный катаклизм, аналогичный 5-бальному по шкале Рихтера землетрясению на нашей планете. Полученные данные свидетельствуют о том, что на Венере идут активные геологические процессы.

Специалисты НАСА также сообщили, что с помощью «Магеллана» им удалось открыть на Венере самый длинный «канал» из известных в Солнечной системе. Это природное образование шириной 1,6 км протянулось примерно на 6760 км. По словам ученых, они пока не могут сказать, в результате каких процессов этот «канал» сформировался. С помощью «Магеллана» на Венере уже открыто большое количество подобных образований, но все они гораздо меньше, и некоторые из них явно были связаны с потоками лавы, вытекавшими при извержениях вулканов.

Напомним, что АМС «Магеллан» была выведена на траекторию перелета к Венере с борта многообразного космического корабля «Атлантис» 4 мая 1989 г. и 19 августа 1990 г., достигнув ее окрестностей, стала искусственным спутником этой планеты. С тех пор с помощью бортовой РЛС станция вела картографирование поверхности Венеры, скрытой мощным облачным покровом.

AP, U PI, 01.09.91

## Продолжаем Всесоюзный конкурс «Вперед, на Марс!»<sup>1</sup>

Тур XIII

Задание 41

Кто из космонавтов и астронавтов встречал Новый год в орбитальном полете?

Составьте таблицу с указанием фамилий, названий космических аппаратов, дат старта и посадки.

Задание 42

Искусственный спутник Земли движется по эллиптической орбите с высотой перигея 500 км и апогея 40 000 км. Требуется осуществить изменение орбиты, превратив ее в круговую. Возможны два варианта: высота круговой орбиты будет равна высоте перигея или высоте апогея.

Укажите величину импульса скорости, который нужно сообщить с помощью двигательной установки. В какой точке орбиты и как должен быть направлен вектор скорости этого импульса?

Г. А. ПОЛТАВЕЦ,  
профессор

---

<sup>1</sup> Продолжение. Начало см. Земля и Вселенная, 1991, № 2, с. 83

# Солнечное затмение 11 июля 1991 года

### Экспедиция в Южную Нижнюю Калифорнию

Солнечное затмение 11 июля 1991 г. можно назвать уникальным: оно продолжалось около 7 минут! В XX столетии таких было только пять: 18 мая 1901 г., 23 мая 1919 г., 8 июня 1937 г., 20 июня 1955 г. и 30 июня 1973 г. Еще одна особенность этого затмения заключается в том, что полоса его полной фазы прошла через астрономическую обсерваторию Мауна Кеа на Гавайских островах, густонаселенную Мексику с ее многомиллионной столицей и Центральную Америку, включая Коста-Рику, Колумбию и Бразилию. Затмение 1991 г. оказалось успешным для многих экспедиций, в том числе и для советской, направившей два отряда — один в Бразилию, другой — в Южную Нижнюю Калифорнию (или, как официально называется этот штат Мексиканских Соединенных Штатов, — Нижнюю Калифорнию Юг).

Советские астрономы наблюдали солнечное затмение в Мексике второй раз. Первая экспедиция была более 20 лет назад (Земля и Вселенная, 1970, № 5).

Мучительный процесс формирования состава экспедиции, трудоемкая подготовка аппаратуры, бесконечные телефонные звонки, совещания и поиски источников финансирования, погрузка и отправка морем нескольких тонн оборудования — все это, наконец, позади, и основной состав экспедиции около тридцати представителей самых различных регионов страны летят в столицу Мексики.

Как и в прошлом году во время экспедиции в районы Крайнего Севера на затмение 22 июля 1990 г. (Земля и Вселенная, 1991, № 1), Аэрофлот сделал все возможное, чтобы экспедиция состоялась. Решением Министерства гражданской авиации были даже сняты валютные доплаты за авиабилеты и разрешена их продажа за рубли. К сожалению, сильно возросшие цены не позволили некоторым органи-

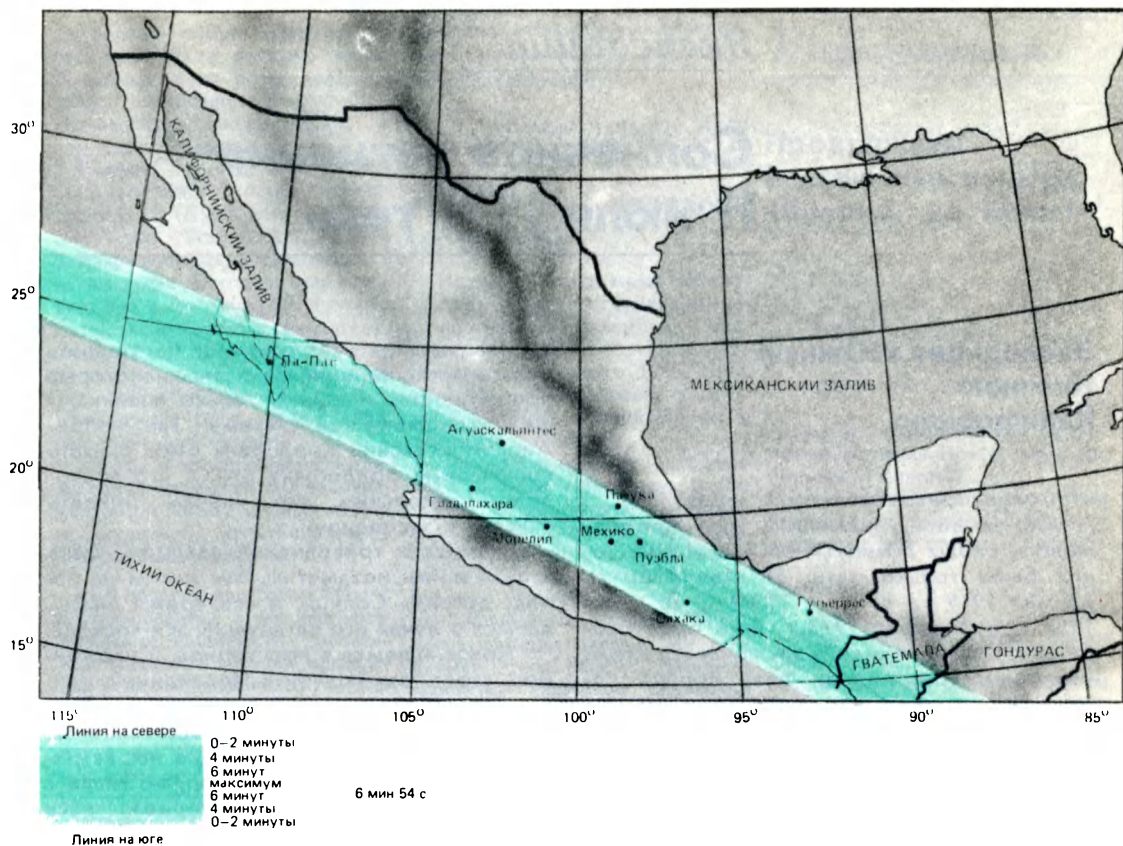
зациям послать всех, кто мог бы принять участие в экспедиции. Сказались некоторые преимущества и новой, только возникающей экономической системы. Так, например, Московский Кредобанк смог оказать финансовую поддержку ВАГО, что позволило нескольким его членам принять участие в экспедиции.

После всех треволений двадцать часов в пути почти незаметны. Мы летим на запад, догоняя Солнце, и все время оказываемся в лучах его затянувшегося восхода.

Приземляемся в просторном и ухоженном аэропорту Шэнон в Ирландии, а ранним утром следующего дня мы уже в тесном аэропорту Гаваны. День застаем в огромном и шумном Мехико, где нас встречают руководители экспедиции во главе с членом-корреспондентом Академии наук СССР В. В. Мигулиным. Время сейчас трудное, и без поддержки и помощи Президиума Академии экспедиция не состоялась бы.

Ночь провели в отеле с видом на ярко освещенный огнями Мехико. Постоянно шел дождь, и астрономы начали побаиваться за исход экспедиции. Но следующим утром мы уже держим путь дальше, в штат Нижняя Южная Калифорния, где, по свидетельству метеорологов, ожидаются наиболее благоприятные условия для наблюдения солнечного затмения. Главный город штата — Ла-Пас, что в переводе означает «мир». Весьма символично, что именно этот мирный городок собрал со всего света астрономов — как профессионалов, так и любителей, — туристов, репортеров, журналистов. Для небольшого полуострова это — величайшее событие. Эмблемы затмения буквально всюду: на майках, шапках, в витринах магазинов, на обложках журналов.

Наш груз уже прибыл в порт Вера-Круз (это на восточном побережье Мексики). Несколько дней мы с нетерпением ждем переправки груза в Ла-Пас. Тем временем в двух километрах от Ла-Паса в Независимом Университете штата Южная Нижняя Калифорния разбивается многонациональный лагерь. Торжественную церемонию



Полоса полного солнечного затмения, проходящая по территории Мексики

открытия лагеря возглавил губернатор штата Виктор Мануэль Руибаль. Здесь же члены Мексиканского национального комитета по затмению Иоаким Бохигас, Мануэль Осегера и Хосе Диас де Леон Алварес.

Наблюдательная площадка — большое футбольное поле. Здесь же в палатках расположились некоторые группы, но большинство, в том числе и мы, разместились в аудиторных корпусах университета. Это двухэтажные просторные галереи по периметру большого квадрата, окаймляющего уютный оазис из пальм и кустарников. Под сводами галереи — небольшие аудитории, превращенные в наши спальни. Почти всюду кондиционеры или большие вентиляторы, заменяющие люстры. В такой комнатке удастся сохранить прохладу, но стоит выйти на улицу, как сразу попадаешь «в духовку»: сухой, обжигающе горячий воздух, а температура в тени 40—45°.

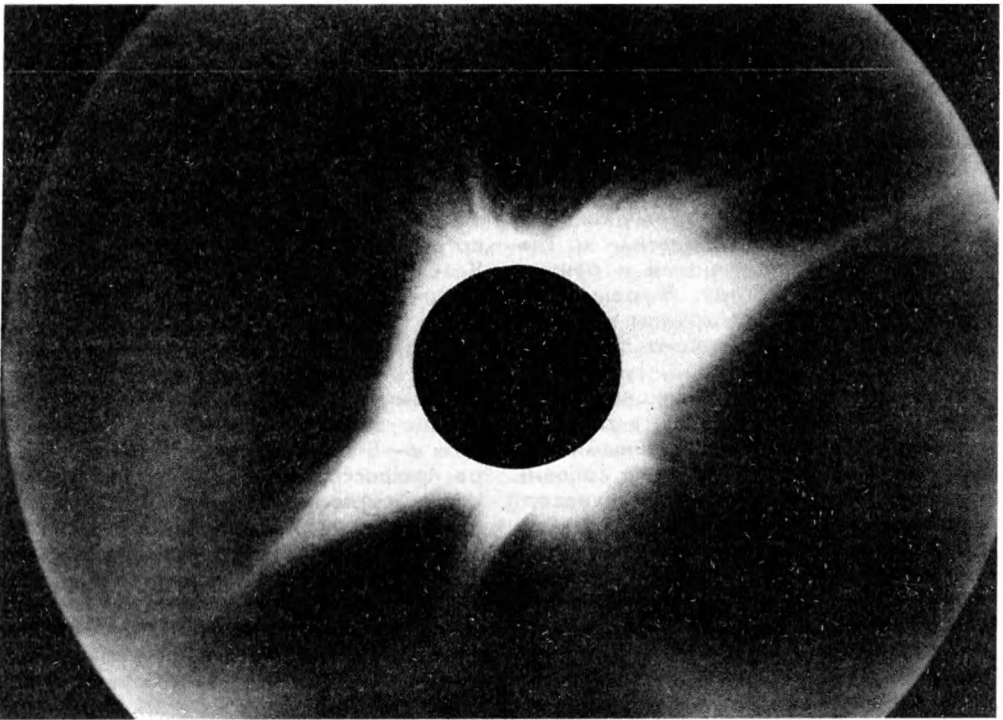
Но гораздо сильнее на нас действовала теплота совершенно другого рода — дружеское внимание, участие и забота хозяев.

Мария Гийермина, окончившая в Москве Университет им. Лумумбы, как и профессор океанологии Рауль Хорреа, прекрасно говорят по-русски. С ними мы не чувствуем никаких языковых барьеров. Шофер Хорхе Муньис, совершая с нами регулярные поездки в город и обратно, постоянно заботится о пополнении нашего испанского словарного запаса. Любимое его слово «бамос» — «поехали». Нам же вполне хватало одного «муча грасиас» («спасибо»). Употреблять его приходилось постоянно.

Незабываема картина торжественного открытия многонационального лагеря в университете, праздник в городе, концерты, посвященные затмению, фейерверки, прием у губернатора штата на его вилле у моря.

К жаре вряд ли можно привыкнуть; скорее, мы к ней приспособились: начинаем работать до восхода Солнца и после 4—5 часов пополудни, а в самое жаркое время приходится скрываться. Впрочем, радиоастрономы и некоторые «оптики» расположили свои приборы тут же, у стен факультета, приспособив помещения с кондиционерами для регистрирующей аппаратуры. Наконец, прибыл груз, и началась тру-





довая жизнь. Аппаратуру надо было установить практически за 10 дней, хотя обычно экспедиции выезжают за месяц, чтобы успеть до затмения использовать для калибровки аппаратуры полную Луну.

Из всех экспедиций наша была самой многочисленной. Помимо «классических» астрономов, наблюдающих в оптическом диапазоне, в нее входили три группы радиоастрономов: из Крымской астрофизической обсерватории (руководитель Ю. Ф. Юровский), Специальной астрономической обсерватории (руководитель А. Н. Коржавин) и Ленинградского университета совместно с Московским государственным техническим университетом (руководитель В. Г. Нагибеда). Все они исследовали структуру активных областей на Солнце, но в различных диапазонах (соответственно метровом, сантиметровом и миллиметровом).

«Оптики», собиравшиеся исследовать солнечную корону в оптическом диапазоне электромагнитных волн (видимая, ультрафиолетовая и инфракрасная области), естественно, слегка завидовали радиоастрономам, так как те почти не зависели от погоды (облака — не слишком большая помеха для радиоизлучения). Кроме того, «оптикам» в основном нужна почти полная фаза, когда яркость неба станет во много раз меньше, чем яркость короны. Радиоастрономы же используют каждый миг за-

Фотография солнечной короны, полученная при помощи радиального фильтра оригинальной конструкции научным сотрудником ИЗМИРАН Б. П. Филипповым (время экспозиции — 45 с на фотопленку ORWO WR1)

тмения, включая и частные фазы, так что продолжительность их эксперимента составила около трех часов.

Кроме того, крымская группа работала в контакте с радиоастрономами на Кубе, что позволило из двух различных точек вести панорамные наблюдения короны. Планы «оптиков» основывались на большой продолжительности затмения. В Ла-Пасе полная фаза длилась 6 мин 35 с. Это позволило выполнить фотометрические, поляризационные и спектральные наблюдения короны. Такие задачи стояли перед группами из ИЗМИРАНа и СИБИЗМИРа, Абастумани и Алма-Аты, ГАО АН СССР и ГАИШ МГУ. Впервые украинскими астрономами из Киева и Львова был организован совместный с американскими учеными эксперимент по определению диаметра Солнца (под руководством В. В. Тельнюка-Адамчука). Для этого в нескольких пунктах проводились точные измерения длительности полного затмения. Зная географические координаты мест наблюдений, можно вычислить диа-

метр Солнца с точностью, заметно превышающей обычные измерения. Это начало большой работы по исследованию возможных долгопериодических колебаний Солнца.

Суждено ли было сбыться всем этим планам? Оказывается, да! В день затмения уже с раннего утра всем стало ясно, что погода не подведет. Чистое, прозрачное утро, солнце сияет по-праздничному. Видимо, боги солнца и дождя — Тонатиу и Тлалок — сжалились над учеными и решили обеспечить ясную погоду. В результате практически все научные группы выполнили более или менее успешно свои программы.

Важной особенностью нынешней экспедиции было множество задач, в решении которых вместе с советскими учеными принимали участие наши зарубежные коллеги. Наиболее впечатляющим был международный эксперимент по изучению структуры и динамики солнечной короны по наблюдениям из разных пунктов, расположенных вдоль полосы полной фазы. В Ла-Пасе его выполнением руководил В. И. Макаров из ГАО АН СССР. Для осуществления проекта было разработано несколько однотипных установок с радиальным фильтром, опробованных еще в прошлом году (Земля и Вселенная, 1990, № 6). Теперь, помимо Ла-Паса, наблюдения велись на Гавайях и в Бразилии. Сейчас эти материалы находятся в обработке.

Эксперимент по исследованию поляризации короны с радиальным фильтром оригинальной конструкции, но с более короткофокусным инструментом (2 м), был выполнен в Ла-Пасе сотрудником ИЗМИРАНа Б. П. Филипповым. На снимке, полученном им, хорошо видна структура короны: множество коротких и длинных прямых лучей. Надо отметить, что группа наблюдателей из ИЗМИРАНа (Москва) под руководством Р. А. Гуляева выполнила целый ряд изящных научных экспериментов.

Можно отметить и советско-голландский эксперимент (руководители Т. Юрненс из Гронингена и автор этой статьи), в котором для определения структуры и движений вещества в короне были использованы два спектрографа (один с фотографической регистрацией, другой — с

ПЗС-матрицей) и видеокамера, позволявшая получить качество изображения, сравнимое с тем, что дало использование радиальных фильтров.

Ряд совместных экспериментов возник уже на месте в результате живого контакта с зарубежными коллегами во время подготовительных работ. Так произошло с весьма интересной задачей, поставленной сотрудницей Астрофизического института КазССР Л. И. Шестаковой (руководитель группы А. К. Айманов). По ее предсказаниям, в короне должно существовать яркое кольцо вокруг Солнца, связанное с испарением межпланетной пыли, непрерывно выпадающей на Солнце. По ее расчетам, кольцо должно наблюдаться на расстояниях 6—8 радиусов от Солнца. Аппаратура профессора Д. Айдевайа из Аризоны оказалась полезной в этом эксперименте, и работа стала совместной.

Группа СИБИЗМИРа под руководством В. И. Скоморовского получила крайне любопытные изображения короны в инфракрасных лучах. Руководитель этой группы продемонстрировал в действии разработанный и сделанный им первый советский «Дейлайт»-фильтр. За рубежом аналогичный фильтр доступен каждому, кто располагает двумя тысячами долларов. Фильтр Скоморовского, быть может, даже лучше: в красной линии водорода он позволяет в небольшой телескоп видеть не только протуберанцы, но и структуру хромосферы на солнечном диске.

Особого внимания заслуживает тщательно организованный эксперимент грузинской группы из Абастумани под руководством В. И. Кулиджанишвили. Ученые привезли персональный компьютер и в память ЭВМ вводили параметры короны на различных расстояниях от края.

Успешное наблюдение полного солнечного затмения 11 июля 1991 г. продемонстрировало не только рост международных связей, но и, будем надеяться, новый этап в развитии советской науки.

Э. В. КОНОНОВИЧ,  
доцент МГУ имени М. В. Ломоносова

## Экспедиция в Бразилию

Известно, что полоса полной фазы солнечного затмения 11 июля 1991 г. пересекала Гавайские острова, ряд стран Центральной Америки и Бразилию. Наиболее благоприятным по прогнозам погоды были Гавайские острова и Южная часть Калифорнийского полуострова, в частности, район Ла-Паса. Невысокие шансы успешных наблюдений короны в Бразилии, небольшая высота Солнца ( $18-20^\circ$ ), меньшая, по сравнению с Мексикой, продолжительность полной фазы привели к тому, что практически все научные экспедиции разных стран разместились на Гавайских островах или в Мексике. Но наблюдения короны в Бразилии в рамках Международного проекта «IMSE 91» (Земля и Вселенная, 1990, № 6, с. 29) могли бы дать уникальный материал о начальных и конечных стадиях выбросов коронального вещества, о вращении короны и другую ценную информацию, так как различие во времени между моментами полной фазы на Гавайских островах и Бразилией составляло 3 часа.

Наблюдения данного затмения стали особенно актуальными после того, как американская космическая станция SMM прекратила существование. Запуск японского солнечного спутника «SOLAR A» (при участии США) ожидался в августе 1991 г. Солнечная обсерватория «SOHO» (совместный проект Европейского космического агентства и НАСА) начнет работу не ранее 1995 г. Поэтому понятно, что международная астрономическая общественность уделила большое внимание организации наблюдений короны в различных пунктах полосы полной фа-

зы. Экспедиция АН СССР, возглавляемая членом-корреспондентом В. В. Мигулиным, состояла из двух отрядов: мексиканского (начальник — Ю. В. Платов) и бразильского (начальник — И. С. Ким).

Обычно длительность солнечного затмения не превышает семи минут. Продлить наблюдения можно, организовав «погоню» за лунной тенью, как это, например, сделали французские астрономы в 1973 г. во время полета над Африкой сверхзвукового самолета «Конкорд» (Земля и Вселенная, 1991, № 5, с. 33). Второй путь — наблюдения однотипными инструментами, расположенными вдоль полосы полной фазы. Подобные наблюдения были осуществлены советскими астрономами во время затмения 1936 г., когда полоса полной фазы проходила по территории СССР от Урала до Дальнего Востока. Тогда шесть 5-метровых коронографов, получивших название «стандартных», были установлены в шести пунктах. В четырех из них получены фотографии короны, свидетельствующие о временных изменениях в структуре, струйчатом строении корональных лучей, вращении короны вместе с Солнцем.

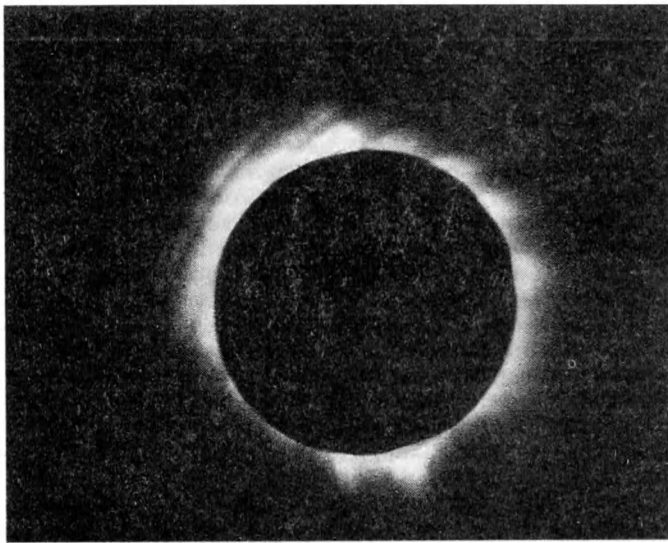
Американские астрономы в 1963 г., а затем советские и французские ученые в 1973 г. модифицировали этот проект, предложив использовать радиальный фильтр и многоцветную фотографию, которая позволила бы разделить разнотемпературные области. Однако успешное и полное осуществление этого проекта не удавалось либо из-за плохой погоды, либо из-за недостаточно высокого качества изображения. Новая попытка реализации проекта была предпринята во время затмения 11 июля 1991 г. Международный проект получил название «IMSE 91» («In-

ternational Multi Station Experiment 1991») и включал фотографирование солнечной короны с высоким пространственным разрешением на цветную и черно-белую пленки с помощью однотипных коронографов, расположенных на острове Мауна Кеа, Ла-Пасе и Бразилии. Руководитель проекта — Джек Зеркер (обсерватория Сакраменто Пик, США), автор — Серж Кучми (Институт астрофизики, Франция), заместитель — И. С. Ким (ГАИШ МГУ).

В Бразилии был утвержден национальный проект «ECLIPSE 91», главным координатором которого назначен Оскар Тошиаки Мацуура из Института астрономии и геофизики университета Сан-Паулу.

Успешная «репетиция» проекта «IMSE 91», проведенная во время предыдущего затмения (22 июля 1990 г.), показала, что необходима организация двух наблюдательных пунктов в Бразилии. Выбор остановился на небольших городках с населением 30—40 тыс. жителей, расположенных в штате Амазонас: **Тефе**, в котором базировался отряд из пяти советских и семи бразильских участников, и **Маникоре**, где было пять советских и одиннадцать бразильских участников.

Научная программа экспедиции предусматривала проведение двух основных («IMSE 91» и «CORONA E» и семи дополнительных проектов. Задача проекта «IMSE 91» заключалась в исследовании механизмов нагрева солнечной короны. Ряд предложенных теорий, объясняющих нагрев короны МГД-волнами, магнитным пересоединением или высокоскоростными выбросами вещества, до сегодняшнего дня не имеют убедительных наблюдательных подтверждений. Поэтому особенно важно было получение изобра-



Интерферограмма солнечной короны в «зеленой» линии ( $\lambda = 5303 \text{ \AA}$ ), полученная в Тефе И. В. Голубковой, Д. А. Смирновым и А. Суза де Асизом

жений короны с высоким пространственным разрешением, разделенных интервалом времени в несколько часов.

Проект «CORONA E» включал поиск возможных районов ускорения солнечного ветра. Оборудование было достаточно сложным и включало целостаты, коронографы, твердотельные эталоны Фабри-Перо, узкополосные интерференционные фильтры, усилители изображения, блоки электроники, обеспечивающие питание оборудования. Две идентичные установки были размещены в Тефе и Маникоре.

Предусматривалось также фотографирование короны и проведение широкоугольной киносъемки хода затмения на цветную обратимую пленку. Ученые Абастуманской астрофизической обсерватории планировали получить спектр обращаемого слоя, поляризационные снимки, фильтрограммы монохроматической короны и

изображения «белой короны».

Сотрудники университета Сан-Паулу, Национальной лаборатории астрофизики в Итажубу и Национальной обсерватории университета Рио-де-Жанейро предполагали получение спектра внешней короны Солнца.

1 июля 1991 г. после мучительных процедур, связанных с получением виз и отправкой оборудования, бразильский отряд, наконец, вылетел рейсом Аэрофлота «Москва — Буэнос-Айрес» и к вечеру того же дня прибыл в г. Салвадор, где советских ученых встретили Оскар Мацуура и Джоаким Оливейр. На следующий день оборудование перегрузили на самолет ВВС. Поздно ночью члены экспедиции были уже в Тефе. Во время этого длительного (но захватывающего!) перелета через всю Бразилию, участники экспедиции получили первое представление об этой удивительной стране.

На следующее утро члены экспедиции разделились на два отряда: один — остался в Тефе, другой отправился на самолете в Маникоре. Кампус Авансадо, где разместился первый отряд, распо-

ложен на окраине Тефе и принадлежит Федеральному университету Джуиса де Фора.

Участники второго отряда разместились при содействии мэра Маникоре в частных домах, оборудованных под гостиницы. Священник местной католической церкви падре Себастьян Асиз Корвало выделил комнаты в помещении церкви для хранения и предварительной юстировки аппаратуры. Он же разрешил разбить наблюдательную площадку на берегу реки Мадейры (территория, принадлежащая церкви).

Оставалась всего лишь неделя для сооружения фундаментов, установки целостатов, юстировки, проведения генеральной репетиции. Местные власти Тефе и Маникоре обеспечили помощь в электрификации и охране наблюдательных площадок. Фактически за очень короткий срок были построены две портативные солнечные обсерватории.

Программы наблюдений на каждом инструменте рассчитывались с точностью до секунд. На магнитофон был записан счет времени, под который обычно проводятся наблюдения. Облачная погода, а ее вероятность для Бразилии была очень велика, могла свести к нулю затраченные усилия. Поэтому изготовленные дубли-инструменты, установленные в Тефе и Маникоре, удваивали шансы на успех.

В день затмения погода в Тефе была прекрасной. Корону наблюдали почти на ясном небе. Слабые облачка собравшиеся вокруг Солнца, не закрывали внутреннюю и среднюю корону. Зато в Маникоре ученым не повезло. В день затмения была сплошная облачность, временами шел мелкий дождь. Но благодаря разделению экспедиции на два отряда основная наблюдательная программа была выполнена.

Всем советским участникам экспедиции навсегда запомнится исключительно доброжелательное отношение местного населения и бразильских коллег, живо интересовавшихся жизнью русских и, в свою очередь, охотно знакомивших нас с местными обычаями, кухней, фольклором. Несмотря на высокую температуру (38—40 °С в тени), большую влажность, тропические ливни, сменявшиеся палящим солнцем, ужасающее количество москитов и другие неудобства, неизбежные в столь удаленных и труднодоступных районах, все участники сохраняли работоспособность, юмор и дружеское расположение. Обилие экзотических фруктов, растений, редких экземпляров бабочек, попугаев и других пред-

ставителей местной флоры и фауны, по-видимому, с лихвой компенсировали трудности быта.

Включение в состав каждого отряда врача оказалось обоснованным в связи с эпидемией холеры, вспыхнувшей в этих районах Бразилии (правда, за все время в экспедиции не было зарегистрировано ни одного даже легкого заболевания).

Работа бразильско-советской экспедиции подробно освещалась как местной, так и центральной прессой. В ежедневных репортажах рассказывалось о жизни в экспедиции. Советские участники дали интервью комментаторам и журналистам местного радио и газет.

После затмения в Сан-Паулу состоялось рабочее совещание, на котором ученые

предложили организовать кооперативную программу для наблюдений предстоящего полного солнечного затмения в 1994 г., когда полоса полной фазы пересечет Тихий и Атлантический океаны и пройдет по ряду стран Южной Америки.

Н. И. ДЗЮБЕНКО,  
доктор физико-математических наук  
Киевский государственный университет  
И. С. КИМ,  
кандидат физико-математических наук  
ГАИШ МГУ  
О. Т. МАЦУУРА,  
доктор Института астрономии и геофизики университета Сан Паулу (Бразилия)

## Информация

### Еще один портрет Венеры

Изображения Венеры, полученные американским межпланетным зондом «Магеллан», охватывают около 130 тыс. км<sup>2</sup> северного полушария этой планеты (Земля и Вселенная, 1991, № 4, с. 112,—

Ред.). На снимках отчетливо видны необычно светлые горы Фрейя Монтеc. Специалисты выдвигают два возможных объяснения: или эта горная система много моложе, чем хребты, расположенные к северу от нее, или же она сложена особыми геологическими породами (например, пиритами железа). В обоих случаях отражение радиосигнала усиливается, и изображение становится ярче.

Ущелья и долины, спрятавшиеся среди темноватых хребтов, по-видимому, частично залиты лаво-

выми потоками. Ровная поверхность, заметная на части снимков, представляет собой северную окраину равнины Лакшми Планум, на которой тоже есть следы активных вулканических процессов.

Science News, 1991, 139, 9.

# Международное сотрудничество

## Что такое АРАБСАТ?

Г. В. СИЛЬВЕСТРОВ  
Институт государства и права АН СССР

### КАК СОЗДАВАЛАСЬ ЭТА СИСТЕМА

15 лет назад арабские государства заключили соглашение об организации системы региональной спутниковой связи АРАБСАТ (Arab Satellite), открывшее новый этап их сотрудничества.

Идея собственного арабского спутника высказывалась Арабским институтом информации. В последующем ее не раз обсуждали на различных региональных форумах, проводились исследования, показывающие, что существовавшие средства наземной связи не могут полностью удовлетворить потребностей арабских стран, а строительство новой сети ретрансляционных станций грозит затянуться на долгие годы и обойдется весьма дорого. Поэтому отдали предпочтение спутниковой связи.

Первая Арабская конференция по космической связи (Оман, 1972 г.) одобрила проект арабской системы спутниковой связи. Через два года представители национальных администраций по вопросам телекоммуникаций, единодушно проголосовали за создание АРАБСАТ. А еще через два года министры связи и телекоммуникаций 21 арабского государства подписали в Каире Соглашение об учреждении Арабской организации спутниковой связи, вступившее в силу 31 октября 1976 г. Членами организации могут

**Современную систему международных коммуникаций невозможно представить без космической связи. Универсальные международные системы спутниковой связи (ИНТЕЛСАТ, ИНМАРСАТ, «Интерспутник») давно и прочно завоевали себе место в этой системе. В удовлетворении потребностей государств и народов в разнообразных видах связи все большее значение приобретают региональные системы спутниковой связи, к ним относятся и система АРАБСАТ.**

быть только арабские государства, входящие в Лигу арабских государств (ЛАГ). Этим объясняется ее характер, закрытый для вступления третьих стран. Однако в соглашении специально предусматривается юридическое различие в статусе участника организации и «пользователя». Если первым может быть только государство, являющееся членом ЛАГ, то круг «пользователей» системы космической связи Соглашение не ограничивает.

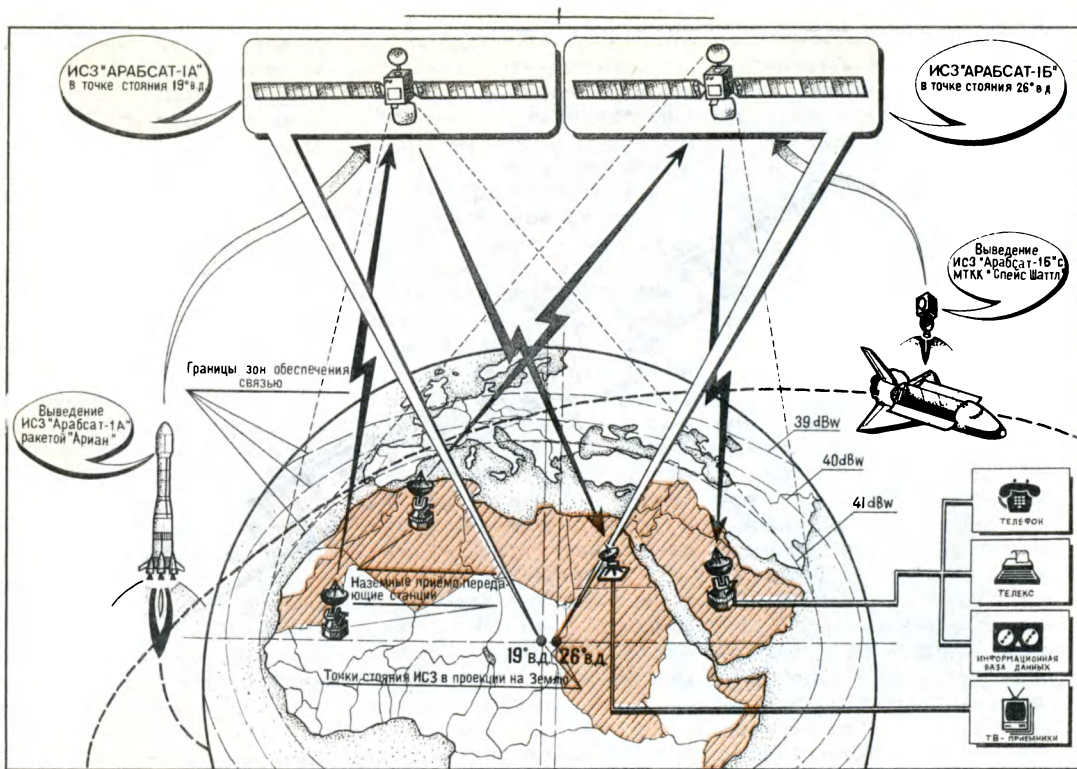
Деятельность Организации включает предоставление услуг по обеспечению телефонной, телеграфной, телексной связи, передаче телепрограмм между наземными станциями. Кроме того, предусматривается возможность осуществления организацией космических исследо-

ваний, использования спутников в целях метеорологии, навигации и т. д. АРАБСАТ призвана содействовать также развитию национальной космической индустрии стран-участниц, помогать им в создании наземных станций, связанных со спутниками организации, содействовать широкому обмену радио- и телепрограммами между арабскими странами. Организация имеет право осуществлять также любую другую деятельность, которая будет соответствовать ее уставным целям и будет одобрена ее руководящими органами.

### УСТРОЙСТВО И ФИНАНСИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

Собственно система космической спутниковой связи состоит из космического и наземного сегментов. Наземный сегмент включает станции приема и передачи сигналов, ретрансляционную сеть, станции контроля и слежения и иное оборудование, необходимое для эксплуатации системы. Организация координирует строительство и деятельность наземных станций, проводит единую техническую политику, вырабатывает единые стандарты для обеспечения совместимости наземного сегмента с ядром системы-спутниками связи.

Космический сегмент АРАБСАТ состоит из двух



спутников, находящихся на геостационарной орбите. Один из них — функционирующий, а второй находится в резерве для замены первого спутника в случае необходимости. Существует и запасной третий спутник в ангаре на Земле.

Спутники были произведены французским аэрокосмическим консорциумом «Аэроспатиаль». Консорциум осуществил также выведение спутников и их вспомогательное обслуживание. Все это обошлось АРАБСАТ в 134 млн. долл.

Первоначально предполагалось запустить спутники на орбиту в 1982 г., однако по ряду причин лишь в 1985 г. АРАБСАТ перешла к эксплуатационному этапу. 8 февраля с космодрома Куру во французской Гвиане стартовала ракета-носитель «Ариан-3», которая вывела на геостационарную орбиту первый спутник «АРАБСАТ-1А». 17 июня «АРАБСАТ-1В» был запущен с борта американского ко-

Схема функционирования системы связи «АРАБСАТ». Два находящихся на геостационарной орбите спутника держат в зоне видимости все арабские страны, связь между которыми и обеспечивает Организация

Рис. А. Н. Балденкова

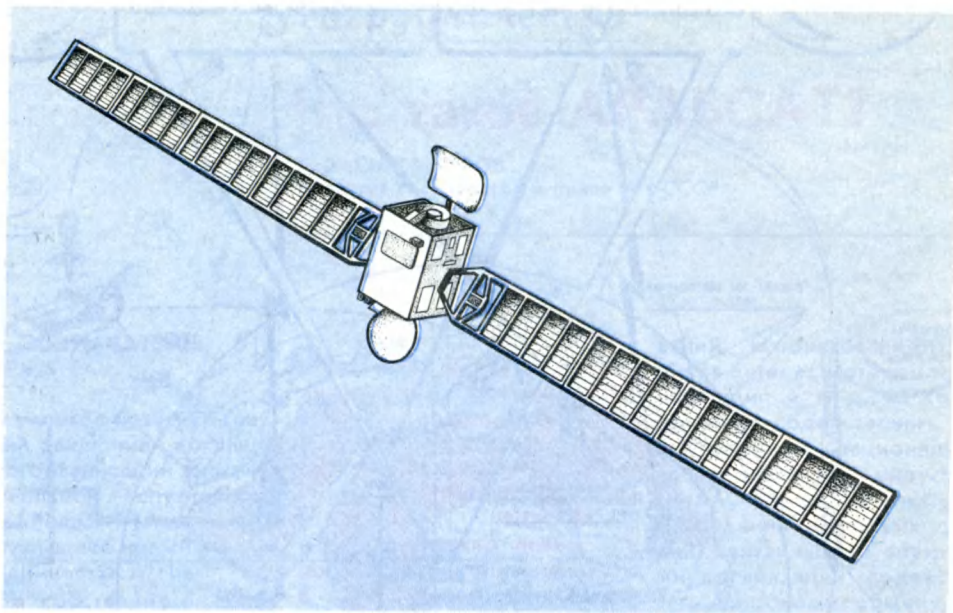
орбита многоразового использования «Спейс Шаттл». Понадобилось еще время для наладки, поэтому как единая система АРАБСАТ начала действовать только в 1986 г.

На каждом из спутников «АРАБСАТ-1» имеется 26 передатчиков, позволяющих осуществлять связь от станции к станции на частотах 4/6 Гц, и непосредственный прием информации населением на частотах 2,5 Гц. Каналы распределены следующим образом: 1 канал — для непосредственного телевизионного пан-арабского вещания, 14 каналов телефонной службы, 1 — регио-

нальная телевизионная служба, 1 — для связи в чрезвычайных ситуациях, 9 каналов — для аренды пользователями местных служб связи.

Важное значение имеют финансовые вопросы. Первоначальный капитал организации был определен в 100 млн долл. США. Он был разделен на тысячу паев и каждый из участников приобрел определенное их количество в соответствии с предполагаемой степенью использования космического сегмента АРАБСАТ. Так, например, доля Саудовской Аравии составила 26,6 %, Ливии — 18,2 %, Египта — 10,4 %, и т. д. Замыкают список участников Сомали — 0,3 %, Мавритания — 0,2 % и Палестина — 0,2 % уставного фонда. Долевое участие каждого члена может пересматриваться в зависимости от соотношения с реальным использованием им услуг системы.

Существуют три основных



источника финансовых поступлений в АРАБСАТ. В-первых, установленные взносы государств-членов в уставной фонд организации. В-вторых, доходы от оплаты использования услуг связи клиентами. В-третьих, доходы от иных видов деятельности АРАБСАТ как системы телерадиовещания (в частности, о. о. замена телепродукцией с другими странами).

Капитал АРАБСАТ быстро увеличивается: к 1988 г. ее уставной капитал превышал 400 млн долл. Однако Организация сталкивается и с определенными финансовыми трудностями. Так, в 1986 г. дефицит бюджета составил 43 млн долл. США, а в следующем 1987 г. долги выросли уже до 80 млн.

Сочетание в АРАБСАТ характеристик международной организации и международной корпорации проявляется и в порядке распределения получаемой прибыли. Доходы, получаемые организа-

Так выглядят спутники «АРАБСАТ-1». Технические характеристики: масса при запуске РА «Ариан» — 1145 кг, при запуске МТКК «Спейс Шаттл» с блоком РАМ-D — 1270 кг, на орбите — 592 кг. Размеры: 2,26 × 1,64 × 1,49 м. Размах солнечных батарей: 20,7 м. Срок активного существования ≥ 7 лет. На спутнике установлены 25 передатчиков, работающих на частоте 4/6 Гц, обеспечивающих 8000 телефонных каналов и 7 ТВ программ и 1 передатчик, работающий на частоте 4/2,5 Гц, обеспечивающий полупередачу ТВ-информации на 3-метровую наземную антенну

цией от эксплуатации системы, распределяются в соответствии с коммерческим принципом «по капиталу», т. е. пропорционально долевого участию каждого члена в капитале организации.

#### УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

Управление АРАБСАТ осуществляется тремя главными

органами: Генеральной Ассамблеей, Советом директоров и Исполнительным органом. Высшая власть в организации возлагается на Генеральную Ассамблею, в которую входят министры, возглавляющие национальные ведомства в области электросвязи в странах-участницах. Каждое государство имеет один голос в Ассамблее. Она определяет общую политику организации, определяет планы развития системы и решает другие технические расценки за пользование космическим сегментом, направляет директивы и рекомендации нижестоящим органам, утверждает ежегодный бюджет организации, принимает финансовые и административные регламенты, правила, процедуры, разрешает споры между членами организации и выполняет множество других функций.

Совет директоров организации состоит из девяти членов, имеющих по одному го-



лосу, причем пять членов Совета не избираются, а направляются государствами, занимающими первые пять мест в списке вкладчиков в капитал АРАБСАТ. Остальные четыре члена Совета избираются на два года Генеральной Ассамблеей из других членов организации. Совет директоров воплощает в жизнь общую политику и планы, принятые Генеральной Ассамблеей.

Повседневная деятельность по управлению АРАБСАТ и реализации планов и программ осуществляется исполнительным органом во главе с Генеральным директором организации.

Штаб-квартира Организации находится в Эр-Рияде, столице Саудовской Аравии — крупнейшего пайщика в Организации; там же находится и ведущая в системе станция телеметрии, контроля и слежения — ключ к космическому сегменту АРАБСАТ.

В процессе запуска и размещения спутников на орбите возникли неполадки с некоторыми системами спутников, в частности, с солнечной антенной, в результате которых срок жизнедеятельности спутников сократился на 10 %. Однако не только технические проблемы тормозят развитие АРАБСАТ. Организация не сумела достичь оптимальной эффективности использования систем связи прежде всего из-за политических проблем. Разногласия между участниками сказываются на их взаимодействии, на финансировании организации и снижают эффективность ее действия. Непредсказуемость развития событий на Ближнем Востоке, гражданские войны, возможные резкие изменения политических курсов отдельных арабских стран — все это затрудняет деятельность АРАБСАТ.

И все-таки Организация достигла немалых успехов. Наличие общих интересов и

потребностей позволяет прогнозировать, что раньше или позже финансовые трудности будут преодолены и система выйдет на стадию бескризисного развития. Система доказала свою необходимость и жизнеспособность, преодолела самый сложный организационный этап. На 1992 г. уже запланировано выведение на орбиту спутников второго поколения.

Сегодня, когда арабский мир переживает нелегкие времена, положительный опыт регионального сотрудничества приобретает особое значение как фактор стабилизации. История создания и деятельности АРАБСАТ свидетельствует: покоряются любые высоты, в том числе космические, если во главу угла ставятся интересы мира и развития, если интересы каждой страны гармонично сочетаются с интересами сообщества в целом.

## Информация

### Вулкан «помолодел»

В горах Юкка (штат Невада, США) находится давно погасший вулкан Латроп — Уэллс. Как считают специалисты, в последний раз он извергался около 270 тыс. лет назад и ныне никакой опасности не представляет. Однако к совершенно иному выводу пришла группа геологов и геофизиков из Университета штата Нью-Мексико (Альбу-

керке, США), заново изучившая в 1990 г. этот район. Ученые оценили степень эрозии и развития почвы на склонах этого сложенного вулканическим пеплом конуса и сравнили его характеристики с характеристиками аналогичного конуса в юго-восточной Калифорнии (возраст около 15—20 тыс. лет). Предположили, что возраст и Латроп — Уэллса вряд ли больше.

Изучение вулкана Латроп — Уэллс — далеко не умоглядная проблема. Несколько лет назад район вблизи горы Латроп — Уэллс выбран для создания первого в США хранилища высокорadioактивных отходов атомной промышленности. Активизация сравнительно моло-

дого вулкана способна вызвать изменения в гидрологической системе данного района, например спровоцировать подъем уровня грунтовых вод. А это может вывести радиоактивные отходы в окружающую среду со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Однако высказываются и противоположные мнения: извержение даже относительно молодого вулкана Латроп — Уэллс природного равновесия в горах Юкка существенно не нарушит и угрозы хранилищу атомных отходов не вызовет.

Science News, 1990, 137, 26

---

## Гипотезы, дискуссии, предложения

---

### На чем держатся кольца планет

Н. Н. ГОРЬКАВИЙ,  
кандидат физико-математических наук  
Симейская научная база Астрономического совета АН СССР  
А. М. ФРИДМАН,  
доктор физико-математических наук  
Астрономический совет АН СССР

---



Кольца Урана

Авторы разработали теорию коллективных и столкновительных процессов в кольцах планет (Государственная премия СССР за 1989 г.). На ее основе была предсказана система новых спутников Урана. В результате сближения в августе 1989 г. аппарата «Вояджер-2» с Нептуном [Земля и Вселенная, 1991, №№ 2, 3] получены новые подтверждения созданной модели образования колец планет.

#### НЕ ПРИВЛЕКАЯ «ПАСТУХОВ»

В 1979 г. «Вояджеры» открыли прозрачное кольцо Юпитера, и стало ясно, что наличие колец — закономерность в системах внешних планет (к тому времени в 1977 г. уже были открыты кольца Урана).

В 1980—1981 гг. ученые недоверчиво разглядывали полученные из космоса снимки колец Сатурна. С Земли кольца казались гладкими и блестящими, а вблизи превратились в подобие граммофонной пластинки, так как состояли из множества более узких колечек, причем среди них обнаружили несколько узких, плотных эксцентриситетных колечек — аналогов девяти колец Урана.

Эксцентриситетные кольца доставили массу хлопот теоретикам: по всем «нормальным» законам механики они должны быть неустойчивыми. Американские ученые предложили устойчивую модель колец, допустив, что каждое из колечек сопровождается парой невидимых спутников-«пастухов», не позволяющих частицам кольца разбежаться в разные стороны.

Модель подтвердилась на одном, самом внешнем из эксцентриситетных колец Сатурна — кольце F. И вот «Вояджер-2» подлетает к Урану, и снова только внешнее кольцо планеты оказалось под опекой «пастухов», у остальных колец не было обнаружено ни одного спутника ожидаемых размеров. Более того, после пролета «Вояджера» проблема устойчивости усугубилась: оказалось, планета имеет очень протяженную верхнюю атмосферу, поэтому получалось, что из-за аэродинамического трения кольца должны упасть на планету через считанные миллионы лет. Причем удержать

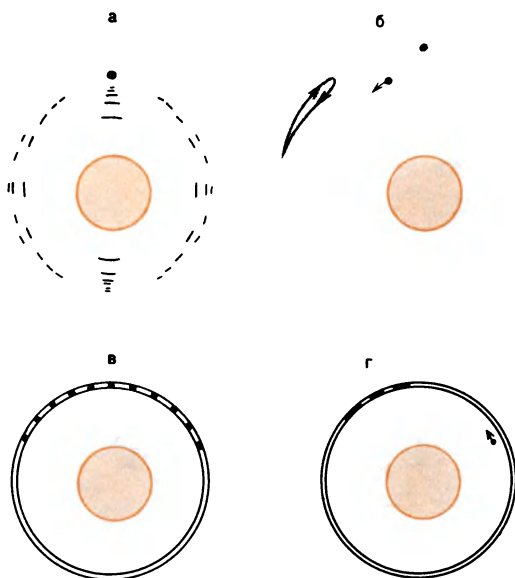
их не смогут даже спутники-«пастухи» (если предположить, что их размеры не превышают 10 км и поэтому они не были открыты «Вояджером»).

Еще более «патологическими» выглядели изредка регистрируемые в середине 80-х годов кольца, вернее, «дуги» Нептуна. Данные о них приводились крайне недостоверные. Бесспорно было только одно — достаточно плотные арки резко обрывались вдоль орбиты. Что могло преодолеть мощное дифференциальное вращение и расплывание дуги вдоль орбиты?

Модели с «пастухами» и тут пользовались бесспорным предпочтением среди теоретиков. По одной из них на орбите вместе с дугами должен находиться массивный спутник, удерживающий дуги в точках Лагранжа, отстоящих на  $60^\circ$  вдоль орбиты в ту и другую сторону от спутника. По другой модели дуги удерживаются резонансным влиянием внешнего неоткрытого спутника на наклонной орбите, образуя симметричный узор вокруг планеты.

Подходы, предполагающие жесткий контроль за динамикой вещества колец со стороны спутников-«пастухов», строились на основе классических задач небесной механики, где всегда присутствуют несколько гравитирующих центров (задача N тел). Поэтому кольца стали моделироваться из пробных частиц, которые могут организовывать структуры только под действием гравитационных полей крупных спутников.

Альтернативная концепция колец, разрабатываемая авторами данной статьи, предполагает способность колец к самоорганизации. В 1988 г. нами была высказана гипотеза, согласно которой дуги Нептуна — плотные части непрерывных колец (это существенно облегчает решение проблемы устойчивости дуг без привлечения «пастухов»). В 1989 г. Н. Н. Горькавым предложена конкретная модель устойчивых дуг Нептуна без «пастухов». По этой модели, дуги Нептуна представляют собой набор из нескольких десятков плотных вихрей с обратным вращением, как бы нанизанных на стабилизирующее прозрачное и непрерывное пылевое кольцо, невидимое с Земли. Частицы в таких вихрях движутся по закону Кеплера и имеют одинаковые большие полуоси орбит, что обеспечивает их равные периоды обращения и нерасплывание вдоль орбиты. А. М. Фридман заметил, что такие вихри подобны антициклонам в дифференциально-вращающейся атмосфере и напоминают Большое Красное Пятно Юпитера. Нужно отметить, что вихри с подобной организацией движения частиц рассматривал еще в 1943 г. К. Вайцзеккер



Теоретические модели арок Нептуна, предложенные до пролета его «Вояджером-2»: Голдрайха-Тремейна-Бордери (а), Лиссауэра (б), Горькавого (в), и вид внешнего кольца Нептуна по данным, полученным «Вояджером» (г)

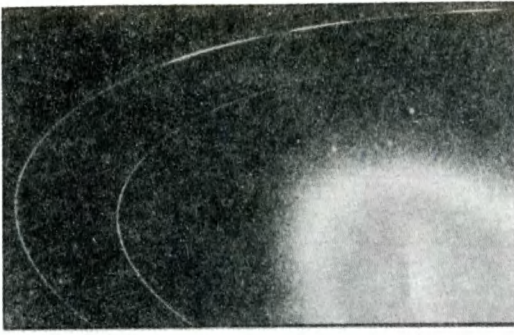


Эпиклический вихрь (эпитон) в пылевом кольце. Стрелками соответствующей длины показаны скорости частиц вихря и пылинок кольца

в своей космогонической модели происхождения планет.

## ОТКРЫТИЕ СОСТОЯЛОСЬ, ВОПРОСЫ ОСТАЮТСЯ

«Вояджер» безжалостно разбил классическую небесномеханическую модель. Он сфотографировал два узких, очень прозрачных и непрерывных колечка (и еще два совсем малозаметных пылевых). На внешнем кольце оказались нанизаны три плотных, ярких дуги. Ни расположение дуг, ни фотографии, полученные с «Вояджера», не



Два наиболее плотных кольца Нептуна. На внешнем кольце видны арки



Структура, образовавшаяся при фотографировании цепи движущихся сгущений внутри дуги. Расстояние между сгущениями, по оценкам американских специалистов, 100—200 км

содержали даже намек на существование «пастуха», ограничивающего движение частиц по орбите. Кольцам Нептуна, «попирающим законы небесной механики», было посвящено интервью с ведущими специалистами проекта «Вояджер» в «Нью-Йорк таймс» от 15 декабря 1989 г. Все они говорили о возбуждении, царящем среди теоретиков, и о неспособности ранее существовавших моделей объяснить наблюдаемую картину.

С другой стороны, как легко может убедиться читатель, гипотеза самоорганизующихся колец хорошо согласуется с данными «Вояджера-2». Впрочем, даже в такой ситуации поверить в столь экзотическую теорию было трудно. Решающим доводом стало открытие «Вояджером-2» регулярной цепи сгустков внутри отдельных дуг. Фотографии, на которых удалось их зафиксировать, были впервые опубликованы в декабре 1989 г. Таким образом, безоговорочно подтвердилась предложенная модель дуг Нептуна, по которой вихри-бусины нанизаны на нитку непрерывного кольца.

Интересно, что только случай помог открыть эти сгущения внутри дуги. Дело в том, что экспозиция при съемке составляла десятки секунд. За это время вихри пролетают вдоль орбиты многие сотни километров, оставляя на фотографии длинный трек. Если бы этот снимок был сделан покоя-

щимся наблюдателем, то треки слились бы в одну светлую линию. Но «Вояджер» летел со скоростью 19 км/с, и, как ни старались ученые скомпенсировать эту скорость движением телекамер, следы отдельных вихрей на фотографии удачно сместились и не наложились друг на друга.

Запечатленная картина отличается от ожидаемой только тем, что вихри не распределены равномерно вдоль всей орбиты (как предполагали, считая, что вихри отталкиваются друг от друга при гравитационном взаимодействии), а образуют скопления в виде дуг. Последующий аналитический и компьютерный анализ показал — вихри обмениваются угловым моментом друг с другом посредством вомущения пылевого кольца. Это приводит к сближению далеко отстоящих вихрей. Притяжение на больших расстояниях и отталкивание вблизи приводят к тому, что вихри уравниваются на расстоянии 100—200 км друг от друга (размер самих вихрей около 20 км), образуя регулярную цепь.

Исследование этого удивительного, ранее неизвестного ученым типа устойчивых космических объектов только начинается. Возникает много новых вопросов. Так, протопланетный и протоспутниковый диски, как и планетные кольца, — тоже дифференциально-вращающиеся диски неупругих макрочастиц. Неужели фантастические структуры в кольцах планет не имеют аналогов в протопланетном диске? Неужели динамика протодисков была скучнее и беднее процессов в современных кольцах?

Научная значимость проекта «Вояджер» уникальна, проект практически завершил эпоху «великих географических открытий в Солнечной системе», где не исследованным вблизи остался только крошечный Плутон с, по-видимому, единственным спутником Хароном.

Будущие проекты предусматривают создание искусственных спутников планет-гигантов. В 1989 г. в США запущен аппарат «Галилей», который выйдет в 1995 г. на орбиту вокруг Юпитера, где проведет около двух лет и осуществит зондирование атмосферы планеты (Земля и Вселенная, 1990, № 1, с. 70.— Ред.). На 1996 г. планируется старт к Сатурну аппарата «Кассини» (см. «Земля и Вселенная», 1990, № 4, с. 47). Авторы статьи совместно с В. А. Мининым выдвинули проект «Кронос» — зондирования колец Сатурна с касательной траектории. Это позволило бы получить уникальные данные, например, решить окончательно вопрос о существовании «пастухов» вблизи эллиптических колечек и сфотографировать составляющие их кольца частицы.

## **ВПЕРВЫЕ!**

### **Европейская международная встреча наблюдателей планет и комет МЕРСО'92**

**Фиолау, Германия (Бавария) 1992 Международный Год Космоса, 18—21 сентября 1992 г.**

Более десяти лет мы, «Рабочая группа наблюдателей планет Германии», устраиваем встречи наблюдателей планет и комет, которые ежегодно собирают более сотни любителей астрономии из германоговорящих регионов.

В 1992 г. впервые мы хотим пригласить наблюдателей комет и планет со всей Европы и остального мира, чтобы раскрыть новые перспективы для европейских любителей астрономии.

Официальным языком встречи будет английский.

Мы предлагаем:

- уникальную атмосферу встречи и прекрасные ландшафты;
- проведение конференции, размещение и обеспечение участников — в одном здании, в знаменитом Брудер-Клаус Хайме обсерватории Фиолау;
- протоколы заседаний, включенные в стоимость взноса;
- астро-геологическую экскурсию с научным руководством.

Полный взнос за все, включая документы конференции, размещение, обеспечение и экскурсию — всего лишь около 200 немецких марок (около 650 франц. франков).

Для предварительной регистрации и за дальнейшей информацией свяжитесь, пожалуйста, с Вольфгангом Мейером, Martin str. 1, D — (W) 1000 Berlin 41, Germany

## **ВЫШЕЛ ИЗ ПЕЧАТИ**

Атлас звездного неба, сообщение о котором было опубликовано в № 1, 1991 г. нашего журнала, вышел из печати. Распространение атласа осуществляется Центральным советом (103001 Москва, Садовая-Кудринская, 24) и следующими отделениями ВАГО:

1. Хабаровское — 680670, Хабаровск, центр, ул. Тургенева, 74  
Госгеонадзор ХО ВАГО
2. Новосибирское — 630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10  
НИИГАиК НО ВАГО
3. Киевское — 252053, Киев, ул. Обсерваторная, 3  
Астрономическая обсерватория КО ВАГО
4. Минское — 220600, Минск, ул. Варвашени, 10—12, Зап. ТИГГН  
МО ВАГО
5. Узбекистанское — 700000, Ташкент, ГСП, ул. Урицкого, 7, корп. 3,  
Ср. азиат. ТИГГН, уз. ВАГО
6. Санкт-Петербургское — 196140, Санкт-Петербург, Пулковое, Главная  
астрономическая обсерватория АН СССР

Заявки, полученные Центральным советом ВАГО на приобретение атласов, направлены в указанные отделения с учетом месторасположения адресов заказчиков.

Объявленная предполагаемая цена Атласа увеличивается в связи с инфляцией, значительным подорожанием бумаги и полиграфических услуг.

	Пн.	Вт.	Ср.	Чт.	Пт.	Сб.	Вс.	Пн.	Вт.	Ср.	Чт.	Пт.	Сб.	Вс.	Пн.	Вт.	Ср.
Январь			1 ☿♁	2	3 ♀♁♁ ♁♁♁	4 ●	5 ♁♁♁ ♁♁♁	6 ♁♁♁	7 ♁♁♁	8	9	10 ♀♁♁	11	12	13 ☾	14	15
Февраль						1 ♁♁♁♁ ♁♁♁♁♁ ♁♁♁♁♁	2	3 ●	4	5	6	7 ♀♁♁	8 ♀♁♁	9	10	11 ☾	12 ♀♁♁
Март							1 ♁♁♁	2 ♁♁♁	3	4 ●	5	6 ♀♁♁ ♁♁♁	7	8	9 ♀♁♁	10	11
Апрель			1 ♀♁♁	2	3 ●	4	5 ♀♁♁	6	7	8 ♀♁♁	9	10 ☾	11	12	13 ♀♁♁	14	15
Май					1 ♀♁♁	2 ●	3	4	5	6	7	8	9 ☾	10 ♀♁♁	11	12	13
Июнь	1 ●	2	3	4	5	6	7 ☾ ♀♁♁	8	9	10	11	12	13 ♀♁♁	14	15 ○	16 ♁♁♁ ♁♁♁	17 ♁♁♁
Июль			1	2 ♀♁♁	3	4 ♀♁♁	5	6 ♀♁♁	7 ☾ ♁♁♁	8	9 ♁♁♁	10	11	12	13	14 ○ ♁♁♁ ♁♁♁	15 ♁♁♁
Август						1 ♀♁♁	2 ♀♁♁	3	4	5 ☾	6	7 ♀♁♁	8	9	10 ♁♁♁	11	12 ♁♁♁
Сентябрь		1	2	3 ☾	4	5	6 ♁♁♁ ♁♁♁	7	8	9 ♁♁♁	10	11	12 ○	13	14	15 ♀♁♁	16
Октябрь				1	2	3 ☾ ♁♁♁	4 ♁♁♁	5	6 ♁♁♁	7	8	9	10	11 ○	12	13	14
Ноябрь							1	2 ☾ ♁♁♁	3	4	5	6	7	8	9	10 ○	11 ♀♁♁
Декабрь		1 ♀♁♁	2 ☾	3	4	5	6	7	8	9 ○ ♁♁♁ ♀♁♁	10	11	12 ♁♁♁	13	14	15	16 ♁

### Астрономические знаки и обозначения:

- |               |              |              |              |             |
|---------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| ☉ - Солнце    | ♁ - Уран     | ♊ - Водолей  | ♋ - Рак      | ♏ - Стрелец |
| ☾ - Луна      | ♁♁ - Нептун  | ♋ - Рыбы     | ♌ - Лев      | ♐ - Козерог |
| ♁ - Марс      | ♁♁♁ - Плутон | ♍ - Овен     | ♎ - Дева     |             |
| ♁♁ - Меркурий | ♁ - Земля    | ♏ - Телец    | ♏ - Весы     |             |
| ♁♁♁ - Юпитер  |              | ♐ - Близнецы | ♐ - Скорпион |             |
| ♀ - Венера    |              |              |              |             |
| ♁♁♁♁ - Сатурн |              |              |              |             |

В этом Календаре числа, соединения, противостояния и элонгации планет. Солнечные затмения отмечены знаком новолуния, закрытым знаком Солнца, лунными затмениями — знаком Земли, закрывающим знак Луны. Фазы Луны в соединениях

с планетами указаны приближенно: все фазы между новолунием и полнолунием указаны знаком D, а фазы между полнолунием и новолунием знаком Q. Вступление Солнца в тот или другой знак Зодиака аст-

Чт.	Пт.	Сб.	Вс.	Пн.	Вт.	Ср.	Чт.	Пт.	Сб.	Вс.	Пн.	Вт.	Ср.	Чт.	Пт.	Сб.	Вс.	Пн.	Вт.
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
			☉	☽	☽		☾						☽		☽				
				☽	☽		☾						☽		☽				
				☽	☽		☾						☽		☽				
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29			
						☾										☽			
						☾										☽			
						☾										☽			
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
☽				☽	☽	☾		☽						☽		☽			☽
				☽	☽	☾		☽						☽		☽			☽
				☽	☽	☾		☽						☽		☽			☽
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
			☽	☽		☾								☽		☽			
			☽	☽		☾								☽		☽			
			☽	☽		☾								☽		☽			
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
						☾									☽				
						☾									☽				
						☾									☽				
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30							
	☽		☽		☾			☽				☽							
	☽		☽		☾			☽				☽							
	☽		☽		☾			☽				☽							
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
☽			☽		☾				☽				☽		☽				
			☽		☾				☽				☽		☽				
			☽		☾				☽				☽		☽				
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
☽							☽		☽					☽		☽			☽
							☽		☽					☽		☽			☽
							☽		☽					☽		☽			☽
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
☽				☽		☾													
				☽		☾													
				☽		☾													
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
	☽		☽		☾			☽						☽		☽			
	☽		☽		☾			☽						☽		☽			
	☽		☽		☾			☽						☽		☽			
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
			☽					☽		☽					☽		☽		
			☽					☽		☽					☽		☽		
			☽					☽		☽					☽		☽		
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
	☽			☽		☾				☽									
	☽			☽		☾				☽									
	☽			☽		☾				☽									

- - новолуние
- ☽ - первая четверть
- - полнолуние
- ☾ - последняя четверть
- - Вступление Солнца в знак Зодиака
- ☽ - Стояние
- ☽ - Соединение
- ☽ - Противостояние
- ☽ - Элонгация
- ☽ - Максимум метеорного потока
- ☽ - Солнечное затмение
- ☽ - Лунное затмение

рономическое явление, означающее, что долгота Солнца становится равной  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ...  $330^\circ$ ,  $360^\circ$ . Долготы отсчитываются по эклиптике от точки весеннего равноденствия. Напомним, что вступление Солнца в тот или иной знак Зодиака не совпадает со временем «вступления» Солнца в соответствующее зодиакальное созвездие. Как известно, наблюдаемое рас-

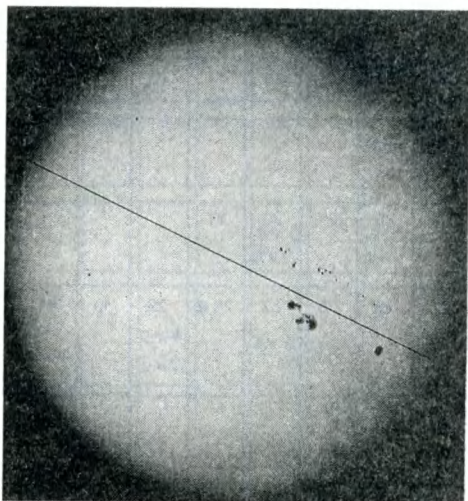
хождение произошло, во-первых, из-за прецессии, которое сдвигает точку пересечения небесного экватора с эклиптикой, и, во-вторых, из-за того, что современные границы созвездий проведены произвольно. Поэтому, например, 20 марта (день весеннего равноденствия) Солнце в созвездии Рыб (в созвездии Овна оно вступает 18 апреля). Например, 1 февра-

ля произойдет четыре события: Марс соединяется с Нептуном, Уран с Луной, Нептун соединяется с Луной, Венера с Луной.

Редакция журнала «Земля и Вселенная» благодарна редколлегии «Астрономического календаря», которая, отвечая на просьбы наших читателей, предоставила данный материал для раздела «Справочник наблюдателя».

## Информация

### Солнце в июне — июле 1991 года



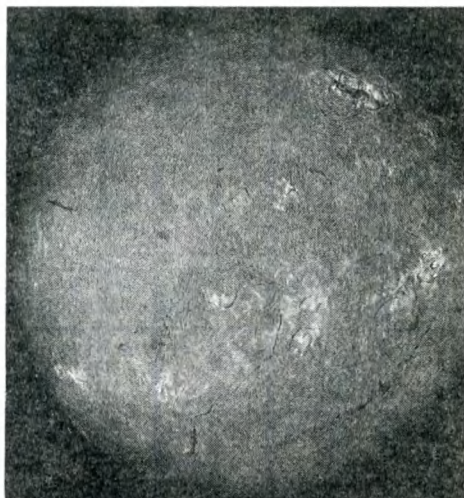
Фотосфера Солнца 27 июня 1991 г. Это типичная картина солнечного диска в июне — июле 1991 г.

(Снимок получен Т. А. Говориной в Байкальской астрофизической обсерватории СибИЗМИР 27 июня 1991 г.)

После довольно глубокой депрессии в конце апреля и большей части мая активность Солнца начала возрастать. В июне среднее значение числа Вольфа (W) составило порядка 180. На диске находилось 7—11 небольших групп пятен по обе стороны от экватора до широт примерно  $20^\circ$ . Эту довольно типичную картину послемаксимальной фазы цикла нарушало пятно, вышедшее из-за восточного края диска в северном полу-

шарии в начале июня. Оно выделялось не только своими большими размерами и сложностью структуры, но и удаленностью от экватора (широта его  $30^\circ$ ).

В июле пятен стало еще больше. В первой декаде насчитывалось от 12 до 17 групп пятен, а индекс W превысил отметку 200, достигая в отдельные дни 250. Во второй декаде активных областей стало меньше, от 6 до 11, величина W в середине месяца опустилась до 120—130.



Хромосфера Солнца 13 июня 1991 г. Справа вверху расположена активная область, с которой были связаны мощные протонные вспышки (Снимок получен А. В. Боровиком на хромосферном телескопе Байкальской астрофизической обсерватории СибИЗМИРа)

В последней декаде июля значение W вновь возросло до 200 при числе групп 10—12.

Увеличение групп пятен в июне — июле сопровождалось возрастанием хромосферной активности в виде ярких флоккулов, темных волокон и т. д. В начале июня наблюдались сильные протонные вспышки, связанные, по-видимому, с мощным очагом пятнообразования в северном полушарии, где в июне доминировало упоминавшееся крупное высокоширотное пятно. Следует заметить, что на фазе спада цикла число протонных вспышек обычно возрастает.

**В. Ф. БАНИН**,  
кандидат  
физико-математических наук  
С. А. ЯЗЕВ



## Дж. Оллок: ветераны по-прежнему в строю

Это снова ему удалось! 25 марта 1991 г. в 4 ч. 35 мин., просматривая небо в бинокль 10×50, сквозь двойные стекла своей квартиры, Джордж Оллок, один из старейших и опытнейших наблюдателей Великобритании, обнаружил «лишнюю» звезду 5<sup>m</sup> в созвездии Геркулеса. Это было его пятое зарегистрированное открытие Новой. До этого за ним числились следующие открытия:

Объект	Дата обнаружения Оллоком
Комета 1959 IV (Комета Оллока 1959e)	24 августа 1959 г.
Комета 1959 VI (Комета Оллока 1959f)	30 августа 1959 г.
Комета 1963 III (Комета Оллока 1963b)	1 марта 1963 г.
Комета 1965 IX (Комета Оллока 1965h)	26 сентября 1965 г.
HR Del (=Новая Дельфина 1967 г.)	8 июля 1967 г.
LV Vul (=Новая Лисички № 1 1968 г.)	15 апреля 1968 г.
V368 Set (=Новая Щита 1970 г.)	31 июля 1970 г.
NQ Vul (Новая Лисички 1976 г.)	21 октября 1976 г.
Комета 1983 VII (Комета ИРАС-Араки-Оллока 1983d)	1976 г.
Вспышка RS Oph	3 мая 1983 г.
	30 января 1985 г.

Циркуляр МАС № 5222 сообщил, что 24,781 марта Новую Геркулеса обнаружил на фотопленке, отснятой при проведении патрульной съемки неба Мацуо Сугано (Япония). Он оценил

блеск звезды в желтых лучах в 5,4<sup>m</sup>. Оллок, открывший Новую 25,187 марта сообщил о блеске 5<sup>m</sup>. Дальнейшие наблюдения показали плавное уменьшение блеска Новой. Измерение точного положения, произведенное на фотопластинке Д. Бачинским дало следующие координаты звезды:  $\alpha=18^{\text{h}}44^{\text{m}}12,01^{\text{s}}$  и  $\delta=+12^{\circ}10'44,3''$ . (Эпоха 1950.0 г.)

До появления астрономической фотографии астрономы открывали Новые визуально, невооруженным глазом. Случалось такое крайне редко, так как вспышки Новых с блеском 1—3<sup>m</sup> происходят не чаще одного раза в столе-

многочисленные любители. В 50-х годах нашего столетия века разрыв между этими величинами решил заполнить Оллок. Он начал регулярные поиски, полагая, что большинство Новых с блеском в пределах 5—7<sup>m</sup> проходят незамеченными.

Затратив годы наблюдений в бинокль, Оллок запомнил расположение тысяч (!) звезд вдоль Млечного Пути. Первые результаты появились через десятилетия. Теперь большинство «ловцов Новых» пользуется разработанной Оллоком методикой: звезды до 7,5—8,5<sup>m</sup> запоминаются в виде маленьких «созвездий», которые умещаются в поле зрения бинокля. Каждый наблюдатель рисует в воображении свои очертания этих «созвездий». После того, как сотни таких фигур прочно закрепились в памяти наблюдателя, просматривая их из ночи в ночь, он легко обнаруживает каких-либо «пришельцев». Эта методика привлекает своей простотой. Ведь, чтобы сделать открытие, не нужно ничего, кроме бинокля и терпения. Последнее — самое важное в процессе поиска, считает Оллок. Его статистика показывает, что он потратил в 1989 г. на поиски 293 ч. 23 мин, в 1990 г. — 223 ч. 35 мин. В январе 1991 г. — 22 ч. 30 мин, в феврале 3 ч. 59 мин, в марте — 10 ч. 11 мин.

IAU Circular, N 5222  
The Astronomer, 1991, 27, 252

## Уроки в Звездной школе

С какого возраста следует знакомить детей с космосом, с миром небесных светил? Думается, что на этот вопрос нет определенного педагогически обоснованного ответа. Однако дети 5—6 лет часто задают довольно серьезные астрономические вопросы. Поэтому у сотрудников Ярославского планетария появилась мысль создать для малышей Звездную школу, где могли бы учиться даже дошкольники.

Первый учебный год начался 1 октября 1990 г., а окончился 1 мая 1991 г. В школу принимались все желающие (без какого-либо специального отбора) в возрасте от 5,5 до 10 лет. Всего было набрано 12 групп по 13 че-

ловек в каждой (при строгой дифференциации возраста). Школа действовала на основе хозрасчета.

Так как ребята изучали астрономию, английский язык, компьютеры и рисование, то школу решили назвать «Кругозор». Уроки проводились дважды в неделю (по 30 минут каждый).

Автор данной заметки преподавала в этой школе астрономию, поэтому остановлюсь только на этом предмете. Была составлена программа по астрономии, включающая 55 уроков. В основу практической работы были положены следующие педагогические принципы: свобода обучения, осуществление образно-художественного строя всего обучения, переход от образного и художественного восприятия материала к интеллектуальному. Мы

старались не загружать память ребенка, а развивать его способность чувствовать и созидать, учить ребенка познавать природу, формировать его мировоззрение и воспитывать художественный вкус.

К сожалению (или, быть может, к счастью!), не было опыта обучения малышей астрономии, поэтому все пришлось создавать заново. Прежде всего, требовалась соответствующая детская астрономическая литература, которой очень мало. Нашим учебником по астрономии стала книга Е. П. Левитана «Малышам о звездах и планетах» («Педагогика», 2-е изд., 1986), определившая построение и форму начальных сведений по астрономии для малышей. Большую помощь оказали нам и другие книги (Б. Левина и Л. Радловой

«Астрономия в картинках», А. Гурштейна «Люди и звезды», А. Сухоруковой «Пароль — БТА», Ал. Свиридова «Ракеты», а также статьи и заметки в журналах «Наука и жизнь», «Трамвай», «Веселые картинки».

Уроки обычно проходили в форме рассказа, беседы или игры. Оказалось, что дети с удовольствием слушают рассказ преподавателя, но его необходимо сопровождать показом слайдов или картинок. В условиях планетария это оказалось довольно просто, так как планетарии располагают различными наглядными пособиями, начиная от слайдов и кинофильмов и кончая искусственным звездным небом и школьным телескопом.

Существуют специальные серии слайдов («Астрономия для детей» и «Космонавтика для детей») и диафильмы. Но, пожалуй, интересней всего проходили уроки в форме игры. К сожалению, астрономических игр мало, а потому приходилось их

придумывать самим. Кстати, в этом творческом процессе дети тоже активно участвовали.

Наши маленькие ученики получали домашние задания, связанные с простейшими астрономическими наблюдениями: например, внимательно посмотреть вечером на Луну и рассказать, какой она была. Выполнять эти задания детям помогали родители.

Мы проводили и «контрольные работы», используя прием, предложенный Е. П. Левитаном в упомянутой выше книге. После каждой пройденной темы мы «получали» послание Гнома Недоучкина, в котором ребята должны были находить допущенные ошибки. Кроме того, дети разгадывали астрономические кроссворды, с удовольствием собирали и отгадывали астрономические загадки.

Думается, что все это было доступно и интересно ребятам. Хотя, справедливости ради, надо отметить, что фактически

пришлось иметь не одну, а две программы, так как дети 5,5—7 лет еще не могут усвоить того, что вполне доступно 8—10-летним. Это относится и к форме проведения уроков: с малышами не нужно стараться проводить обычные уроки.

Весьма вероятно, что нам не все удалось, но, по-видимому, данный опыт заслуживает внимания. Я обращаюсь ко всем авторам детской астрономической литературы, астрономических слайдов и детских диафильмов с просьбой помочь нам, прислав хотя бы по одному экземпляру пособия.

В 1991—1992 гг. «Кругозор» продолжит свои занятия. В Звездную школу придут новые маленькие слушатели, а некоторые из ребят продолжат занятия во 2-м классе. Хотелось бы еще лучше подготовиться к работе с ними.

*И. А. СТАМЕЙКИНА,  
г. Ярославль*

## Информация

### Нейтринный телескоп

Американские ученые разработали проект нейтринного телескопа, в котором средой для улавливания нейтрино, выделяемых далекими галактическими образованиями, будет служить участок ледового покрова Антарктики объемом  $1 \text{ км}^3$ . При этом регист-

рация нейтрино будет осуществляться по вызываемому ими свечению при взаимодействии со льдом.

Новый телескоп будет аналогичен используемому японскими учеными нейтринному детектору, в котором взаимодействующей средой служит вода. По расчетам, «ледяной» телескоп позволит улавливать потоки нейтрино от космических источников с энергией на три порядка выше, чем его водяной аналог.

В «ледяном» телескопе будут использоваться фотоумножитель-

ные камеры (как и в водяном аналоге). При этом, благодаря охлаждению льдом, камеры будут иметь более высокую чувствительность, и кроме того, они будут изолированы от земной радиоактивности.

Предварительные испытания идеи «ледяного» телескопа проводятся Висконсинским университетом на леднике в Гренландии.

New Scientist, 1991, 1755, 24.

---

## Любительское телескопостроение

---

### Часовой механизм без червячной пары

---

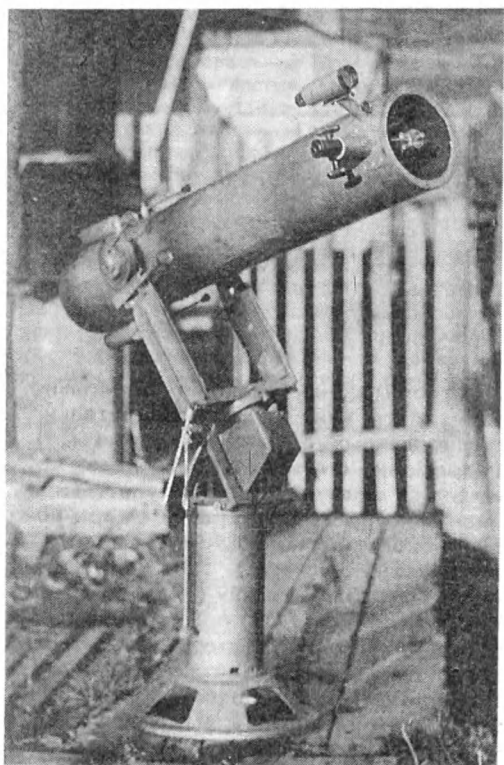
В истории профессионального и любительского телескопостроения было предложено много конструкций механизмов, позволяющих телескопу отслеживать суточное движение светила: рычаг с винтом и возвратной пружиной, механизм Гамона, червячная пара и др. (Земля и Вселенная, 1982, № 1, с. 77.— Ред.). Однако червячная пара сложна и дорога в изготовлении, а винт с возвратной пружиной дает неравномерное вращение.

Я сконструировал и построил для своих телескопов иные механизмы. В качестве «сердца» устройства взял известную с древних времен передачу, состоящую из шкива и гибкого элемента (ленты или троса). Подобные механизмы в виде блоков с перекинутыми через них веревками, широко использовались для перемещения крупных телескопов Ян Гевелий, Уильям Гершель и лорд Росс. В начале нашего века Ж. Саже попытался возродить и усовершенствовать этот «такелажный» принцип управления движением телескопа, устройства простого и доступного большинству любителей. Несмотря на очевидные недостатки (громоздкость, необходимость крепления к стенам обсерватории) это устройство можно рекомендовать для английской сборки телескопа.

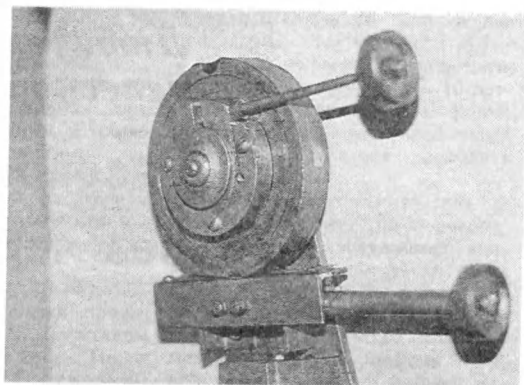
Я попытался использовать «такелажный» принцип для управления движением своих телескопов. Ползунок в моих устройствах прочно соединен болтами с гайкой, которая, как и в устройстве Ж. Саже, перемещается продольно при вращении винта. В более совершенном механизме, который приводится в движение электродвигателем, гайка-шестеренка (17) способна совершать только вращательное движение. При этом винт (12) начинает перемещаться в ней продольно и толкать ползунок (8). Устройство работает следующим образом: после наведения телескопа на объект диск (1) фиксируем при помощи тормозов (2) к полярной оси (3). Синхронный электродвигатель часового механизма приводит во вращение гайку-шестеренку (17) при враще-

нии которой в ней начинает продольно перемещаться винт (12), предварительно зафиксированный с помощью гайки (19). Одновременно с винтом (12) начинает перемещаться ползунок (8), поступательное движение которого преобразуется при помощи гибкого элемента (5) во вращательное движение диска (1). Для коррекции движения ослабляем гайку (19) и производим вращение винта (12) при помощи ручки (13) в ту или другую сторону, в зависимости от смещения объекта. Часовой механизм при этом не отключается. В качестве гибкого элемента лучше всего использовать металлическую ленту, а в качестве гайки-шестерни — шестерню от небольшой червячной пары, предварительно нарезав резьбу в ее центральном отверстии. Диск можно изготовить практически из любого достаточно прочного материала, даже из дерева, только при этом на него необходимо надеть металлический обод.

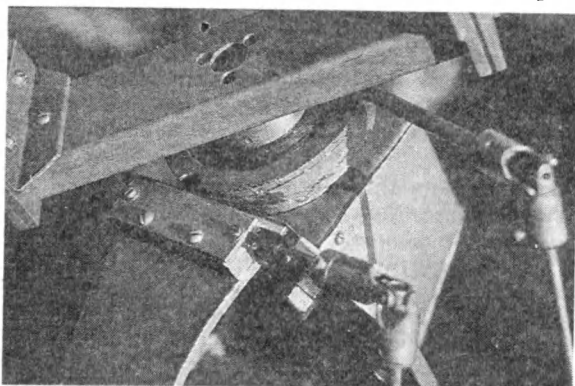
Следует обратить внимание на то, что концы гибкой ленты крепятся к противоположным концам ползунка после их перекреста. Необходимо также обеспечить достаточное натяжение ленты. Данное устройство можно использовать в упрощенном варианте (без двигателя и гайки-шестерни). Для этого необходимо нарезать резьбу в отверстиях ограничительных упоров (18). Вместо диска (1) рациональнее использовать рычаг, изготовленный в виде сектора круга. Рычаг желательно делать длиннее, в результате снижаются требования к жесткости остальных элементов устройства. Если используется синхронный мотор, то расчет элементов устройства производится следующим образом. Вначале определяем длину окружности диска. Далее определяем на сколько миллиметров перемещается винт (12) за один оборот гайки-шестерни (17) и сколько необходимо совершить ей оборотов, чтобы за сутки диск (1) совершил один оборот. Затем, исходя из скорости вращения мотора, определяем параметры редуктора. Обычно любитель использует тот мотор и редуктор, который ему удалось



120-миллиметровый самодельный телескоп-рефлектор с часовым механизмом без червячной пары



а



б

Узлы для перемещения оси склонения (а) и оси прямого восхождения (б)

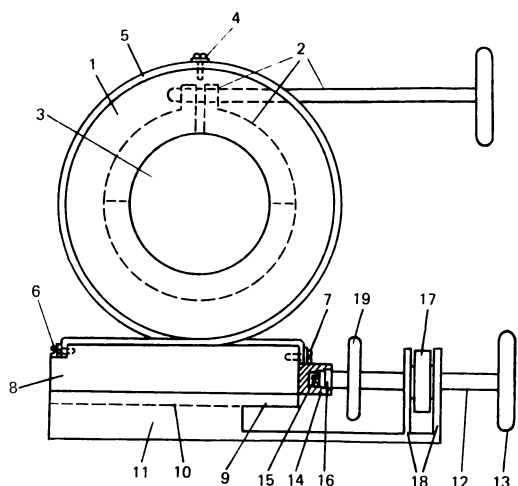


Схема устройства для перемещения осей телескопа

достать. Поэтому, проще всего при подборе числа оборотов, изменить радиус круга или шаг резьбы винта.

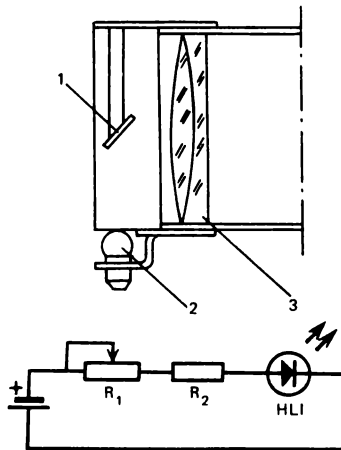
Мне хочется, чтобы описание часового механизма моего телескопа, помогло читателю преодолеть серьезное препятствие при конструировании телескопа.

А. Д. Белкин  
(630010, Новосибирск-10, ул. Черенкова,  
дом 54)

# Подсветка креста нитей в окуляре

Все способы подсветки креста нитей в окуляре, описанные в литературе, достаточно сложны и требуют доработки или вообще переделки всего окулярного узла. В то же время существует весьма простой метод, не требующий какой-либо переделки астрономического прибора, несложный в изготовлении и наладке. Суть его заключается в подсветке фона неба, на котором четко выделяются нити окуляра. Такая подсветка затрудняет гидирование по слабым звездам, однако в большинстве случаев этот недостаток окупается простотой изготовления.

Нужно расположить перед объективом источник рассеянного света. В простейшем виде это может быть светоотражающая пластинка со светлой поверхностью (например, алюминиевая пластинка). Устройство может быть выполнено в виде металлического обруча, надеваемого на объектив. Размеры пластины составляют



Электрическая схема подсветки 30-миллиметрового гида самодельного астрографа

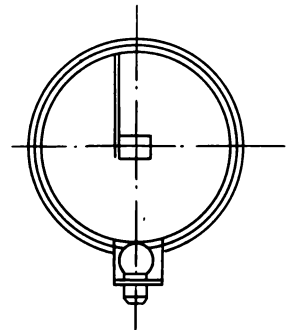


Схема подсветки креста нитей в окуляре. 1 — светоотражающая пластинка, 2 — источник света, 3 — объектив

10—15 % от диаметра объектива, что практически не сказывается на качестве изображения. Для подсветки ги-

да своего астрографа (Земля и Вселенная, 1989, № 3, с. 77.— Ред.) я использовал светодиод, укрепленный на стальной пластинке в центре объектива. Переменным резистором регулируется яркость подсветки фона неба.

Б. И. ПАНФИЛОВ  
(428003, Чебоксары,  
пр. Ленина,  
дом 21, кв. 23)

## Информация

### Новый субмиллиметровый телескоп

Мощный телескоп для исследований в субмиллиметровой части спектра планируется установить на горе Мауна-Кеа, где уже нахо-

дится много других крупных астрономических инструментов.

Этот инструмент, именуемый STA («Submillimeter Telescope Array» — «Телескопная субмиллиметровая сеть») будет состоять из шести подвижных антенн диаметром по 6 м каждая. Работая совместно, они создадут эквива-

лент одного гигантского телескопа диаметром до 500 м и позволят получать изображения, на порядок превосходящие по разрешающей способности те, что доступны ныне самым лучшим телескопам, действующим в этом диапазоне частот. Стоимость телескопа составит более 40 млн долл.

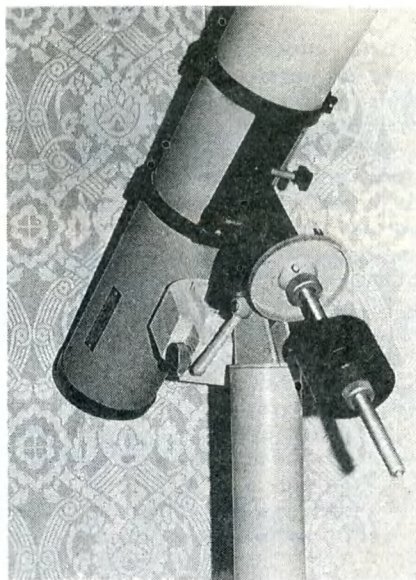
Smithsonian Institution Research Reports, 1991, 65, 6

# Научно-коммерческая фирма «САТУРН»

**предлагает:**

**Часовые механизмы к телескопу «Мицар».**

**Легкость приспособления, пружинный механизм, достаточная мощность позволяют использовать все возможности телескопа и сохраняют его портативность.**



**Заказы направлять по адресу: 660094, г. Красноярск, ул. Транзитная, 48—42. НКФ «Сатурн»**

**Заказы будут выполнены в течение трех месяцев и высланы наложенным платежом.**

**Для первых двухсот заказчиков устанавливается скидка 25 %, для оптовых покупателей — 5 % с каждого экземпляра.**

**Цена комплекта 225 руб.**

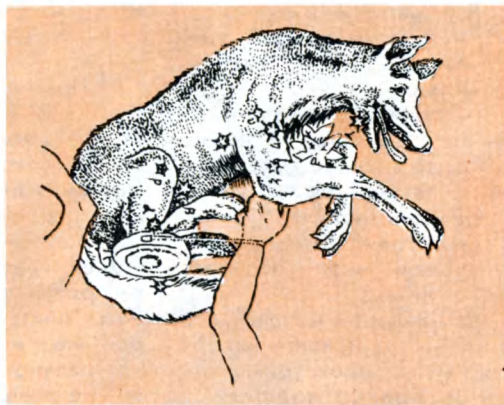
## Легенды о звездном небе

### Волк

Древним грекам волк представлялся в разных ипостасях — и как священный зверь Аполлона и Ареса, и как злобное и жестокое существо, и как трусливое, но алчное животное. Римляне же волка почитали. Матерью-хранительницей Рима, кормилицей основателей вечного города — Ромула и Рема — была волчица. Ее изображение даже стало военной эмблемой. И все же больше всего волки считались оборотнями, принимавшими звериный облик людьми. Такой оборотень и виделся в созвездии Волка.

Легенда гласит: аркадский царь Ликаон, отец красавицы Каллисто (которую супруга бога богов Гера превратила в большую медведицу, а затем Зевс вознес на небо), почитал бога богов как Зевса Ликайоса. Он учредил в Аркадии его культ, однако, сомневаясь в божественном провидении и всемогуществе Зевса, решил его проверить. Полюбив Каллисто, Зевс часто навещал дворец Ликаона. Однажды, угощая гостя, Ликаон предложил ему человеческое мясо. Взбешенный такой наглостью, олимпийский громовержец испепелил молнией дворец, а самого Ликаона превратил в волка и поместил его на небе между Кентавром и Скорпионом. По одному преданию, Кентавр вразумляет Волка с помощью лилии — цветка доброты и чистоты, по другому — он убил Волка и из его шкуры сделал бурдюк для вина. Нанизав бурдюк на копье, он так и шествует по небу.

Еще одно предание рассказывает, что Ликаон был наказан только за то, что принес своего сына Никтима в жертву Зевсу, запретившему человеческие жертвоприношения. А подлость с угощением задумал не Ликаон, а его сыновья. В суп из овечьих потрохов они добавили останки своего брата и подсунули эту омерзительную пищу Зевсу, который явился во дворец, одевшись в нищенские лохмотья. Потрясенный таким кощунством, Зевс пере-



Созвездие Волк из «Уранометрии» Иованна Байера, 1654 г.

вернул стол, проклял место, где он стоял, а всех участников трапезы превратил в волков. Никтиму же, принесенному в жертву, вернул жизнь. Гнев бога богов был так страшен, что он возненавидел всех людей и, решив их уничтожить, наслал на Землю всемирный потоп.

В шумерской мифологии на месте созвездия Волка, вероятно, помещался ужасный лев Уридимми, служитель Тиамат — повелительницы первозданной стихии. Арабы усматривали там львицу — Асиду или леопарда — Фахда. Персам же очертания звезд казались вьючной лошадейю — Бирдуном. Но самыми «пестрыми» были латинские названия созвездия: среди них — Bestia (Зверь), Hostiola (Жертва), Martus (Посвященный Марсу), Canis Ululans (Воящая собака), Leo marinus (Морской лев), Victima Centauri (Жертвенное животное Кентавра), Equus masculus (Конь).

И. И. НЕЯЧЕНКО

— Тебя не удивляет, что на Земле теперь почти нет лысых?

Я пожал плечами.

— Не думал над этим. И потом, почему же нет? Я видел...

— Теперь они редко встречаются, а раньше их на Земле было великое множество. А о панцероносцах ты ничего не знаешь?

— Погоди, погоди, что-то знакомое... — я попытался вспомнить.

— Ладно, не мучайся. Панцероносцы похожи на земных муравьедов, только одеты в броню, водятся они на второй планете Фи-17. Сама-то планета ничем не примечательна, но панцероносцы заинтересовали ученых — из их жира впервые было получено эффективное средство, восстанавливающее рост волос. На планете поставили Базу и несколько лет сотрудники добывали жир этих животных, работая одновременно над созданием препарата, способного заменить его. Раз в год на планету, названную каким-то шутником Нельсью, прилетал корабль и забирал готовую продукцию. Со временем заменитель жира панцероносцев удалось найти, и планета опустела.

Рэд с беспокойством взглянул на Гастель и, кивнув на прозрачную стену с плывущими в глубине цветными фигурами, попросил:

— Не мог бы ты поставить что-нибудь поспокойнее?

Оранжево-зеленая гамма стены сменилась желто-голу-

бой, скорость движения цветных фигур уменьшилась.

— Спасибо, — Звездный волк еще раз украдкой взглянул на Гастель и откинулся на спинку кресла.

— Примерно год назад меня вызвали в Управление и предложили слетать на эту планету. Оказывается, химики, изготовившие заменитель жира панцероносцев, поторопились: у некоторых людей, использовавших синтезированное средство, волосы опять выпали. Препарат же, изготовленный из натурального жира, рецидивов не давал, и мне поручили привезти с Нельсы законсервированные запасы жира панцероносцев, оставленные там. Сам понимаешь, я транспортник, извозчик, как нас называют, и маршрутов не выбираю. Но это направление меня не порадовало, особенно когда я узнал, что на Нельсы сейчас живет и работает Отшельник.

Я кивнул. Об Отшельниках — людях, по тем или иным причинам покинувших Большой мир, я слышал. Тема эта обсуждалась даже на Большом Совете и, хотя каждый раз возникали бурные споры, решение Совета оставалось неизменным — если человек стремится к одиночеству, нельзя ему мешать...

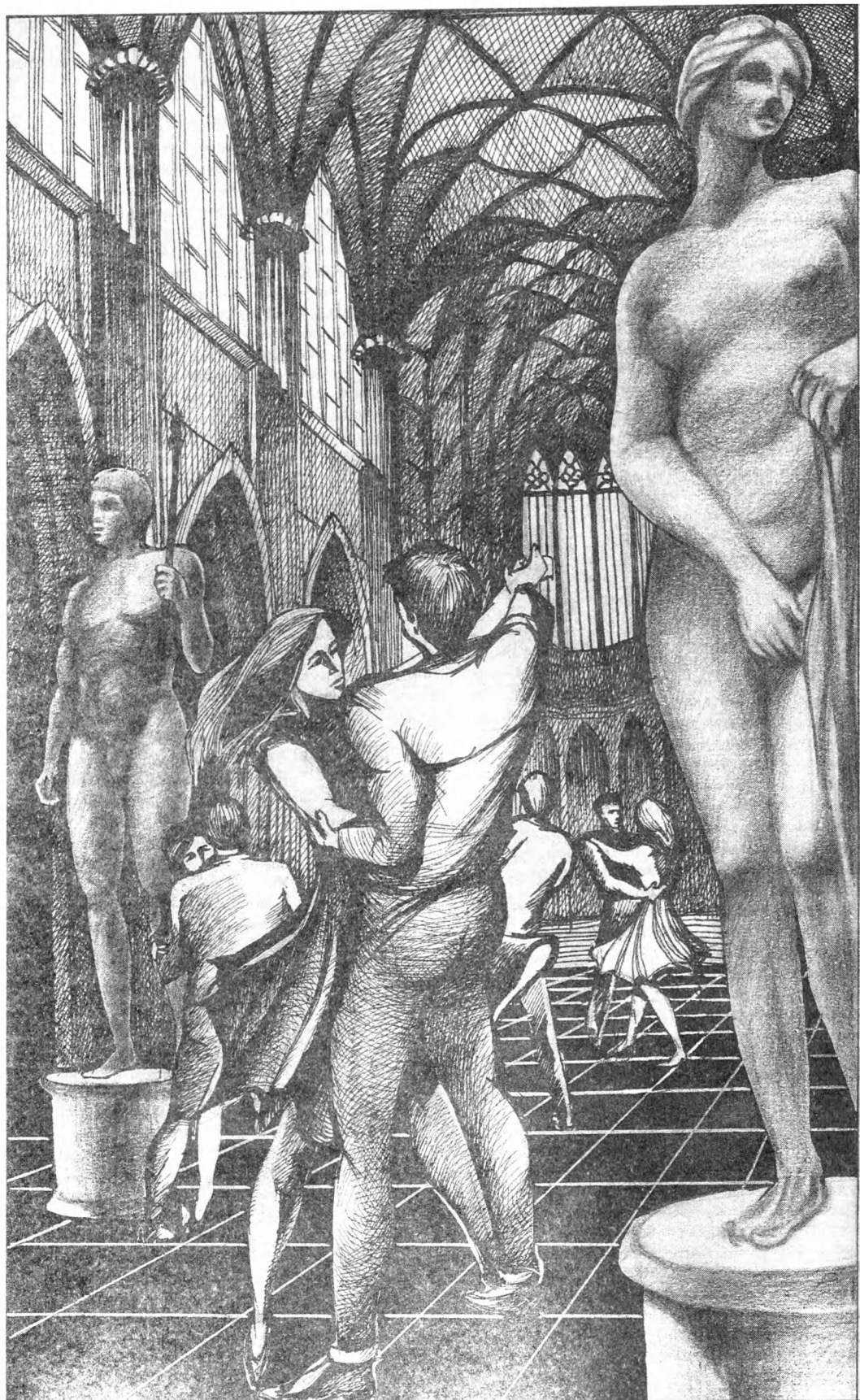
— Корнель Уоттер обосновался на Нельсы лет восемь назад, и у меня не было ни малейшего желания нарушать его одиночество. Я еще хотел получить совет, намекнул об этом в Управ-

лении, но меня успокоили — о предстоящем визите Отшельник предупрежден и возражений не имеет. Необходимо только взять для него кое-какие приборы и материалы — со списком, если желаю, могу ознакомиться. Если такого желания нет, мне следует грузить «Незабудку» и отправиться на Нельсы. Бюро доставки уже запаковало все заказанное Уоттером в контейнеры. Я переправил груз на «Незабудку» и стартовал на Нельсы.

Звездный волк замолчал, уставившись в видеостену. Я не узнавал моего друга. Начать хотя бы с того, что, прилетев на Луну, он немедленно связался со мной и попросил встретиться с ним на Земле. Это было ни на что не похоже — Рэд обожал неожиданности и норовил сваливаться на своих друзей и знакомых, как снег на голову. Внешне, он, правда, почти не изменился, разве что с лица сошел загар и стали резче морщины, идущие от крыльев носа к углам рта. И все же чувствовалось, что он не в своей тарелке, напряжен и растерян.

Встретившись со мной в Космопорте, он сказал, что хочет посидеть в тихом месте и получить от меня дельный совет. Посидеть в тихом месте! И это предлагает он, который любое самое тихое место всегда превращал в шумное! Да еще хочет получить совет, ха-ха! Не слышал я, чтобы





он пользовался чьими-либо советами. И наконец, что за девушку привез с собой Звездный волк? Ради нее он прервал рассказ и попросил заменить свою любимую «бодрящую» светозапись «успокаивающей». Раньше он подобное не выносил. Ромка Стамов, позднее Роман Эдуардович, а еще позднее Звездный волк, никогда не любил слабонервных.

Слов нет, девушка была симпатичная, и не удивительно, что, встретив ее, Звездный волк изменил своей привычке заводить романы исключительно на Земле. Она была не просто симпатичной, а красивой, и эта красота почему-то тревожила меня. Я взглянул на Гастель, молчаливо сидящую в кресле и потягивающую через соломинку фруктовый коктейль. Казалось, она забыла о нас, занятая своими мыслями.

— Итак, я аккуратно посадил корабль на приготовленную площадку и стал ждать Уоттера,— продолжал Звездный волк.— Минут через тридцать появился неуклюжий, похожий на гигантскую черепаху вездеход. Корнель Уоттер оказался высоким человеком лет пятидесяти с могучим подбородком и темными бархатными глазами. Крепко пожав мне руку, он предложил отправиться прямо на Базу, отложив разгрузку «Незабудки» на завтра. Задерживаться на Нельси мне не хотелось, но я согласился. Вероятно, Уоттер хочет поболтать со мной, ведь восемь лет живого человека не видел.

База, как я и ожидал, оказалась стандартным модулем из пяти этажей, рассчитанным на тридцать человек. Уоттер загнал вездеход в ангар на первом этаже и пригласил меня в кают-компанию. Он старательно играл роль гостеприимного хозяина, но это у

него, я заметил, плохо получалось.

Мы поднимались по лестнице в жилой этаж, когда Уоттер сказал:

— Вероятно, кое-что на Базе покажется тебе странным, но ты не удивляйся.

Мы подошли к кают-компании. Уоттер распахнул передо мной дверь. Из комнаты донесся смех. Я шагнул вперед и очутился в шумной компании, состоящей из шести женщин и пяти мужчин. При моем появлении смех прекратился, из-за длинного стола поднялся стройный мужчина с лицом юного бога и провозгласил:

— Пожирателю пространства, Топтателю космических дорог и Асу скоростных перевозок, именуемому Звездным волком,— ура! Все поднялись со стульев и тоже закричали «Ура». Я опешил, попятился, но делать было нечего. Шагнул вперед, я громко приветствовал всех присутствующих.

Уоттер выступил из-за моей спины:

— Вот и отлично! Официальная часть закончилась, можно садиться за стол.

Разговоры, прерванные нашим появлением, возобновились. Мои соседи по столу засыпали меня вопросами о Земле, о полете, подкладывали мне свежий салат, выращенный в местной оранжерее, угощали фирменным соусом, который готовят только на Нельси, подливали соки, синтезированные здешним агрегатом питания. Сидящая справа от меня девушка, назвавшаяся Стиной, щebetала о протозондах, которые я должен был привезти для успешного завершения ее работы, а мужчина слева, отрекомендовавшийся Виктором Савиным, просил помочь ему развернуть запасные энергоблоки.

Звездный волк вздохнул,

взял со столика диктофон и принялся крутить его в руках.

— Я был настолько поражен всем этим, что сначала подумал, не ошибся ли ненадежно определенно говорили, что это Нельсь. Потом мне пришла мысль, что я, возможно, ошибся временем — пилоты Дальнего космоса любят иногда пошутить на этот счет. Но меня здесь ждали, значит, и со временем все было в порядке. Тогда я предположил, что разъяры из Управления просто забыли сообщить мне, что Отшельник теперь не одинок, и на Нельси ведет исследования экспедиционная группа.

Спрашивать у соседей, в какой экспедиции они работают, было неловко. Я решил, что со временем все выяснится. И все же два обстоятельства смущали: первое, что Уоттер не познакомил меня с присутствующими, а второе, что окружающие люди были уж очень красивы. Мужчины — широкоплечие, с мужественными правильными лицами и перекатывающимися под одеждой мускулами. Женщины — изящны и обаятельны.

Кое-как я поддерживал беседу, разглядывая сидящих за столом. Обед кончился.

Уоттер поинтересовался, не нуждаюсь ли я в чем-нибудь, но видно было, что он спешит, и я не стал его задерживать. Соседка справа ушла, а Виктор Савин вцепился в меня мертвой хваткой, и ничего не оставалось, как пойти и помочь ему ставить запасные энергоблоки. Мы уже выходили из дверей кают-компании, когда к нам подошла девушка в ярко-алом сарафане и предложила показать мне Базу.

— Нет-нет, Раули. Часа через два наш гость восполь-

зается твоим предложением, но не сейчас,— взмолился Виктор, и мы двинулись в энергоотсек.

У меня появилась надежда во время работы выяснить хоть что-нибудь. И действительно, я узнал, что на Базе работают две группы ученых. Одну курирует сам Уоттер, и занимается она исследованиями психодинамических процессов в мозгу человека. Вторая, под руководством Елизаветы Изгаровой, изучает проблему моделирования биологических структур. Обе темы мне были незнакомы, и я попросил Виктора рассказать о работе групп поподробнее. Однако тот не выразил готовности и посоветовал обратиться к самому Уоттеру или хотя бы к Раули из его группы.

Мы начали подсоединять новые блоки к системе, и тут я обнаружил, что База не только полностью потребляет всю вырабатываемую энергию, но использует вдобавок и солнечные накопители. Выходит, что двенадцать человек расходуют на свои исследования столько же энергии, сколько тратит небольшой город на Земле. И это при самых скромных подсчетах. Куда же они девают такую прорву энергии? Услышав этот вопрос, Виктор поморщился и буркнул, что энергоемкость экспериментов здесь никто не ограничивает, а он не уполномочен проверять работы Уоттера.

Виктор оказался не слишком разговорчивым собеседником, хотя и молчуном его нельзя было назвать: он, например, сообщил, что родился в Северо-Курильске, работал на Скорпионе, что ему сорок лет, хотя на вид я бы дал не больше тридцати. Словом, он охотно говорил обо всем, что не относилось к Базе. Это меня насторожило. На мой взгляд, противоестественно,

когда человек не любит говорить о своей работе. Значит, она ему или не по душе, или...

Наконец запасные блоки были поставлены, и Виктор великодушно отпустил меня. Я тут же отправился к Раули и застал ее за какими-то записями, которые она при моем появлении отложила. Базу осматривать мне не хотелось — их я уже видел не меньше сотни. Это как будто огорчило Раули, но она согласилась пойти со мной на пятый этаж в оранжерею и просто поболтать.

— Желание гостя — закон,— улыбнулась она, но улыбка вышла растерянной и жалкой. Я тут же начал восхищаться ее красотой...

Я покосился на Гастель. Звездный волк заметил это и, широко улыбнувшись, продолжал:

—... и спросил, почему население Базы состоит сплошь из одних красавиц и красавцев. Раули потупила глаза. Тогда я поинтересовался, давно ли работает здесь экспедиция и какова цель проводимых ею исследований. И тут она спокойно ответила, что Уоттер никогда не был Отшельником и прилетел сюда вместе со всеми. В другой ситуации я, пожалуй, разозлился бы, услышав подобную нелепицу. Но здесь... Я решил не задавать любовных вопросов, а действовать исподволь. Начал расспрашивать Раули о людях, работающих в группе Уоттера, и девушка с удовольствием рассказала об их жизни на Земле и в космосе. Однако так же старательно, как и Виктор, обходила молчанием все, что было связано с их работой на Базе. В голову мне стали лезть самые зловещие предположения.

Когда пришло время ужинать, я все же напомнил, что Уоттер забыл познать

меня со своими сотрудниками.

— Я исправлю это упущение,— чуть помедлив, согласилась девушка, и, как только мы спустились в кают-компанию, принялась знакомить меня с работниками Базы. Все шло хорошо, пока один из мужчин, разумеется, красавец, не сказал, пожимая мне руку:

— Томас Остин, биофизик.

— Автор проекта «Стайер»?

Атлетически сложенный мужчина улыбнулся и кивнул. У тут я пожалел, что к поясу у меня не пристегнут хотя бы плохонький бластер... Да что ты смотришь на меня как на больного?. Я не люблю оружия и стараюсь им не пользоваться, но если тебя окружает банда невесть откуда взявшихся оборотней, выдающих себя за людей, тут поневоле начнешь нервничать!

Я продолжал знакомиться с остальными обитателями Базы, но теперь меня не покидало чувство, что у окружающих в любой момент могут вырасти клыки и когти. Дело в том, что атлет, назвавшийся Томасом Остином, вовсе им не был. Того я встречал лет пять назад — это щуплый мужчина, невысокого роста, с оттопыренными ушами и длинным унылым лицом. Настоящий Томас сразу узнал бы меня. Несколько недель мы жили с ним на одном корабле, когда я вез его на Оберон, где шла работа над проектом «Стайер». На душе было тревожно, но я старался не подавать вида.

Весь следующий день я был занят разгрузкой «Незабудки» и доставкой контейнеров на Базу. Помогал Виктор, который сильно беспокоил и раздражал меня. Я хотел заглянуть в привезенные с Земли контейнеры, надеясь

найти там разгадку всего странного, что видел на Нельси. Но при Викторе сделать это не рискнул, лишь ругал себя, что не ознакомился на Земле со списком предметов, запрошенных Уоттером. Хотел передать в Управление запрос и предупреждение о Базе на Нельси, но и это сделать при Викторе было невозможно. Словом, присутствие нежеланного помощника настолько вывело меня из равновесия, что перед возвращением на Базу я подумывал даже, не запереть ли корабль личным кодом, чего ни разу в жизни не делал.

В тот же день на Базе был устроен Вечер отдыха. Глядя на божественно прекрасные пары, медленно кружащиеся под сводами старинного замка — в него превратились благодаря мираж-регуляторам стены кают-компания — я почувствовал вдруг угрызения совести. Обыкновенных людей я подозревал невесту в чем только потому, что они красивы... Но стоило лишь взглянуть на самозванного Томаса Остина, как снова появлялись сомнения.

Третий день ушел на загрузку «Незабудки». Я до такой степени устал, что и думать забыл о чудесах и оборотнях Нельси. Погрузка прошла успешно, поздно вечером можно было стартовать к Земле. Но я обещал дать Виктору энергоблоки новой конструкции, да и не хотелось улетать тайком, так и не узнав, что за странная компания собралась здесь и чем занимается.

На следующее утро я опять приступил к Раули с расспросами, но она прямо заявила, что обо всем, интересующем меня, я могу узнать лично у Уоттера, который, кстати, желает поговорить со мной сегодня. После завтрака Уоттер подошел ко мне и, взяв под

руку, пригласил побеседовать. Мы спустились на третий этаж и, пройдя по кольцевому коридору, вошли в лабораторию. Большой зал перегораживало множество ширм, и догадаться, что здесь делают, было трудно. Но Уоттер предупредил мой вопрос:

— Насколько я понимаю, сегодня, самое позднее завтра, ты намерен покинуть нас, и тебе интересно узнать, откуда взялось на Базе столько людей и что им здесь нужно, ведь так?

— Так, — подтвердил я.

— Ну ладно, я все тебе расскажу. Но позволь прежде спросить, как тебе понравились люди на Базе?

— Все они как один удивительно красивы. Но мне не нравятся тайны. Кроме того, я знаком с настоящим Томасом Остином. И хоть местный экземпляр куда симпатичнее, я предпочитаю иметь дело с оригиналом.

— Ах вот оно что... — Уоттер немного помолчал. — Но если дубликат от оригинала ничем, кроме оболочки, не отличается, чем он хуже?

Я вздрогнул.

— А откуда взялась оболочка, да еще такая шикарная?

Я вспомнил, что при полной амнезии применяется метод наложения чужой памяти, но случаи использования энцефалон-матрицы крайне редки...

Дальше можно не пересказывать, Уоттер записал наш разговор.

Звездный волк, все это время вертевший в руках диктофон, включил его:

«...Оболочку сделали.

— Одну?

— Одиннадцать.

— Значит, все люди, работающие на Базе, вовсе не люди?

— Разве Раули не человек? Или Виктор? Ну ладно, не будем ходить вокруг до око-

ло. Метод наложения энцефалон-матриц был разработан более тридцати лет назад...

— Но применяется очень редко. Вопрос о целесообразности создания двойников обсуждался уже на всех уровнях и...

— Да. Именно поэтому я заканчиваю свои исследования на Нельси, а не на Земле.

— Но кому нужны двойники, дубликаты живых людей?

— А не живых? И кроме того, ведь это люди. А люди нужны людям.

— Хорошо, но зачем тебе, именно тебе нужны двойники?

— Сначала мне нужен был лишь один двойник — копия моей жены. Она, я имею в виду оригинал, полюбила другого, но жить без нее я не мог!

— И... ты сделал дубликат?

— Да, она работала в моей лаборатории и достала матрицы ее мозга не составило труда. В архиве имелись матрицы всех сотрудников.

— Но надо же было внести в них какие-то изменения, а на современном уровне науки, я слышал...

— Матрицы были сделаны до того, как Мирабель ушла от меня.

— А остальные сотрудники Базы?

— Тоскливо жить одному. И даже вдвоем. Кроме того, я хотел продолжать работу, и мне нужны были помощники.

— Понятно. Ты создал еще десять человек. Но неужели люди соглашались, чтобы ты использовал их матрицы?

— В основном да... Все необходимое я обговорил еще до постановки первого эксперимента и, давая согласие, мои друзья ничем не рисковали...

— Но как тебе удалось достать столько оболочек, откуда?

— Я же говорил, сделали. Елизавета Изгарова, не та, которую ты видел на Базе, а другая, оригинал, работающий на Земле в Институте биомоделирования, моя сестра. Она один из лучших конструкторов биологических структур и в состоянии смоделировать любое животное и даже, грубо говоря, вырастить человека в пробирке. Ну, естественно, не она одна, а институт, которым она руководит.

— Может вырастить гомункула?

— Вот именно. Нужно только задать параметры, а еще лучше — подыскать модель...»

Звездный волк выключил диктофон.

— Уоттер с сестрой еще в детстве мечтали о создании двойников. Их мать погибла, когда они были малышами. Ты понимаешь? Они хотели, чтобы на Земле не было сирот. Ведь сделать энцефалон-матрицы не так уж сложно.

— Это бессмертие?

Звездный волк кивнул:

— И бессмертие тоже.

— Значит на Земле об этом еще никто ничего не знает?

— Знают несколько человек из института Изгаровой. Именно потому я и хотел посоветоваться с тобой. Изгарова уже докладывала о своих работах в Совете, но про эксперимент, проводимый Уоттером, здесь пока неизвестно.

— Он хотел, чтобы ты доложил Совету о результатах его исследований?

— Да. Он собирался сделать это сам, но раздумал. Вместо него на Землю прилетела Гастель. Раули Гастель.

Гастель слегка кивнула, подтверждая все сказанное Звездным волком.

— Так что ты можешь посоветовать?

— Разве вы еще не решили, как вам поступить? Звездный волк пробормотал что-то нечленораздельное и распушил свою замечательную бороду.

— Я-то решил, но мнение человека незаинтересованного... Да, кстати, вот кто послужил прообразом двойников,— он протянул мне кассету.

Я вставил ее в приемник, расположенный под креслом. Видеостена на мгновение погасла, потом в глубине ее возникла скульптура.

— «Аполлон из Помпей»,— пояснил Звездный волк. «Аполлона из Помпей» сменила следующая скульптура.

— «Дискобол» — скульптор Мирон, «Дорифор» — скульптор Поликлет, «Юноша из Марафона» — скульптор неизвестен, так называемая статуя Германика,— комментировал Звездный волк смену скульптур в глубине прозрачной стены.— «Нимфа» Клодиона, середина восемнадцатого века, «Нимфа» Лоренцо Бартолини, тот же век, «Три грации» Антонио Кановы. Изображения в стене погасли.

— А...

— Тебя интересует, кто послужил моим прототипом? — спросила Гастель, поднимаясь со своего кресла.— Я сделана по оригиналу. Ее, то есть меня первую, звали Мирабель. Разойдясь с Уоттером, она вышла замуж за Аланэ, и с нее он лепил центральную фигуру в композиции «Рекс».

Это действительно была она! Я знал и любил эту скульптуру! Ну как же я не догадался сразу? Значит, она была женой Уоттера...

— А Уоттер?

— Надеюсь, он понял свою ошибку и не будет делать второго двойника Мирабель,— тихо сказала Гастель и отвернулась.

Звездный волк обнял ее за плечи и привлек к себе.

— Так какой же совет ты мне дашь? Они ведь люди,— он глазами указал на Гастель.

— Совет? — я не мог скрыть удивления.— По-моему, ты ждешь не совета, а поздравлений. И я поздравляю тебя. С Нельси ты привез кое-что получше жира панцероносцев. Гастель, до знакомства с тобой он не был склонен к сомнениям и колебаниям!

— Из мальчика он превращается в мужа,— улыбнулась Гастель и снизу вверх посмотрела на Звездного волка.

— Жаль, я любил его уверенного и убежденного в своей правоте.

— Я тоже. Но если нас очень утомят его рефлексии, мы отправимся на Нельси. К тому времени у «Умирающего галла» успеет отрасти борода.

Я с недоумением посмотрел на Звездного волка.

— Понимаешь, я не мог отказать Уоттеру. Он так убедительно доказывал, что хорошего человека должно быть много,— виновато усмехнулся Рэд.— Но в матрицах мозга борода не фиксируется, а без бороды это буду уже не я, а совсем другой человек.

Рисунок Ю. ТИМОФЕЕВА

## Главная редакция физико- математической литературы издательства «Наука»

За восемь месяцев 1991 г. не вышла ни одна книга по астрономии, внесенная в план года. За весь этот период удалось выпустить только книгу Б. Ван-дер-Вардена «Пробуждающаяся наука-II: Рождение астрономии» (из плана 1990 г.).

Так же, как и в 1991 г., в тематический план на 1992 г. внесены 13 названий. Из них семь монографий, четыре научно-популярные книги и один учебник. Монографии «Астрофизические исследования на космической станции "Астрон"» (№ 101) и «Взаимодействующие двойные звезды» (№ 102), а также популярная книга В. Г. Сурдина и С. А. Ламзина «Протозвезды: где, как и из чего формируются звезды» (№ 110) объявлялись ранее (Земля и Вселенная, 1989, № 4, с. 106.— *Ред.*).

В книге В. Ю. Теребиза «Анализ временных рядов в астрофизике» (№ 104) рассмотрены методы анализа последовательностей измерений. Дан метод макси-

мальной энтропии и новые результаты теории неравномерных временных рядов. Приводятся необходимые формулы и алгоритмы.

В книге Г. С. Хромова «Приведение на видимое место: Теория астрономических редукций» (№ 105) последовательно излагается современная теория редукций, применяемая при построении и использовании астрономических систем отсчета. Даны практические приемы вычислений.

В книге А. М. Эйгенсона «Многомерный статистический анализ звездных скоплений» (№ 106) описываются методы исследования, рассматриваются задачи о пространственном распределении рассеянных скоплений, проводится факторный анализ шаровых и рассеянных звездных скоплений.

В книге Э. Г. Яновицкого «Рассеяние света в неоднородных атмосферах» (№ 107) впервые в мировой монографической литературе излагается теория переноса монохроматического излучения в плоских атмосферах. Выводятся простые асимптотические формулы.

Готовится к печати и очередной выпуск (являющийся вполне самостоятельным изданием) «На рубежах познания Вселенной».

К научно-популярным книгам относятся книга А. С. Лабузова

«Наблюдение галактик, туманностей и звездных скоплений» (№ 109), в которой даются рекомендации для поисков и наблюдений и краткие характеристики объектов каталогов Мессье и Дрейера, а также книги И. А. Климишина «Открытие Вселенной» (№ 108) и П. В. Щеглова «Отраженные в небе мифы Земли» (№ 111), выходящие вторым изданием. Первая — дополнена открытиями последних лет в области развития представлений об окружающем нас мире. Вторая книга, посвященная происхождению названий созвездий, дополнена переводом астрономических текстов античных авторов.

Как всегда, выходит «Астрономический календарь на 1993 год» (№ 112).

В учебном пособии для вузов А. Г. Кислякова, В. А. Разина и Н. М. Цейтлина «Введение в радиоастрономию» (№ 113) излагаются основные сведения о распространении и о механизмах электромагнитного радиоизлучения со сплошным спектром. Описывается техника радиоастрономии и ее методы.

Г. С. КУЛИКОВ

## Указатель статей, опубликованных в «Земле и Вселенной» в 1991 году

Аванесов Г. А., Костенко В. И.—  
В космический полет под солнечным парусом  
Арефьев С. С., Борисов Б. А.—  
Рачинское землетрясение  
Богданов Ю. А.— Как рождаются  
руды океана?  
Гаврилов В. П.— «Черное золото»  
Арктики  
Гальпер А. М.— Космический эксперимент в области гамма-астрономии  
Дивари Н. Б.— Свет в зодиакальных созвездиях  
Докучаева О. Д.— Необычная звезда  
Егоров А. В.— Технология в космосе

Ефремов Ю. Н.— Звездные комплексы и ассоциации 2  
Засов А. В.— Скрытая масса в галактиках 4  
Иванов О. П., Ясаманов Н. Л.— Неукротимая Земля 5  
Копелевич О. В.— Свет помогает изучать океан 6  
Котляков В. М.— Обыкновенный материал с необычными свойствами 3  
Кочуров Б. И.— Экологическая карта СССР 2  
Курт В. Г.— Самый большой в мире звездный каталог 1  
Кучми С.— Наблюдения полных солнечных затмений в стратосфере 5  
Полежаев П. Н., Полуэктов В. П.— Космическая обсерватория «Гамма» 3  
Розенталь И. Л.— Геометрия Метгалактики 6  
Саркисов Ю. М., Вольвовский И. С.— Горючие флюиды

в осадочном покрове Земли  
 Семенов Ю. П.— Советская ракетно-космическая техника: сегодня и завтра  
 Сотников Б. И., Байдал Г. М., Сизенцев Г. А.— Транспортная система для лунной базы  
 Скороделов В. А.— Крылатый космодром  
 Черепашук А. М.— Новый механизм поглощения света в атмосферах звезд Вольфа-Райе  
 Шакура Н. И., Постнов К. А.— Новое об уникальном объекте SS433  
 Ясаманов Н. А.— Климат Земли в прошлом и в будущем

## ЭКОЛОГИЯ

Айбулатов Н. А.— Шельф в опасности  
 Петрова Н. А.— Чем живы Ладога и Онега  
 Соломатина Э. К.— «Экологические катастрофы в СССР: факты, причины, следствия»

## К 30-ЛЕТИЮ Ю. А. ГАГАРИНА

Борисенко И. Г.— Первые мировые рекорды в космосе  
 Касьян И. И.— Почему Гагарин?

## К 30-ЛЕТИЮ ПОЛЕТА Г. С. ТИТОВА

Архипов М. М.— Космонавт номер два: тридцать лет спустя  
 Покровский Б. А.— «Глубокая проба»

## ЛЮДИ НАУКИ

Абалакин В. К.— Борис Васильевич Нумеров и его время (к 100-летию со дня рождения)  
 Авдустевский В. С., Маров М. Я.— Мстислав Всеволодович Келдыш и космические исследования (к 80-летию со дня рождения академика М. В. Келдыша)  
 Андрей Дмитриевич Сахаров (к 70-летию со дня рождения)  
 Ассовская А. С.— С. Н. Вернов — советский космофизик  
 Бычков К. В.— Соломон Борисович Пикельнер (к 70-летию со дня рождения)  
 Воспоминания об Отто Юльевиче Шмидте (к 100-летию со дня рождения)  
 Геннадий Александрович Скуридин

4 Курт В. Г.— Иосиф Самуилович Шкловский (к 75-летию со дня рождения) 6  
 5 Минин И. И.— Шкловский улыбается 6  
 Нумерова А. Б.— Из воспоминаний о Б. В. Нумерове 1  
 5 Пасецкий В. М.— Михаил Александрович Рыкачев (к 150-летию со дня рождения) 6  
 3 Повзнер А. Д.— Памяти Владимира Владимировича Белоусова 3  
 5 Цытович В. Н., Ойрингель И. М., Клейман Е. Б.— Самуил Аронович Каплан (к 70-летию со дня рождения) 4  
 4  
 1

## СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

Гаврилов В. П.— Морская нефть — надежда XXI века 3  
 Мирзоян Л. В.— Изучаются вспыхающие звезды 1  
 1 Спасский Н. Н.— Очередной пленум Центрального совета ВАГО 5  
 6 Хренов Л. С.— Семинар — долгожитель 3  
 3

## МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Курланов А. Д.— Чтобы космос оставался мирным 1  
 2 Сильвестров Г. В.— Что такое АРАБСАТ 6  
 2

## ЭКСПЕДИЦИИ

4 Аксенов А. А.— На атолле Фунафути 5  
 4 Воронович А. Г.— Акустические исследования океана 4  
 Дзюбенко Н. И., Ким И. С., Мацуура О. Т.— Экспедиция в Бразилию 6  
 1 Кононович Э. В.— Экспедиция в Южную Нижнюю Калифорнию 6  
 Хотиник Р. Л.— Посланцы космоса 4

## ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

3 Богданов В. И., Хренов Л. С.— 150 лет нуль-пункта Кронштадтского футштока 1  
 3 Бронштэн В. А.— Восстанавливая страницы истории. Очерк пятый. Даниил Святский 4  
 1 Бронштэн В. А.— Восстанавливая страницы истории. Очерк шестой. Нина Штауде 5  
 4 Кантемиров Б. Н.— Полет — его мечта и дело 6  
 3

Максимов А. А.— Первый пуск на Байконуре		Архипов А. В.— Фотографирование вспышек на Луне	3
Максимов А. А.— Результаты первого пуска на Байконуре	1	Брянцева Л. И.— Детская астрономическая обсерватория «Венера»	3
Страхов В. Н.— Вклад О. Ю. Шмидта в изучение Курских магнитных аномалий	2	Горшечников М. В.— Семинар наблюдателей метеоров в Кирове	5
Шелест В. А., Салахова Г. П.— Юбилей старейшей научной академической организации	2	Жуйко С. В.— Наблюдение кометы Леви на горе Майданак	1
<b>ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ</b>		Кононович Э. В.— Затмение Солнца 22 июля 1990 года: планы и результаты	1
Горькавый Н. Н., Фридман А. М.— На чем держатся кольца планет	6	Панкин В. Ф.— Юные астрономы Пятигорска	2
Ипатов С. И.— Происхождение одного из люков Кирквуда	1	Пивоваров А. А.— Астрономический кружок «Зодиак»	5
Лукьянов А. В.— Экран для предотвращения перегрева Земли и планет	2	Погосянц А. Ю.— Сотрудничество любителей астрономии и профессионалов	4
Сильвестров Г. В.— Правовые аспекты поиска внеземных цивилизаций	4	Туманов В. Н.— Мои первые фотографии звездного неба	5
Шевченко М. Ю.— Вокруг загадки «Мажестик-12»	5	Филоненко В. С.— Кратковременные лунные явления и их наблюдения	4
<b>НАШИ ИНТЕРВЬЮ</b>		<b>ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ</b>	
Кузнецова Р. Н.— Ирина Пронина: «На Марс полетит сын»	3	Балакин В. А.— Самодельный телескоп «Альтаир»	3
<b>ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ</b>		Белкин А. Д.— Часовой механизм без червячной пары	6
Урсул А. Д.— К. Э. Циолковский и становление ноосферы	6	Белухин А. Н.— Самодельный телескоп «Сатурн»	2
<b>ЗАРУБЕЖНАЯ КОСМОНАВТИКА</b>		Варвянский Е. А., Подзирова А. И.— Изготовление плоских эллиптических зеркал	5
Ксанфомалити Л. В.— Нептун, его кольца и спутники	2, 3	Василенко Н. П.— Изготовление выпуклого гиперболического зеркала	2
<b>КОСМОДРОМЫ МИРА</b>		Гершанов А. В.— Фотографируем с помощью «Алькора»	3
Букрин В. В.— Плесецк — советский северный космодром	5	Гревцев С. П.— Фокусировка телескопа	4
Герчик К. В.— Прорыв в космос (из записок начальника космодрома Байконур)	5	Клевцов Ю. А.— Телескоп новой системы	5
<b>АСТРОНОМИЯ И КОСМОНАВТИКА XXI ВЕКА</b>		Каширин В. А.— Простой астрограф	1
Болховитинов И. С., Громов В. В., Кемурджиан А. А., Сологуб П. С.— Планетоходы	5	Мормыль В. Г.— Самодельный бинокляр	2
<b>ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ</b>		Сатыев Ш.— «Алькор» — гид и астрограф	1
Андронов И. Л.— Неисчерпаемый источник энтузиазма	1	Панфилов Б. И.— Подсветка крестов нитей в окуляре	6
		Фурсов Е. В.— «Алькор» — гид	3
		Щербakov А.— Астрограф с объективной призмой	4
		<b>ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ</b>	
		Неяченко И. И.— Ворон	3
		Неяченко И. И.— Заяц	4
		Неяченко И. И.— Большой Пес	5
		Неяченко И. И.— Волк	6



## ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА В ПОМОЩЬ ЛЮБИТЕЛЯМ АСТРОНОМИИ

Мереминский А. Е.— Астрономические программы для микрокалькуляторов

1, 5

## ФАНТАСТИКА

Молитвин П. В.— Отшельник

6

Соловьев С. Н.— Бабушка

3

Таросян Р.— Гости Платонова

4

Третьяков В.— Свидетелей обвинения было двое

1

## ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

Лесная Н. Г.— Сегодня — смотр, завтра — сотрудничество

2

Максимачев Б. А.— Международная выставка «К звездам-91»

4

## В ПОМОЩЬ ЛЕКТОРУ

Дьяченко С. М.— Космос и ГОСТ

1

Суйтс Т. Н.— Рейсы кораблей науки (июль — декабрь 1990 года)

4

## КОСМИЧЕСКАЯ ПОЭЗИЯ

Марина Цветаева

4

## КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

Иванов-Холодный Г. С.— Солнечная активность и полеты в космос

2

Клианский В. А.— «Охотники за истиной»

5

Левитан Е. П.— Популярно о космической медицине и биологии

2

Лихачева А. С.— «Незабытная память» веков

1

## В КОНЦЕ НОМЕРА

Лесков Л. В.— Как не надо изобретать

3

Радзиевский В. В.— Как «приготовить» модель НЛО

2

## НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

### Астрономия

Ассоциация преподавателей

1

Астероид чуть-чуть промахнулся

4

Вероятность столкновения Земли с кометой

5

Виноват кубинский астероид

3

Восстановление радиотелескопа

5

«Взаимоотношения» Солнца с Венерой

4

Дж. Оллок: ветераны по-прежнему в строю

6

Дэйвид Леви: еще одна комета

4

Есть ли у Марса магнитное поле?

3

Загадочные вспышки на Луне

4

Из космоса — под землю

5

И все-таки комета

5

Исследование атмосферы Земли оптическими методами

5

Комета Галлея снова в центре внимания

4

Комета Мачхольца: увидим ли?

4

Комета Такаидзавы и астероид Церера

2

Кометы пополняют атмосферу водой? Конференция, посвященная памяти

3

К. А. Бархатовой

2

Лириды в 1990 году

3

Малопрозрачные спиральные галактики и проблема «скрытой массы»

1

Метеорит Глэттон

6

Млечный Путь массивней, чем полагали?

5

«МАК» — это мир астрономии и космонавтики

4

Натриевое облако Ио растет

6

Новая Мухи 1991

2

Обсерватория «Гранат» — первые результаты рентгеновских наблюдений

2

О вибрациях Солнца

2

О вулканизме на Венере

4

Оригинальная установка для регистрации космических лучей

4

Первый свет в телескопе Кека

1

Прикосновение Мидаса

2

Сближение Земли с астероидами

1

Снова об астероиде и динозаврах

1

Совершенствуются нейтринные детекторы

1

Советские любители наблюдают комету Цутия-Кюхи

4

Солнце в августе — сентябре 1990 года

1

Солнце в октябре — ноябре 1990 года

2

Солнце в декабре 1990 — январе 1991 года

3

Солнце в феврале — марте 1991 года

4

Солнце в апреле — мае 1991 года

5

Солнце в июне — июле 1991 года

6

Существует ли планета X?

1

Справочник наблюдателя

1, 2

Станет ли астероид спутником Юпитера

4

Требуются женские имена

5

Третий слет любителей астрономии Иркутской области

5

Уроки в Звездной школе

6

Фотографируют любители астрономии

3

Фотография солнечных пятен

5

Хирон продолжает удивлять

5

Школьная астрономическая обсерватория

2

Яркие периодические кометы, ожидаемые в II-ой половине 1991 года  
 Ярче миллиона солнц  
 IX съезд ВАГО  
 1991DA — мертвая комета

### Из новостей зарубежной астрономии

Астрономы собираются в Антарктиду  
 «Битлы» увековечены на небесах  
 Большое белое пятно на Сатурне  
 В поисках гравитационных волн  
 «Горячая точка» на звезде  
 Еще один спутник Сатурна?  
 Еще раз о выбросе из ядра кометы Галлея  
 Как влияют пятна на вращение Солнца  
 К границам нашей Вселенной  
 Малая планета Милдред нашлась  
 Метеорит в спальне  
 Новая переменная SAO 23229  
 Одно из последних изображений кометы Галлея  
 Открыта самая далекая «нормальная» галактика  
 Первое оптическое изображение галактического центра  
 Светлые пятна на Сатурне  
 18 спутник Сатурна

### Геофизика

В Антарктиде рос «бук»  
 Вулкан помолодел  
 Гигантский кратер под озером Гурон?  
 Динозавры вымирали постепенно  
 Древнейшие породы на Земле  
 Заброшенный кабель послужит сейсмологам  
 Изучается сейсмоактивность в Гималаях  
 Как «охлаждать» планету  
 «Кипяток» со дна океана  
 Кораллы рассказывают об увлажненности пустыни  
 Климат непостоянен и в тропиках  
 Любительская охота за землетрясениями  
 Первые шаги  
 Редкое событие: землетрясение в Великобритании  
 Следы Чернобыля — в Антарктиде?  
 Судьба антарктического оледенения  
 Ураганы усилятся  
 Что происходит в основании литосферных плит?

### Космонавтика

4  
 5 Возвращение «Салюта-7» 4  
 2 Вторые молодежные Циолковские чтения 5  
 5 Завтрашний день «Шаттла»? 4  
 «Магеллан» исследует Венеру 4  
 На орбите — комплекс «Мир» 1—6  
 3 Ордена Большого Ястреба вручены юным космонавтам 2  
 2 Проект «Лунар Проспектор» 4  
 3 Продолжаем Всесоюзный конкурс «Вперед, на Марс!» 6  
 3

### Из новостей зарубежной космонавтики

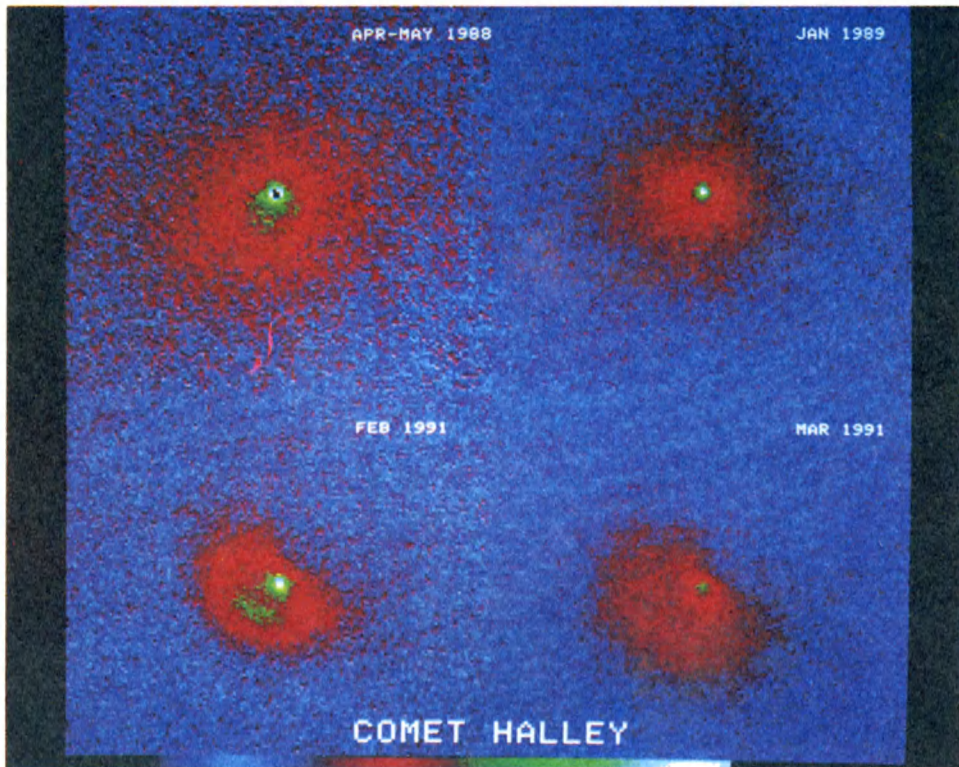
3 «Астро»: обсерватория на «Шаттле» 3  
 6 Гигантский оползень на Венере 6  
 6 Загрязнение космического пространства 2  
 3 Запуск японского спутника «Солар-А» 6  
 2 Запуск коммерческого спутника 1  
 2 Изображения поверхности Венеры 2  
 2 Испытания марсохода 1  
 2 Космический робот 1  
 Космическая станция на пути к Луне 1  
 3 Миссия «Улисс»: начало осуществления 1  
 2 Новый автономный скафандр для лунных и марсианских экспедиций 5  
 3 Первый рентгеновский снимок Луны 3  
 1 Полет японского «лунника» 1  
 4 Проект ракеты на твердом топливе 1  
 6 Проект воздушно-космического самолета 1  
 5 Первый пуск «Пегаса» 1  
 3 Пушка для космоса 1  
 3 Планируется запуск нового КА к Луне 1  
 3 Разработка новой техники «Спейс Шаттл» в 1991 году 6  
 6 Увеличение расходов на космические программы 1  
 3 Частный космический консорциум 1  
 5 Новые книги издательства «Наука» 1—6  
 5 Новые книги 1, 2, 3, 4, 6  
 4 Поздравляем юбиляра:  
 Парийского Н. Н. 1  
 4 Радзиевского В. В. 4  
 5 Буланже Ю. Д. 5  
 5 Аксенова А. А. 5  
 3 Книги 1992 года 6  
 3 Указатель статей, опубликованных в «Земле и Вселенной» в 1991 году 6  
 3  
 6  
 5

Сдано в набор 10.09.91. Подписано в печать 11.11.91. Формат бумаги 70×100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Офсетная печать. Усл.-изд. л. 10,8. Усл.-печ. л. 9,4. Усл. кр.-отт. 845 тыс. Бум. л. 3,0. Тираж 46 770 экз. Зак. 1472.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука»  
 117810, ГСП-1, Москва, Мароновский пер., 26.

Ордена Трудового Красного Знамени Чеховский полиграфический комбинат  
 Государственной ассоциации предприятий, объединений и организаций  
 полиграфической промышленности «АСПОЛ»  
 142300, г. Чехов Московской области

Фото к заметке «Еще раз о выбросе из ядра кометы Галлея» (см. стр. 14)



Ядро кометы Галлея в апреле — мае 1988 г. (с расстояния 8,5 а. е.), в январе 1989 г. (10,1 а. е.), в феврале 1991 г. (14,3 а. е.) и в марте 1991 г. (14,5 а. е.). Снимки получены на 1,5-метровом телескопе Европейской южной обсерватории (Чили) и приведены к одному масштабу (1'×1'). Экспозиции — от 7 до 28 ч. Север вверху, восток слева

Фото к ст. И. Дзюбенко и др. (См. стр. 67)



Н. И. Дзюбенко (в центре) и Л. Н. Курочка (справа) готовят установку к наблюдениям



Кампус Авансадо, в котором размещался один из отрядов наблюдателей

## ПОЛЬЗУЙТЕСЬ УСЛУГАМИ ГОССТРАХА РОССИИ



Госстрах РСФСР предлагает более 40 видов страховых услуг, учитывающих интересы различных слоев населения.

**Это договоры смешанного страхования жизни, дополнительной пенсии пожизненного страхования;**

- страхование для женщин;
- страхование туристов, спортсменов, пассажиров;
- страхование от несчастных случаев;
- различные виды страхования детей (к совершеннолетию, бракосочетанию, от несчастных случаев).

Большой выбор услуг и по страхованию личного имущества граждан — строений, предметов быта, антиквариата и изделий из драгоценных и полудрагоценных металлов, видео-, теле-, радиоаппаратуры, всех видов транспорта, крупного рогатого и мелкого домашнего скота, плодовых деревьев и кустарников.

**Предприятиям и организациям** мы предлагаем заинтересованный диалог в разработке и реализации программы комплексной страховой защиты рабочих, служащих и членов их семей с использованием различных видов страхования, совместный поиск нетрадиционных путей страхования, взаимовыгодные условия вложения средств в проведение социальных мероприятий.

Госстрах располагает широкой сетью страховых организаций, высококвалифицированными кадрами, 20-миллиардными запасными и резервными фондами, позволяющими полностью выполнять договорные обязательства. Наши тарифы — самые минимальные в стране.

**Если Вы готовы к сотрудничеству с государственными страховыми фирмами России, обращайтесь по адресу: 103381, Москва, Неглинная, 23, Управление Госстраха Российской Федерации.**

**Телефоны для справок: 200-29-95; 200-47-77; 200-55-08**



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“  
ЦЕНА 90 КОП.  
ИНДЕНС 70336