

# ЗЕМЛЯ И

ЯНВАРЬ-ФЕВРАЛЬ 1/92

ISSN 0044-3948

КОСМОНАВТИКА  
АСТРОНОМИЯ  
ГЕОФИЗИКА

# ВСЕЛЕННАЯ

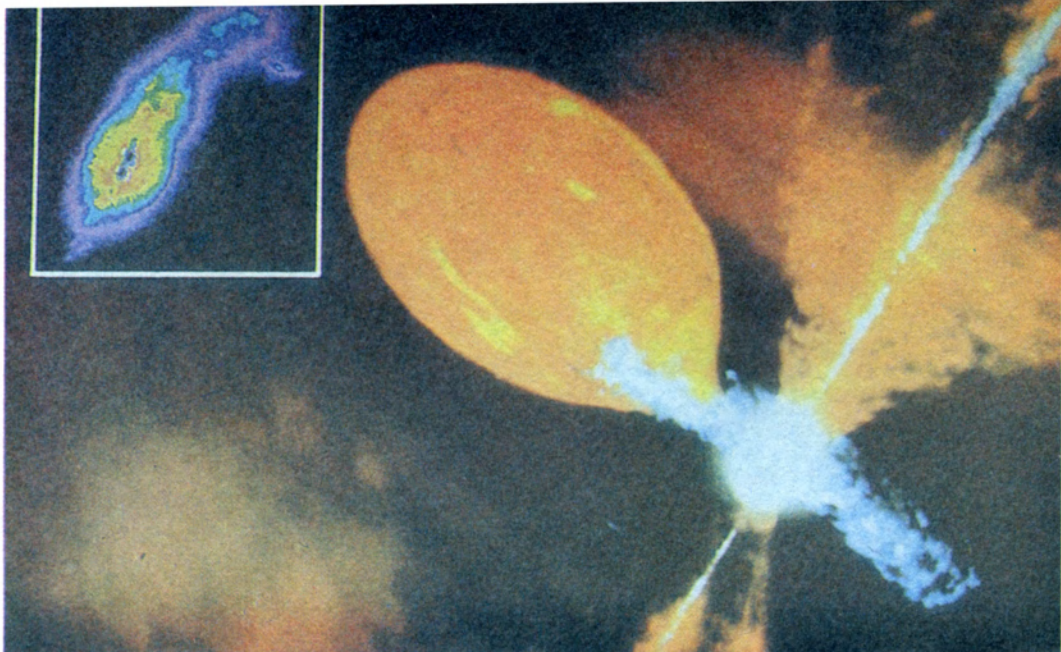
1992 —  
Международный  
Год Космоса



INTERNATIONAL SPACE YEAR 1992

SPACE AGENCY FORUM ON INTERNATIONAL SPACE YEAR





**R Водолея.** Около 700 лет назад в этой двойной звездной системе произошел мощный взрыв. В результате взорвавшаяся меньшая компонента превратилась в белый карлик, а в пространство вокруг звезды было выброшено огромное количество материи. Снимок на врезке был получен камерой слабых объектов в зеленой линии

дважды ионизированного кислорода. Сама двойная система видна в центре туманности как вытянутое темное пятно. Хорошо просматривается выброс в северо-восточном направлении, и, послабее, в юго-западном. Похоже, что он совпадает с плоскостью аккреционного диска вокруг белого карлика



Часть изображения Юпитера, полученного 13 марта 1991 г. телескопом Хаббла. Разрешение приблизительно такое же как и у «Вояджера» за пять дней до максимального сближения с планетой



Мартс 13 декабря 1990 г. Таким его увидел КТХ. Угловой размер планеты был в этот момент 16". Большая темная область слева от центра — Тирренское море (Mare Thyrrhenium), выше его — Большой Сырт (Syrtis Major)

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



## В номере:

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

- 3 **И. Л. РОЗЕНТАЛЬ.** Вероятность возникновения Метагалактики  
8 **В. Н. ШОЛПО.** Эволюция Земли: хаос или упорядоченность  
16 **Ю. И. ВИТИНСКИЙ.** Солнечный цикл от полюса до полюса  
22 **Б. Н. ГИММЕЛЬФАРБ.** Абберация

### ЗАРУБЕЖНАЯ КОСМОНАВИКА

- 29 **РИЧАРД Т. ФАЙНБЕРГ.** Космический телескоп имени Хаббла:  
полтора года на орбите

### СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЕЪЗДЫ

- 38 **Е. Л. РУСКОЛ.** Международная конференция по космогонии

### ЛЮДИ НАУКИ

- 43 **И. В. СТРАЖЕВА-ЯНГЕЛЬ.** Камиль Фламмарин (к 150-летию со дня рождения)

### ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

- 49 **Л. Л. СИКОРУК. Д. Д. Максутов и его менисковые системы**

### ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 53 **Ю. М. САРКИСОВ, И. С. ВОЛЬВОВСКИЙ.** Землетрясение на континентах

### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 58 **В. А. ИЛЬИН.** Научные чтения школьников

### АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 62 **О. К. УХОВА.** Встреча советских и американских преподавателей  
**МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО**

- 64 **А. И. ЦАРЕВ.** Международный год космоса

### ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 71 **С. В. ЖУЙКО, В. Л. КОРНЕЕВ.** Любители астрономии в Московской  
обсерватории ГАИШ

- 73 **А. П. ПОРОШИН.** Новый кометный каталог

### ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ

- 75 **С. В. КАРПОВ.** Мощный астрономический бинокляр

### ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА В ПОМОЩЬ ЛЮБИТЕЛЯМ АСТРОНОМИИ

- 77 **А. Е. МЕРЕМИНСКИЙ.** Вычисление моментов фаз Луны

### ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ

- 82 **И. И. НЕЯЧЕНКО.** Чаша

### ПРОТИВ АНТИНАУЧНЫХ СЕНСАЦИЙ

- 84 **И. Н. ГАЛКИН.** Прогнозы и стрессы

### КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 89 **В. Л. ШТАЕРМАН.** С точки зрения историка

### В ПОМОЩЬ ЛЕКТОРУ

91

- 91 **Г. ПОЛТАВЕЦ, Г. А. ПОЛТАВЕЦ.** Космонавты СССР

Новости науки и др. информация: Из новостей зарубежной астрономии [7]; Бангладешская трагедия [15]; Вулкан проснулся [15]; Самая юная среди звезд [28]; Новые книги издательства «Наука» [40]; Памяти Дмитрия Александровича Рожковского [41]; Памяти Леонида Сергеевича Хренова [42]; Странный астероид [48]; Оптический предвестник землетрясения! [57]; «Дыра» в центре Галактики [60]; Пульсар «пожирающий ближнего своего» [60]; Создана Академия космонавтики им. К. Э. Циолковского [67]; Из новостей зарубежной космонавтики [69]; Новые книги [70]; Новый кометный каталог [73]; Солнце в июне—июле 1991 года [74]; Самые первые звезды [83]; Дальше некуда!.. [88]; заочная июле 1991 года [74]; Самые первые звезды [83]; Дальше некуда!.. [88]; Продолжает работать заочная радишкола «Вперед, на Марс!» [90]



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»

Т е л е ф о н ы : 238-42-32

238-29-66

На 1-й стр. обложки  
Эмблема Международного Года  
Космоса  
и статье А. И. Царева

На 2-й стр. обложки:  
Снимки, полученные с космического  
телескопа им. Э. Хаббла (и статья  
Р. Т. Файнберга, стр. 29)

На 4-й стр. обложки:  
Одно из украшений зимнего неба —  
туманность «Розетка» в созвездии Единорога. Облака ионизованного водорода и пыли (NGC2237—39 и NGC2246) окружают довольно рассеянное звездное скопление NGC2244 (в центре). Любители астрономии при хороших условиях наблюдения смогут рассмотреть туманность, если вооружатся инструментом с диаметром объектива свыше 80 мм и с полем зрения не менее 2—3°.

Фотография получена американским любителем астрономии Дж. Райфлом со светосильным астрографом (D=15 см, 1:3,3). Для повышения контраста снимок был отпечатан с двух сложенных вместе негативов, один из которых экспонировался 20, а другой 30 минут. (Sky and Telescope, 1991, V. 81, № 3)

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

## In this issue:

- 3 ROSENAL I. L. The probability of the formation of the Methagalaxy  
8 SHOLPO V. N. The evolution of the Earth: a chaos or an order?  
16 VITINSKIY Yu. I. The solar cycle from pole to pole  
22 Gimmelfarb B. N. The aberration

## THE FOREIGN COSMONAUTICS

- 29 RICHARD T. FAINBERG. Cosmical Hubble telescope: one year and a half on orbit

## SYMPOSIUMS, CONFERENCES, CONGRESSES

- 38 RUSKOL E. L. An international cosmogonical conference

## THE PEOPLE OF SCIENCE

- 43 STRAGEVA-YANGEL I. V. Camille Flammarion (to his 150-th birthday)

## FROM THE HISTORY OF THE SCIENCE

- 49 Sikoruk L. L. D. D. Maksutov and his meniscas systems

## HYPOTHESES, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

- 53 SARKISOV Yu. M., VOLVOVSKIY I. S. The earthquakes on the continents

## ECOLOGICAL EDUCATION

- 58 ILYIN V. A. Scientific lectures of scolars

## ASTRONOMICAL EDUCATION

- 62 UKHOVA O. K. The meeting of Soviet and American teachers

## THE INTERNATIONAL COOPERATION

- 64 TSARYOV A. I. The International Cosmical Year

## AMATEUR ASTRONOMY

- 71 ZHUJKO S. V., KORNEYEV V. L. The amateur-astronomers in the Moscow observatory of the Sternberg State Institute  
73 POROSHIN A. P. New cometary catalogue

## AMATEUR TELESCOPE MAKING

- 75 KARPOV S. V. A powerful astronomical binocular

## THE COMPUTING TECHNIQUE HELPS TO THE AMATEUR ASTRONOMERS

- 77 MEREMINSKIY A. E. The calculation of the moments of lunar phases

## LEGENDS ABOUT THE STAR SKY

- 82 NEYACHENKO I. I. Crater (A. Cup)

## AGAINST THE ANTISCIENTIFIC SENSATIONS

- 84 GALKIN I. N. The prognoses and stresses

## THE BOOKS ABOUT THE EARTH AND THE SKY

- 89 SHTAERMAN V. L. From the point of view of an historian

## HELPING THE LECTURER

- 91 POLTAVETS A. G., POLTAVETS G. A. The cosmonauts of the USSR



# Вероятность возникновения Метагалактики

И. Л. РОЗЕНТАЛЬ,  
доктор физико-математических наук,  
ИКИ АН СССР

**Метагалактикой** (которую иногда и, добавим, совершенно неправильно по сей день отождествляют со Вселенной) мы будем называть **наблюдаемую область пространства с размерами  $\approx 10^{28}$  см.** Согласно стандартной фридмановской космологии таких размеров Метагалактика достигла за время порядка  $3 \cdot 10^{17}$  с. В соответствии с современной космологией (ее часто называют **инфляционной**) на первом этапе ( $\approx 10^{-35}$  с) происходило чрезвычайно быстрое, экспоненциальное, нефридмановское расширение вакуумной материи, которое реализовалось вплоть до гигантских, сравнительно с Метагалактикой, расстояний. Грубо приближенно размеры этого образования в  $10^{106}$  раз превышают радиус Метагалактики. Через  $10^{-35}$  с после начала возмущения вакуума «пузырь», который мы будем называть **Мини-вселенной**, из-за нестабильности вакуума распался на мелкие части. В дальнейшем они развились в соответствии с фридмановской космологией (Земля и Вселенная, 1985, № 1, с. 74.— Ред.). Эти элементы мы будем называть **метагалактиками** (с маленькой буквы), чтобы подчеркнуть их общность с нашей Метагалактикой. Вселенная, в такой системе понятий, есть «все на свете», т. е. совокупность мини-вселенных, включающих многие метагалактики.



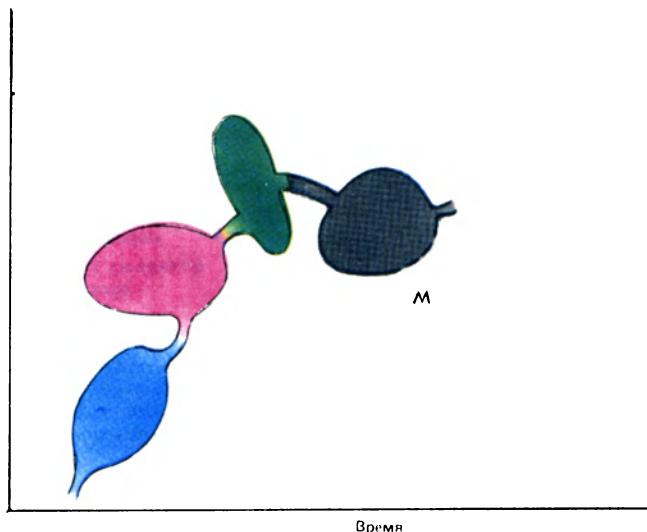
**Структура нашей Метагалактики столь чувствительна к значениям фундаментальных постоянных, что создается впечатление, будто мы живем в совершенно невероятной Вселенной.**

Почему сейчас с уверенностью можно говорить о существовании многих мини-вселенных и метагалактик, хотя непосредственные опыты и наблюдения не выходят за пределы нашей Метагалактики? В пользу этого существуют три аргумента. Прежде всего эта уверенность основывается на известной некоторой незамкнутости фридмановской космологии. Хотя теория объясняет почти все наблюдаемые факты (разбегание галактик, время существования Метагалактики и др.), известен

ряд теоретических выводов из фридмановской космологии, которые трудно и даже невозможно совместить с современными физическими представлениями, изученными, правда, в земных условиях. Например, считается, что в прошлом, примерно  $3 \cdot 10^{17}$  с назад, существовал момент (его обычно отождествляют с временем рождения Метагалактики  $t=0$ ), когда плотность вещества обращалась в бесконечность (сингулярность). Но в теории обращение какой-либо величины в бесконечность свидетельствует о ее незамкнутости и противоречивости. В рамках «земной» физики проблема сингулярности снимается усложнением и модификацией теории. А. Д. Линде насчитал еще около десяти менее значительных, чем сингулярность, проблем, которые не решаются в рамках фридмановской космологии<sup>1</sup>.

Инфляционная теория позволяет решить эти проблемы. Согласно инфляционной космологии, Вселенная существует вечно. Момент  $t=0$  — это лишь момент рождения одной из многих метагалактик (нашей Метагалактики). Она отличается от других тем, что в ней живем мы, или,

<sup>1</sup> А. Д. Линде. Теория элементарных частиц и инфляционная космология. М.: Наука, 1990.



Простейшая схема эволюции Вселенной. Изображено несколько мини-вселенных, различающихся по своим свойствам. Буквой М обозначена наша Метагалактика. В действительности она занимает существенно меньшие размеры относительно мини-вселенной

если основываться на физических понятиях, более сложной структурой — существованием в Метагалактике атомных ядер, звезд и галактик. В определенный момент времени может реализоваться лишь одна мини-вселенная. Заканчивая свою «жизнь», она порождает одну за другой мини-вселенные следующих поколений. В такой бесконечной во времени модели проблема сингулярности отсутствует. Решаются и другие проблемы Фридмановской космологии.

Разумеется, возможны и иные, более сложные, модели (например, одновременное сосуществование многих мини-вселенных или метагалактик). Это предположение основано на достижениях в теории вакуумного состояния. Понятие физического вакуума в квантовой электродинамике возникло давно. Оно соответствует двум эквивалентным состояниям: са-

мому низшему энергетическому состоянию и состоянию, в котором отсутствуют реальные заряженные частицы (электроны и протоны). Утверждение об отсутствии реальных частиц приводит к некоему мистическому образу «нереальных» (виртуальных) частиц. Напомним, что в рамках квантовой теории поля существуют квазиреальные, виртуальные частицы. Их квазиреальность заключается в исключительно малом времени их жизни ( $t_b$ ).

Согласно теории  $t_b \approx \frac{\hbar}{mc^2}$  ( $\hbar$  — постоянная Планка,  $c$  — скорость света). Для виртуальных электронов с массой  $m_e \approx 10^{-27}$  г ( $\sim 0,5$  МэВ в энергетических единицах) время жизни  $t_b \approx 10^{-21}$  с, для протонов ( $m_p \approx 10^{-24}$  г  $\approx 10^3$  МэВ)  $t_b \approx 10^{-24}$  с. Обе величины настолько малы, что непосредственно наблюдать треки этих частиц в приборах невозможно. Однако есть косвенные данные, подтверждающие их существование с потрясущей (до 10 знака) точностью.

Изолированный электромагнитный вакуум не может количественно объяснить инфляцию. Поэтому были развиты модели вакуума для

других и, в частности, скалярных (бесспиновых) частиц. График зависимости плотности энергии такого вакуума от значения волновой функции  $\psi$  вакуума ( $v(\psi)$ ) имеет два минимума. Обычно вакуум находится в первом минимуме. Из-за потенциального барьера, как правило, возмущения вакуумного состояния приводят лишь к подобию ряби в «вакуумном море». Потенциальный барьер препятствует развитию возмущений. Однако изредка благодаря квантово-механическому туннельному эффекту это возбуждение преодолевает энергетический барьер (квазиплоская часть зависимости  $v(\psi)$ ). Именно на этом участке и происходит инфляция. Прохождение плоского участка означает конец инфляции. Объект (в данном случае мини-вселенная) попадает в абсолютный минимум, когда из-за нестабильности вакуума мини-вселенные распадаются на метагалактики.

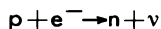
Важно, что начало прохождения вакуумного возмущения через потенциальный барьер, а следовательно, и продолжительность инфляционной фазы и размеры мини-вселенных отличаются друг от друга. Это обстоятельство указывает на развитие физических законов, формируемых на инфляционной стадии. Такое умозрительное заключение подтверждается при анализе устойчивости физических законов в нашей Метагалактике относительно малого изменения численного значения фундаментальных постоянных. Этот анализ (его иногда называют принципом целесообразности) показывает, что структура Метагалактики чрезвычайно чувствительна к малому изменению численного значения фундаментальных постоянных. Более точно: при небольшом (разумеется, мысленном) изменении фундаментальных постоянных не должны возникать или суще-



ствовать одна или несколько основных структур Метагалактики: атомы, атомные ядра, звезды или галактики.

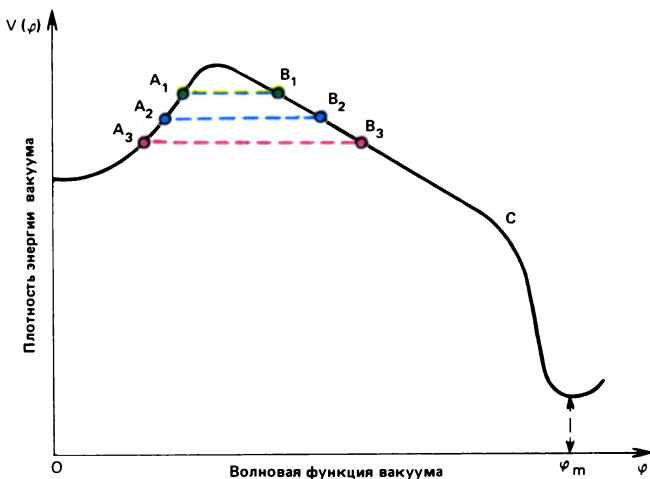
Подчеркнем, что анализ устойчивости структуры Метагалактики имеет два аспекта. В первом (привычном, стандартном) исследуется возможность существования структур при небольших изменениях одного из параметров системы. Во втором, весьма необычном, предметом исследований становится сама Метагалактика, а варьируемые параметры — фундаментальные постоянные<sup>2</sup>.

Ограничимся одним примером, выбранным по принципу простоты и наглядности. Известно, что атом водорода — абсолютно стабильным элементом. Правда, эта стабильность обеспечена лишь весьма случайной игрой фундаментальных постоянных. Действительно, в соответствии с теорией слабого взаимодействия должен был бы происходить коллапс атома водорода по схеме:



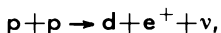
( $p$  — протон,  $e^-$  — электрон,  $n$  — нейтрон,  $\nu$  — нейтрино). Однако эта реакция не реализуется из-за того, что разность масс нейтрона и протона ( $\Delta m_n$ ) примерно в 2,5 раза превышает массу электрона. Если вообразить Метагалактику, в которой масса электрона более чем в 2,5—3 раза превышает значение, т. е.  $m_e \approx 0,5$  МэВ, то приведенная выше реакция произошла бы, и атом водорода в таком мире не мог бы существовать.

С первого взгляда может показаться, что отсутствие атома водорода привело бы к серьезным, но не катастрофическим последствиям. В



действительности ситуация гораздо серьезнее. В процессе образования галактик необходима «эпоха нейтрального водорода». Без водорода не могли возникнуть звезды и галактики.

На этом фоне «малосущественной» деталью выглядит невозможность протекания (при увеличении  $m_e$  более чем в 3 раза) основной реакции термоядерного синтеза в звездах):



где  $d$  — дейтрон.

Возникает важнейший вопрос для определения устойчивости системы: мало или велико изменение массы  $m_e$  втрое, чтобы система (в данном случае структура Метагалактики) была устойчива? В физике такой вопрос относительно к чему-либо бессодержателен. Нужно указать характеристическое отношение массы  $m_e$  к средней массе элементарных частиц. Из анализа этого распределения следует, что массы примерно 90 % элементарных частиц лежат в интервале от 0,5 до 2  $m_p$  и, следовательно, отношение

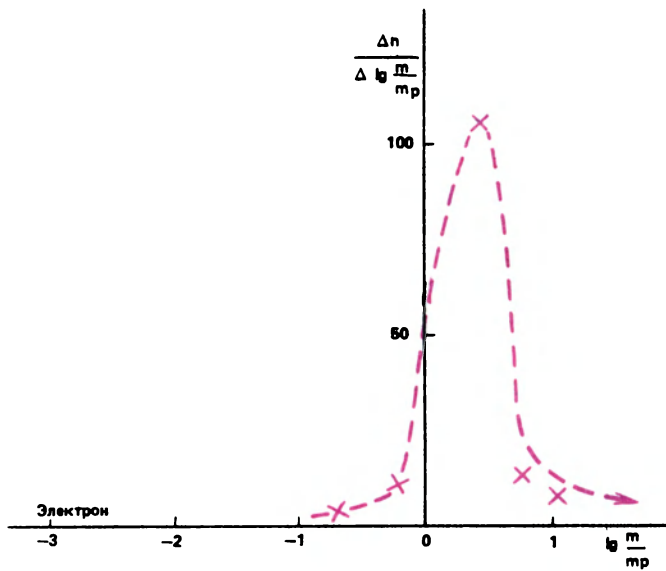
$\frac{\langle m \rangle}{m_e} > 2 \cdot 10^3$  ( $\langle m \rangle$  — средняя масса элементарных частиц). Поэтому увеличение массы электрона втрое —

Прохождение вакуумных возмущений через потенциальный барьер и стадия инфляции. Из-за неодинаковости начальных возмущений стадия инфляции ( $V_1C$ ;  $V_2C$ ;  $V_3C$ ) имеет разную продолжительность, что, в свою очередь, обуславливает различие характеристик мини-вселенных. Когда возмущение достигает точки  $C$ , инфляция прекращается, и мини-вселенные распадаются на метагалактики

весьма мало по сравнению с характеристическим отношением  $\frac{\langle m \rangle}{m_e}$ . Значение  $m_e \approx 0,5$  МэВ весьма большая флуктуация в распределении элементарных частиц по массам, однако она необходима для существования структуры Метагалактики.

Данный пример наглядно демонстрирует, что структура Метагалактики весьма неустойчива к значению фундаментальных постоянных. Такой факт (если исключить вмешательство Верховного Архитектора) имеет единственную интерпретацию — металактик много. Как правило, они имеют более простую структуру, чем наша Метагалактика, в которой фундаментальные постоянные играют роль гаранта, обеспечивающего ее сложную архитектуру. Сама слож-

<sup>2</sup> Подробно множество ситуаций подобных «неустойчивости» структуры Метагалактики проанализировано в книге автора «Элементарные частицы и структура Вселенной», М., Наука, 1984.



Наблюдаемое на ускорителях распределение элементарных частиц по массам. Вследствие относительно большого разброса значений масс распределение представлено в логарифмическом масштабе

ность Метагалактики «отбирает» определенные численные значения фундаментальных постоянных.

До сих пор мы говорили о выводах не вызывающих существенных возражений. Сейчас мы перейдем к новому кругу вопросов, который, может быть, послужит прологом к созданию «теории всего». Речь идет об оценке вероятности образования Метагалактики с относительно сложной структурой. Для получения такой оценки мы будем опираться на распределение элементарных частиц по массам. Используя определенные аппроксимации распределения, можно оценить вероятность того, что одна из элементарных частиц будет иметь массу, заключенную в интервале от 0 до  $3 m_e$ , т. е. в том интервале, который обеспечивает стабильность структурных образований Метагалактики.

Оказывается, что эта вероятность (по порядку величины) равна  $10^{-5}$ — $10^{-6}$ .

Еще большее впечатление производит оценка вероятности распределения масс Х-бозона ( $m_x$ ) и планкеона ( $m_{пл}$ ). Напомним, что Х-бозон с массой  $m_x \approx 10^{15}$  ГэВ с необходимостью должен существовать в рамках теории, объединяющей слабое, электромагнитное и сильное взаимодействия. И хотя Х-бозон не наблюдался непосредственно на опыте, в настоящее время нет ни одного альтернативного построения, объединяющего эти три взаимодействия, которое не включало бы Х-бозон.

Аналогичную роль играет и планкеон с массой  $m_{пл} \approx 10^{19}$  ГэВ, необходимый для объединения четырех взаимодействий, включая, кроме перечисленных, и гравитационное.

Экстраполируя распределение в область энергий  $10^{15}$ — $10^{19}$  ГэВ, можно получить, что вероятность появления двух частиц с такими огромными массами грубо приблизительно равна  $10^{-100}$ . И хотя такая экстраполяция неопределенна, нет сомнений, что если существует

закономерность в спектре элементарных частиц, то вероятность появления частиц со столь большими массами чудовищно мала<sup>3</sup>.

Более того, можно показать: эта малая вероятность необходима для поддержания сложной структуры Метагалактики. Действительно, из современной теории следует, что время жизни протона ( $t_p$ )

$$t_p \sim m_x^4,$$

а время существования звезды на главной последовательности ( $t_s$ )

$$t_s \sim m_{пл}^2$$

Поэтому значительное (на несколько порядков) уменьшение  $m_x$  и  $m_{пл}$  привело бы соответственно к исчезновению протонов и звезд.

Если принять, что вероятность появления Х-бозонов и планкеонов равна  $10^{-100}$  и во Вселенной существует единый механизм формирования спектра масс, то можно оценить число метагалактик во Вселенной, обладающих более простой структурой, чем наша Метагалактика. Это число порядка  $10^{100}$ . Какие выводы следуют из наших заключений?

1. Физика элементарных частиц и космология теснейшим образом взаимосвязаны. Создание «теории всего» и теории возникновения и эволюции Вселенной — два различных аспекта единой теории.

2. «Теория всего» должна объяснить, почему мала вероятность реализации метагалактик со сложной структурой.

3. Центральным пунктом «теории всего», вероятно, должна стать интерпретация спектра масс элементарных частиц.

<sup>3</sup> Напомним, что это заключение базируется на сильном допущении о существовании единого распределения элементарных частиц по массам.



4. В «теории всего» должна найти место вариация фундаментальных постоянных на стадии рождения мини-вселенных. Едва ли эти вариации формируются на фридмановской стадии, по-

скольку согласно инфляционной космологии, геометрия Метагалактики должна быть стандартной — евклидовой (в отличие от геометрии мини-вселенных). А геометрия в значительной

степени определяет характер взаимодействий<sup>4</sup>.

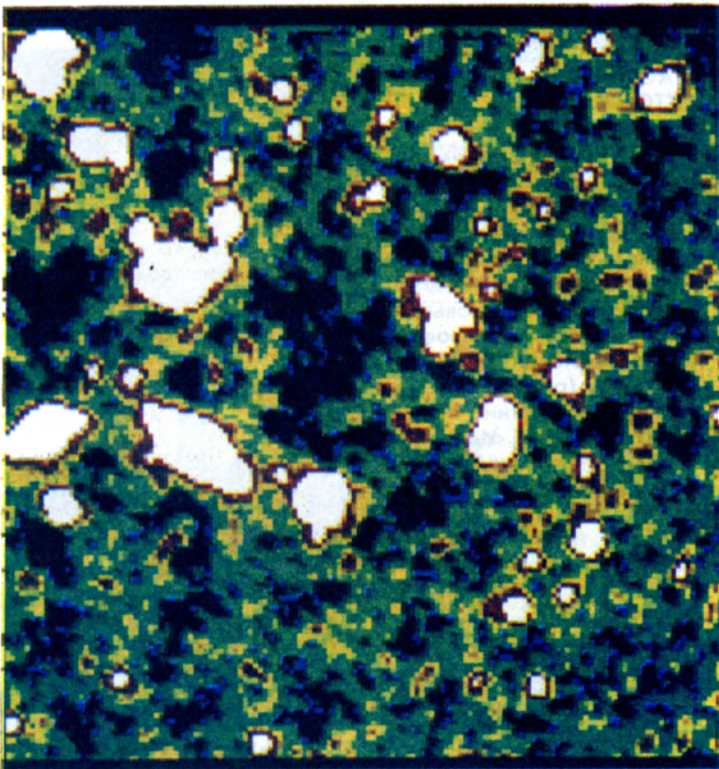
<sup>4</sup> Подробнее об этом см. книгу И. Л. Розенталя «Механика как геометрия», М.: Наука, 1990.

## Из новостей зарубежной астрономии

### К границам нашей Вселенной

Начиная с марта 1991 г., международная группа астрономов, состоящая из австралийцев, итальянцев, англичан, японцев и американцев, приступила к выполнению обширной наблюдательной программы на Телескопе Новой Технологии (ТНТ) в области внегалактической астрономии. Использовался высококачественный детектор на ПЗС-матрицах и мультимодальный инструмент, установленный в одном из фокусов телескопа. Направив телескоп на созвездие Секстанта, Брюс Петерсон (обсерватория Маунт Стромло, Австралия) получил 41 изображение избранного участка неба (общая выдержка составляла 6 ч 50 мин). После необходимой обработки все изображения были совмещены. На фотографии представлено лишь 2 % площади снимка. Более 97 % заснятых объектов — это далекие галактики. Наиболее яркие из них, 21—25<sup>м</sup> легко различаются по их форме и могут быть классифицированы. Самые слабые галактики имеют 29<sup>м</sup>. Это означает, что они в 1,5 млрд раз менее яркие, чем самые слабые звезды, видимые невооруженным глазом. Блеск такой галактики можно сравнить со светом сигареты на расстоянии Луны или со светлячком, рассматриваемым с расстояния 12 тыс. км.

Еще предстоит разобраться, имеем ли мы дело с карликовыми, но сравнительно близкими галактиками, или же это в основ-



ном нормальные, но далекие галактики. Для самых ярких из них можно получить спектры и по их красному смещению определить расстояние. Пока же, по приближенным оценкам, расстояния до сфотографированных галактик — от 10 до 18 млрд св. лет. Учитывая гипотетический возраст нашей Вселенной (той, что образовалась в ходе Большого Взрыва), это значит, что мы почти приближаемся к ее внешним границам. А что лежит за ними?

Подсчеты числа галактик различных звездных величин показывают: число галактик растет по

мере перехода ко все более и более слабым объектам по тому же закону, как и в близких к нам частях Вселенной (с увеличением расстояния вдвое число галактик возрастает в 8 раз). Это значит, что до границ нашей Вселенной все еще далеко. Истощение числа галактик на периферии нашей Вселенной пока не наблюдается.

*(По сообщениям  
Европейской южной  
обсерватории  
май 1991 г.)*

# Эволюция Земли: хаос или упорядоченность?

В. Н. ШОЛПО,  
доктор геолого-минералогических наук  
Институт физики Земли РАН

### КЛАССИЧЕСКАЯ ТЕКТОНИКА ПЛИТ

Рождение концепций, провозглашенной «новой глобальной тектоникой», связано с публикацией в 1962 г. статей двух американских ученых Г. Хесса и Р. Дитца. Они предложили тогда новый вариант гипотезы образования океанов, основанный на идее **спрединга** (растяжения) литосферы в срединно-океанических хребтах. Идея возрождала на новой основе представления о дрейфе континентов А. Вегенера и получила название «**неомобилизма**». Примечательно, что один из основоположников этой идеи Г. Хесс предлагает рассматривать новую гипотезу образования океанов как «опыт в геопоззии». Но чтобы геопоззия не лишалась рифмы и смысла, необходимо установить некоторые ограничения, преимущественно геологического содержания.

Позднее в научной периодике появилась серия статей (1967—1968 гг.), которая окончательно сформировала основные положения новой глобальной концепции. Ее основы были просты, понятны и как будто бы давали ключ к пониманию глобальных закономерностей устройства и развития лица Земли. И в самом деле, вся земная литосфера разделена на ограниченное число крупных и мелких плит. В рифто-



**Последние десятилетия в геологии не затихает дискуссия между сторонниками двух альтернативных концепций — фиксизма и мобилизма. Дискуссия эта оказала большое влияние на развитие глобальных представлений об эволюции Земли, процессах, изменяющих ее облик.**

**Однако на современном этапе дискуссия перешла на иной, более глубокий и обобщенный уровень, приобрела, можно сказать, философский характер. Она сводится к тому, существуют ли или нет закономерности процесса тектогенеза (а значит, процесса эволюции Земли) во времени и пространстве.**

вых зонах океанов материал земной мантии поднимается к поверхности, наращивает литосферу и приводит к раздвижению литосферных плит. Плиты передвигаются на тысячи километров к окраинам океанов, и здесь наращивание площади литосферы компенсируется погружением ее снова в мантию (Земля и Вселенная, 1989, № 4, с. 78.— Ред.). Вся эта система поддерживается в непрерывном движении **конвективными потоками в мантии**.

В схеме тектоники плит предусматривалось три типа границ между литосферными плитами: **дивергентные**, где происходит наращивание литосферы и раздвижение плит, **конвергентные** — границы столкновения плит и деформации литосферы и **границы скольжения** плит относительно друг друга вдоль разделяющих их трансформных разломов.

На первых порах в публикациях, разрабатывавших эту идею, было отчетливо видно стремление связать новые представления с данными, накопленными теоретической геологией, и в первую очередь с учением о **геосинклиналях** — подвижных поясах Земли. Появилась надежда, что основные эмпирические обобщения, сконцентрированные в учении о геосинклиналях, получат общее объяснение, приобретут логично обоснованный механизм и источник сил, обеспе-



чивающих возникновение таких поясов. Казалось весьма привлекательным расшифровать сложную историю эволюции подвижных поясов, пользуясь принципом актуализма (все наблюдаемые на сегодняшней Земле процессы имели место и в геологическом прошлом). В самом деле, начальные стадии жизни геосинклиналей очень просто сопоставить с процессами на дивергентных границах плит или в рифтовых зонах континентов (начальные стадии спрединга). Стадии инверсии и процесс формирования складчатой области — сопоставить с процессами на конвергентных границах.

Но просто это оказалось только в самой общей схеме. Попытка же расшифровать отдельные стадии развития конкретных подвижных поясов привела к искусственному усложнению схем движе-

ности в учении о геосинклиналях. Скорее, наоборот — запутали их.

Возникли и другие трудности. В масштабах всего земного шара оказалось невозможным согласовать простую схему возникновения,

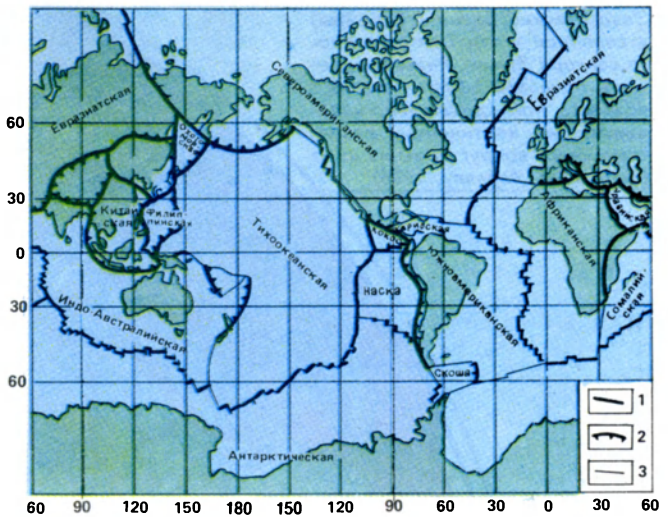
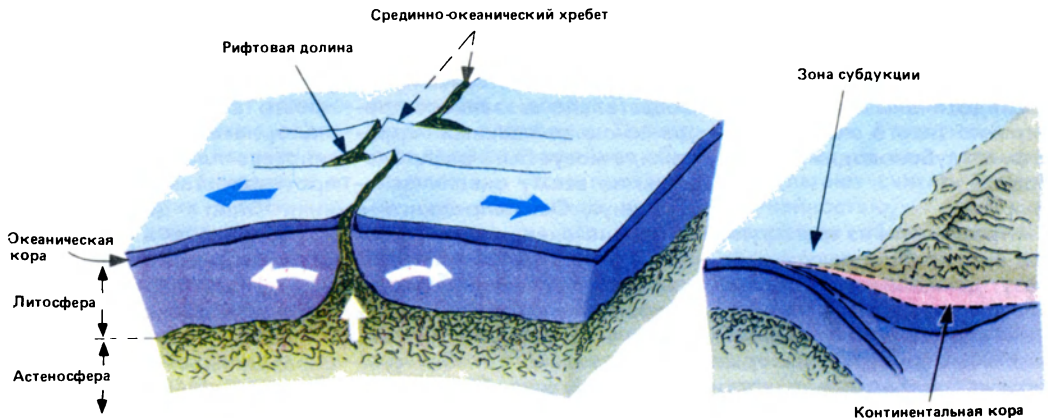


Схема расположения литосферных плит на начальном «классическом» этапе концепции тектоники плит. Условные обозначения: 1 — конвергентные, 2 — дивергентные границы, 3 — границы скольжения по трансформным разломам



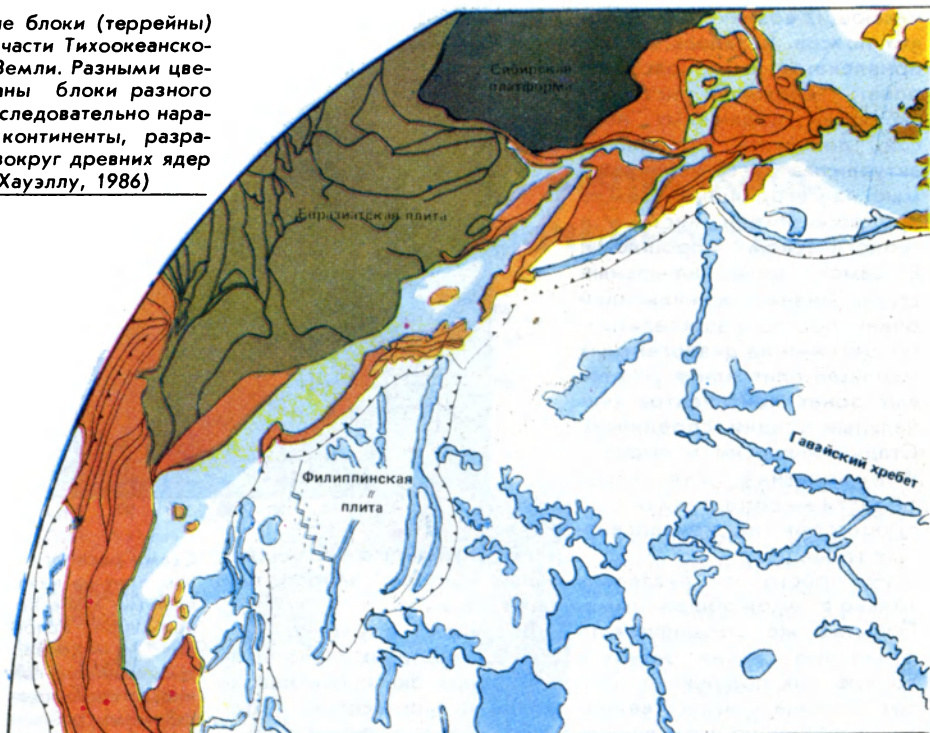
ния плит, необходимости выделять в каждом случае большое число микроплит и, в конце концов, к нагромождению различных типов взаимодействий между этими плитами и микроплитами. Так упрощенная схема разных типов взаимодействия литосферных плит и слишком прямолинейно понимаемый принцип актуализма не смогли объяснить закономер-

Принципиальная обобщенная схема движения и взаимодействия литосферных плит

перемещения и исчезновения океанических литосферных плит. Если ее понимать так, как она была предложена в первоначальном «классическом» варианте, то каждой зоне спрединга должна соответствовать по крайней

мере одна зона **субдукции** (погружения плит в мантию). А вот это-то как раз и не удается показать наглядно. Такие континенты, как Африка и Антарктида, например, оказываются со всех сторон окруженными зонами спрединга, Африка к тому же и сама рассечена рифтовой зоной, которая, согласно концепции, является местом, где зарождается океан. И все

**Экзотические блоки (террейны) в северной части Тихоокеанского сектора Земли. Разными цветами показаны блоки разного возраста, последовательно нарастающие континенты, разрастающиеся вокруг древних ядер (по Д. Дж. Хауэллу, 1986)**



эти зоны зарождения литосферы и раздвижения плит компенсируются зонами субдукции, которые почти все сосредоточены на западной окраине Тихого океана, в системе глубоководных желобов.

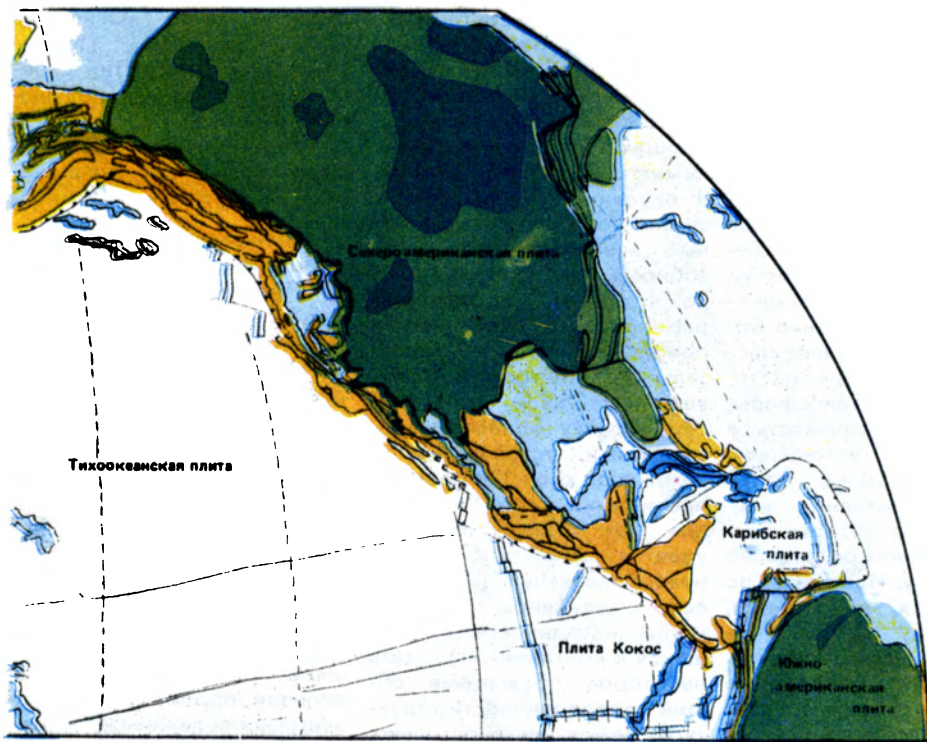
Чтобы выйти из этого тупика, предложили такую гипотезу: движение плит обеспечиваются не несколько крупных глобальных конвективных ячеек в мантии, которые отражаются на поверхности как зоны спрединга (восходящие ветви конвекции) и зоны субдукции (нисходящие), а многочисленные **мелкие ячейки конвекции**. И тогда, писал английский геофизик Дж. Мак-Кензи, изучая движения плит, как современных, так и древних, можно получить информацию о конвекции в мантии, даже если эти движения не известны в деталях. Плиты в этом случае движутся по равнодействующей, обусловленной суммой малых конвек-

тивных ячеек, располагающихся в области восходящих течений в мантии. И оказывается, что они совсем не обязательно связаны со срединно-океаническими хребтами, а могут быть распределены по всему океаническому дну. Ось спрединга — срединно-океанический хребет — может более или менее произвольно менять свое положение, исчезая в одном месте и возникая в другом. Важно только, чтобы суммарно в масштабе земного шара соблюдалось примерно равенство протяженности зон спрединга и зон субдукции.

Такие сильно изменившиеся «правила игры» давали почти неограниченную свободу для интерпретации геологической истории. И не случайно именно на этом этапе сторонники тектоники плит решительно отказываются связывать ее с основными положениями учения о геосинклиналях, а напротив,

отвергают это учение как отжившее, годное лишь для архива науки. При этом они упускают из виду, что не просто отрицается какая-то альтернативная концепция, гипотеза или теория, а идет противопоставление тектоники плит целой сумме эмпирических обобщений, сконцентрированных в учении о геосинклиналях. Вероятно, с позиции гипотезы и даже теории отрицать справедливость эмпирического обобщения — дело довольно безнадежное.

Следовало бы вспомнить высказывание В. И. Вернадского: «...в истории естествознания и связанных с ним наук реально имеют наибольшее значение... не научные гипотезы и научные теории—как их обычно выдвигают на первое место обзоры истории науки... На первое место выступают эмпирические обобщения, часто неправильно отождествляемые с научными гипотезами».



## ПРОТИВОРЕЧИЯ МОБИЛИЗМА

Если отказаться от закономерностей строения складчатых зон, установленных учением о геосинклиналях, и от самого понятия «геосинклиналь», то довольно трудно объяснить разнообразие разновозрастных фаций в складчатых областях, неоднородность и изменчивость их структуры. Но в рамках тектоники плит дали этому объяснение, введя понятие экзотических блоков, мелких плит — **террейнов**. Предложена такая схема: все, что в настоящее время составляет единую геологическую структуру, в момент своего образования скорее всего было разобщено. Идея террейнов, которая впервые появилась лишь для объяснения сложной тектоники канадской части Кордильер, теперь получила широкое распространение. Практически все континенты представляются

как некие «коллажи», составленные из множества разнообразных террейнов, группирующихся вокруг щитов древних платформ. Траектории дрейфа террейнов обычно сложны, часто протяжены, но еще чаще вообще непознаваемы: вся фанeroзойская геологическая история Земли представляется как беспорядочная «игра» террейнов, постепенно собирающихся в континенты.

Итак, эволюция тектоники плит выглядит довольно противоречиво. Начав с весьма упорядоченной и закономерной глобальной картины, концепция пришла к принципиальному утверждению хаоса и отсутствия каких-либо глобальных закономерностей в тектоническом процессе во времени и пространстве. Наиболее последовательные сторонники мобилизма даже провозглашают эту хаотичность как основной результат развития идей тектоники плит вообще. Один из

первоначальных и основных аргументов всей идеи мобилизма — подобие конфигурации западного и восточного берегов Атлантики — ныне забыт, и сам этот факт предлагают считать простой случайностью, собравшей террейны обеих Америк и Африки именно таким, а не иным образом. Зоны спрединга и субдукции могут произвольно менять свои места и непредсказуемо возникать в любом месте — там, где это диктуется конкретной региональной задачей. Таким образом, научное исследование как стремление к познанию общих закономерностей процессов, управляющих развитием Земли, на этой стадии тектоники плит закончено. Характер процессов установлен и оспаривать его как бы даже неприлично, что же касается закономерности их распределения во времени и пространстве, то они находятся за пределами возможностей нашего познания.



В самые последние годы появилась новая идея и о конвекции в мантии Земли, обеспечивающей движение литосферных плит. Это двухъярусная, иерархически построенная конвекция. Нижний ее «этаж» охватывает нижнюю мантию от ядра Земли до астеносферы. Гигантские диапиры (внедренные снизу легкого пластичного материала в верхние более плотные слои литосферы) в нижней мантии, достигая подошвы астеносферы, вызывают неустойчивость в ней и служат источником зарождения серии более мелких конвективных ячеек — диапиров, которые воздействуют непосредственно на литосферу. Идея сама по себе здравая, но кажется, к мобилизму она уже не имеет прямого отношения. Предполагается, что крупные плиты, испытывают воздействие более крупных и глубоких конвективных потоков, в то время как микроконтиненты и террейны, заполняющие пространство между крупными плитами и составляющие подвижные пояса, движутся под воздействием более мелких конвективных ячеек верхнего «этажа» конвекции.

Но остается загадкой, каким образом литосфере удастся избирательно реагировать на воздействие конвективных потоков разных глубинных уровней. Еще более неопределенны попытки связать меняющиеся скорости спрединга с известной периодичностью внутренних процессов Земли — тектономагматическими циклами. Совместить с этим мобилизм в его современном виде также не удастся.

В самое последнее время предпринимаются все же попытки преодолеть возникший кризис идей новой глобальной тектоники, отказаться от беспредельного господства хаоса. С. М. Кравченко и академик В. Е. Хаин предло-

жили рассматривать глобальную картину распределения зон спрединга как отражение системы взаимосвязанных конвективных ячеек, охватывающих верхнюю и частично нижнюю мантию Земли. В океанической литосфере, считают они, сами конвективные ячейки сохраняют способность к непрерывному разрастанию, обеспечивая расширение океанических пространств. Под континентальной же литосферой конвективные ячейки в мантии оказываются более консервативными, устойчивыми и сохраняют свои размеры на протяжении сотен миллионов лет. Таким приемом удастся совместить явления новообразования (касающиеся в основном океанов) и унаследованности (относящиеся к континентам) и дать некоторое объяснение общей упорядоченности структуры Земли. Неясно только, что все-таки обеспечивает работу столь тонкого механизма. Но так или иначе тектонические идеи, совершив некий виток по спирали, возвращаются к давним представлениям о закономерном устройстве поверхности нашей планеты.

#### ОРГАНИЗОВАННОСТЬ БЕСПОРЯДКА

Еще Ф. Бэкон, естествоиспытатель и философ XVII в., отметил правильность и подобие в очертаниях южных материков и высказал мысль, что это не может быть случайностью. Многие географы и геологи, особенно в XIX в., стремились установить и понять общие закономерности облика Земли. Утвердивший в геологии идеи эволюционизма и принципы актуализма Ч. Лайель впервые обратил внимание на неравномерность распределения воды и суши на земной поверхности, не хаотичное, а антисимметричное распределение. В своей зна-

менитой книге «Основные начала геологии» (1830—1833 гг.) он поместил своеобразную проекцию полушарий, смещенную так, что одно из них оказывается почти полностью океаническим, а другое — континентальным.

Многие крупные ученые (А. Гумбольдт, М. Бертран, Э. Зюсс) делали попытки выявить общие закономерности строения поверхности Земли. Например, сопоставляли фигуру земного шара с гранями, ребрами и вершинами различных правильных многогранников, выявляли правильную повторяемость сходных форм рельефа, подобия очертаний береговых линий и общего расположения суши и моря в разных частях земного шара. И хотя сейчас эти попытки порой кажутся наивными или даже искусственными, они повторяются с удивительной настойчивостью. Это говорит не только о желании найти общие закономерности в строении Земли, но и о твердой уверенности, что такие закономерности существуют.

К концу прошлого века были сформулированы **географические гомологии** (соответствия, подобия), в которых отражены главные черты упорядоченности лика Земли: 1) преимущественная «континентальность» северного полушария и «океаничность» южного; 2) треугольная форма всех материков, сужающихся к югу, и треугольные формы океанов, сужающихся к северу; 3) существует кольцо суши вокруг впадины океана у Северного полюса и, наоборот, кольцо океанов вокруг суши у Южного полюса; 4) если через центр земного шара провести «твердый» диаметр и одним его концом обвести контуры материков, то почти все контуры, повторенные зеркально (начерченные другим концом диаметра),

попадут на океанические пространства (лишь 18 % окажется на суше). Эти черты строения поверхности земного шара может обнаружить каждый, у кого есть под руками карта мира или глобус.

Позднее географические гомологии были дополнены геологическими. Русский геолог А. П. Карпинский (1846—1936) сделал необычную развертку карты мира на плоскость: материки Западного полушария остаются в привычной для нас позиции, а Евразия с Африкой и Австралия располагаются выше их, так что Тихоокеанское побережье вытягивается в единую, почти прямую линию. На этой развертке он отметил подобие форм материков Южной Америки и Северной и каждой из них с Евразией, объединенной с Австралией. Складчатые области при таком расположении образуют как бы единый ствол вдоль левого края континентов с ответвлениями на каждом континентальном массиве. Не только складчатые области, но и крупные древние платформы, значительные впадины занимают в подобных контурах материков вполне определенные места.

Такое сходство и подобие геологического строения разных континентальных частей Земли А. П. Карпинский и назвал **геологическими гомологиями**. Хотя он и отметил, что строгой правильности в распределении самих континентов — ни в их очертаниях, ни в аналогичном геологическом строении — ожидать нельзя.

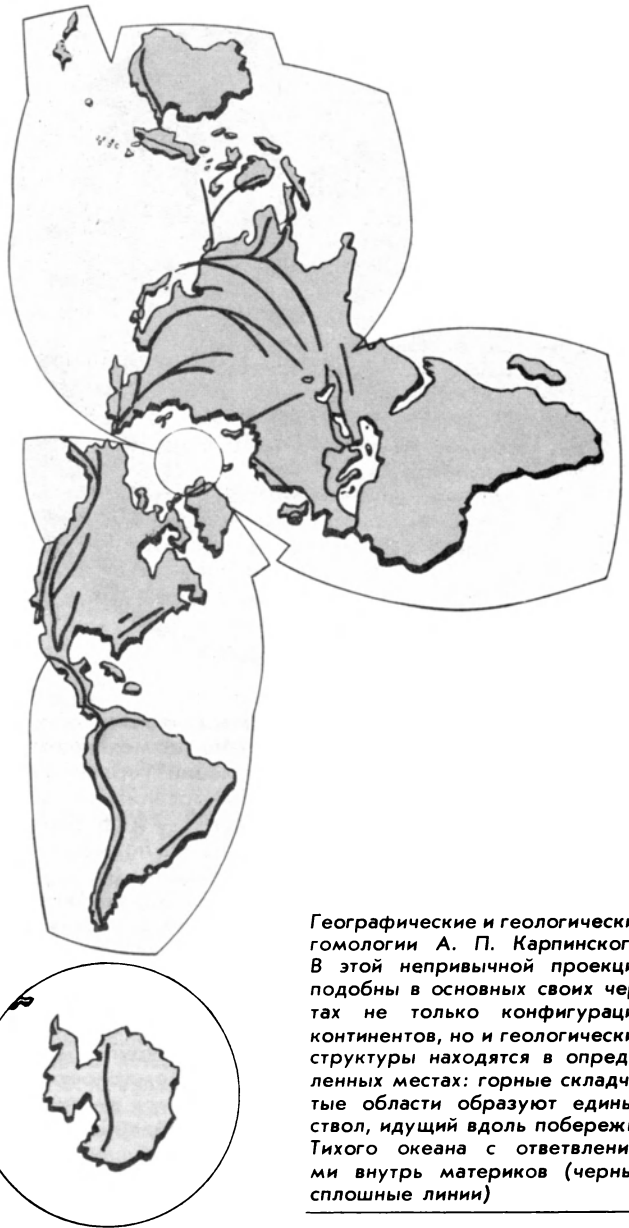
Уже в XX в. такие крупные ученые как Г. Штилле и П. Фурмарье обратили внимание на симметричное и правильное расположение на земной поверхности активных подвижных поясов.

Географические и геологические гомологии — твердо установленные закономерности

в строении земного шара. Но парадокс состоит в том, что эти открытия никак не повлияли на развитие геотектонических концепций. Больше того, имена крупных ученых, уделивших серьезное внимание этой проблеме, вошли в историю науки отнюдь не в связи с ней. Да и сама проблема никогда, к сожалению, не занимала центрального места в разви-

тии наук о Земле, а была где-то на окраине главных дискуссий о движущих силах эволюции Земли. В чем же причина подобного отношения к этой, казалось бы, глобальной проблеме?

Ответить на этот вопрос можно так. Во-первых, геология зарождалась и развивалась как сугубо практическая, прикладная наука. Задача обеспечения общества





Расположение поясов современной тектонической активности на поверхности земного шара (красный цвет). Тихоокеанский пояс образует замкнутое кольцо, соответствующее почти точно большому кругу, а Средиземноморско-Атлантический пояс (более светлый) — полукольцо, примыкающее к Тихоокеанскому в Карибском регионе и в Индонезии

Размещение месторождений связано с механизмом деформации горных пород и формированием складчатых областей — и формулируется гипотеза поднятия, а затем контракции (остывания и сжатия). Задача же общей организации структуры Земли казалась всегда слишком умозрительной и отвлекающей.

К тому же все сформулированные крупными учеными закономерности имеют характер эмпирических обобщений, причем не очень точных, приблизительных, не поддающихся формализованному описанию. Попытки объяснить существование этих закономерностей часто выглядели наивными, да авторы обобщений зачастую и не стремились дать какое-то объяснение наблюдаемому. Это лишало установленные закономерности связи с другими явлениями и процессами, из них не вытекали никакие следствия, в том числе практические. Эмпирические обобщения оставались любопытным наблюдением, не более того.

Однако ситуация в геологии меняется. Сейчас трудно, например, ждать открытия крупных месторождений вблизи земной поверхности, необходимо углубляться в недра океанов и континентов. А потому проблема общей закономерности структуры литосферы и ее эволюции становится актуальной задачей наук о Земле.

## ПОЯСА СОВРЕМЕННОЙ АКТИВНОСТИ

Можно убедиться, что закономерности распределения структуры литосферы в пространстве — не миф, а объективная реальность. Удобнее всего рассмотреть для этого некоторые особенности структуры молодых тектонически активных подвижных поясов Земли, где активность проявляется в вулканической деятельности и повышенной сейсмичности. Таких поясов на современной Земле два: **Тихоокеанский круговой подвижный пояс** и **Альпийско-Гималайский пояс**, протягивающийся по югу Европы на Ближний и Средний Восток до Памира и дальше по Гималаям в Индонезию, где он сочленяется с Тихоокеанским.

В последнее время появляется все больше данных, что земная кора Атлантического океана на продолжении Средиземноморского пояса отличается по физическим параметрам и составу от остальной части океана. Такая anomальная земная кора протягивается полосой поперек всей Атлантики до Карибского региона. Таким образом, и в западном направлении Средиземноморский пояс или его следы (?) можно продолжить до сочленения с Тихоокеанским. Таким образом, эти два тектонически активных подвижных пояса образуют взаимосвязанную систему: Тихоокеанский представляет собой почти большой круг на сфероиде

минеральным сырьем всегда стояла на первом плане, а это диктовало круг вопросов и идей, становившихся актуальными. Для поиска полезных ископаемых надо было понять условия образования осадочных, магматических и метаморфических пород — и возникли в геологии идеи плутонизма<sup>1</sup> и непутизма<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Плутонизм — гипотеза, выдвинутая в первой половине XVIII в., предполагавшая, что все горные породы рождаются из расплавов в глубинах Земли.

<sup>2</sup> Непутизм исходил из того, что осадочные породы, образовавшиеся на дне морей, — основа всех геологических тел.



планеты, Средиземноморско-Гималайский, образующий полукольцо, тоже протягивается почти по дуге большого круга.

Необходимо особо подчеркнуть это «почти». Опять как будто бы отсутствие математической точности, некая приблизительность. Но в этом, как представляется, заложен глубокий смысл. Если бы в таких глобальных структурах наблюдалась абсолютная правильность, геометрической совершенства, это могло бы означать, что достигнуто некое устойчивое равновесие, гармоничная законченность. А ведь только в отсутствии совершенства содержится предпосылка для дальнейшей эволюции: Земля находится вблизи рав-

новесия, но равновесия динамического, стремится к нему, но не достигает его. Это говорит о том, что наша планета — не косная, омертвевшая система, а развивающийся сложный комплекс. Подтверждение тому — землетрясения, вулканические извержения и другие эндогенные явления. То, что все признаки эндогенной эволюции Земли не беспорядочны и не хаотичны, доказывает закономерное расположение тектонически активных зон.

Скорее всего подобный взгляд на эволюцию Земли можно рассматривать как очередной «опыт в геоэзии». Однако здесь уместно вспомнить высказывание французского географа и социолога Э. Реклю, сделанное

им после обсуждения древних мифологических картин мироздания: «Хотя первобытные гипотезы, проникнутые величественной поэзией, кажутся нам нелепыми, они достигли более полного понимания жизни природы, чем сухая и бесплодная номенклатура, в которую несчастные мученики эрудиции стараются втиснуть все землеведение».

Возможно, на новом этапе развития науки мы вновь приближаемся к такому более полному и более глубокому пониманию эволюции нашей планеты, но уже не мифологическому, а опирающемуся на достижения современной науки.

## Информация

### Бангладешская трагедия

Циклоны в Индийском океане, тайфуны в Тихом и ураганы в Атлантике по существу представляют собой атмосферные явления одного и того же типа — «вращающийся» воронкообразный шторм, возникающий над теплыми тропическими водами. 30 апреля 1991 г. такой шторм обрушился на побережье Бангладеш, вызвав колоссальные жертвы и разрушения (количество погибших примерно превысило 100 тыс человек).

Зарождение этого циклона метеорологи наблюдали в центральных и северных областях Бенгальского залива. Достаточно точный его прогноз был дан за несколько суток до выхода урагана на сушу. Однако людей невозможно было быстро перебросить по примитивным дорогам при недостатке транспортных средств. К тому же у большинства жителей мелких прибрежных островов отсутствуют радиоприемники, и штормовое предупреждение до них просто не дошло.

Расположенное в гигантском устье реки Ганг государство Бангладеш занимает в основном низменности дельты, заливные равнины и прибрежные островки. Осад-

ки, приносимые рекой, тысячами откладывались на морском дне, так что в северной части Бенгальского залива его склон стал чрезвычайно пологим. Шквальный ветер создал нагон воды высотой более 6 м. Морская вода, обратив течение Ганга вспять, прорвалась далеко на сушу по многочисленным протокам в дельте. Об этом свидетельствует тот факт, что тело одного из жителей побережья было найдено заброшенным почти на 20 км от его родной приморской деревушки.

Заблаговременное прогноза, составленного метеорологами Р. Бердом и Ф. Х. Уэллсом, позволила спасти 3 млн жителей низменных областей Бангладеш. Обрушившийся на эту страну в 1970 г. циклон, сила которого была даже несколько меньше, привел к гибели примерно полу-

миллиона людей. На склонах было отмечено несколько характерных «роев» слабых землетрясений, за которыми последовало небольшое излияние лавы, а подземные воды нагрелись до необычно высокой температуры. Японские вулканологи предположили, что могут повториться трагические события (в 1792 г. извержение унесло здесь около 1500 жизней). Несколько тысяч жителей окрестных поселков были эвакуированы.

24 мая 1991 г. положение осложнилось: из кратера Фугена начали вылетать раскаленные вулканические бомбы, и повалили клубы белого дыма. Языки пепла, перемешанного с камнями, отличались крайне высокой температурой. Через трое суток вулкан выбросил огромную массу каменной породы и пепла, которая со скоростью 40—60 м/с покатила по склону. Были полностью уничтожены три деревни в верховьях реки Мидзунаси и курорт с минеральными водами у подножья горы.

Несмотря на заблаговременное предупреждение, без жертв не обошлось: погибло 32 жителя, не эвакуировавшихся по тревоге, еще трое числятся пропавшими без вести.

New Scientist, 1991,130, 1772

Science News, 1991,139, 19

### Вулкан проснулся

Гора Фуген (высота 1350 м над уровнем моря) представляет собой часть крупного вулканического комплекса Ундзен на острове Кюсю (Япония), вблизи Нагасаки. В июле 1990 г. Фуген начал проявлять признаки жизни: на его

## Астрономия

# Солнечный цикл от полюса до полюса

Ю. И. ВИТИНСКИЙ,  
кандидат физико-математических наук,  
ГАО РАН

### СОЛНЦЕ— ПЕРЕМЕННАЯ ЗВЕЗДА

11-летний цикл солнечной активности известен давно, уже более 140 лет, со времени его открытия швейцарским любителем астрономии Г. Швабе (Земля и Вселенная, 1983, № 4, с. 31.— Ред.). Но последние 15—20 лет внесли столь ощутимые изменения в наши представления о цикле солнечной активности, что хочется рассказать об этом уже сейчас, хотя проблема еще находится в стадии становления.

Что же побудило ученых отказаться от привычных воззрений, прочно утвердившихся за столь долгое время? Почему такая ломка взглядов не произошла еще в начале нынешнего столетия, когда американский астрофизик Дж. Хэйл открыл солнечный магнетизм, лежащий в основе солнечной цикличности, или когда для ее объяснения была создана теория солнечного динамо? Дело в том, что все это время основное внимание исследователей было сосредоточено на изучении тех явлений, которые обычно и называют «солнечной активностью» и которые подобно солнечным пятнам имеют размеры не менее нескольких тыс. км. Они с определенной периодичностью изменяются со временем и именно они оказывают ощутимое влияние на атмосферу, магнитосферу, тропосферу и био-



**Данные наблюдений солнечной и звездной переменности, полученные за последнее время, заставили по-новому взглянуть на 11-летний цикл солнечной активности.**

сферу Земли, в которых непосредственно формируются условия нашего существования. Поэтому не удивительно, что изучение 11-летнего цикла все эти годы было как бы повернуто не к Солнцу, а к Земле.

Изучая 11-летний цикл солнечной активности (который в дальнейшем мы будем называть **солнечным**), исследователи обычно так или иначе привязывались к особенностям цикла солнечных пятен. При этом они невольно «просмотрели» три очень

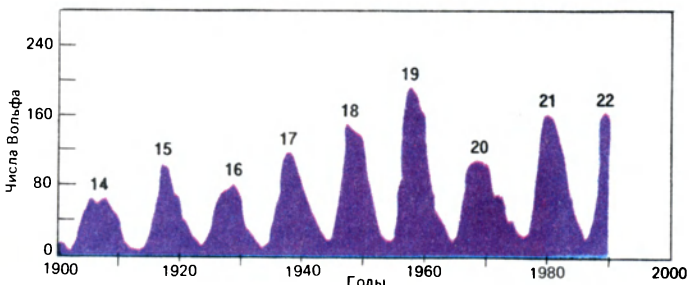
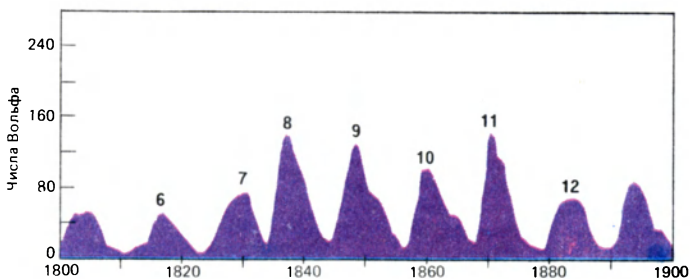
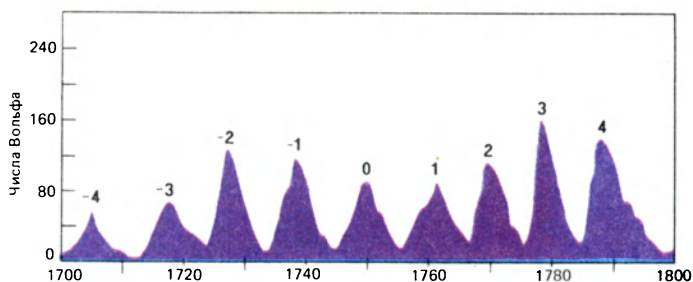
важных обстоятельства. Во-первых, все явления солнечной активности охватывают лишь незначительную долю поверхности Солнца. Во-вторых, большая часть этих явлений сосредоточена в так называемых «королевских зонах», простирающихся не далее 50—55° от солнечного экватора. Наконец, в-третьих, интерес к солнечным явлениям крупных размеров заранее как бы исключает из сферы изучения мелкие солнечные образования, заранее считая их изменения со временем беспорядочными, хаотичными. Нельзя сказать, что на эти обстоятельства совсем не обращалось внимания. Но они выглядели настолько второстепенными, что при существовавших в те годы наблюдательных трудностях казалось, что и без их учета можно получить достаточно полную картину солнечного цикла.

Положение радикально изменилось, когда астрофизики поняли, что **Солнце** — тоже **переменная звезда**, но с особой переменностью, в основе которой лежат изменения его магнитного поля и поля скоростей. В частности, открытие циклов в изменении яркости звезд поздних спектральных классов заставило исследователей Солнца посмотреть на него уже как на переменную звезду и рассматривать солнечную активность как частный случай звездной переменности. Вот тогда и пришло прозрение. Стало ясно, что изучение

солнечного цикла должно охватывать всю поверхность Солнца и все процессы на нем, безотносительно к их мощности, продолжительности и протяженности, в том числе и те, что традиционно относили к «спокойному» Солнцу (например, грануляцию, общее и фоновое магнитные поля, корональные дыры, «спокойную» корону, солнечный ветер).

## НОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СОЛНЕЧНОМ ЦИКЛЕ

Исходя из этой концепции, В. Н. Обридо, Г. В. Куклин и автор этой статьи в 1986 г. предложили по-иному выделять основные фазы солнечного цикла, положив в основу поведение магнитного поля групп солнечных пятен и крупномасштабного магнитного поля полярных областей Солнца. В этом случае эпоха минимума цикла определяется как интервал времени между появлением первой группы пятен с магнитными полярностями, соответствующими, согласно закону Хэйла, новому циклу, и исчезновением последней группы старого цикла, а эпоха максимума — как интервал времени между началом изменения полярности крупномасштабного магнитного поля вблизи полюсов Солнца на обратную и окончанием этой «переполюсовки». Таким образом, обе эти эпохи экстремумов солнечного цикла являются интервалами перестройки солнечных магнитных полей, а следовательно, и всех процессов на Солнце, основу которых они составляют. Более того, учитывая, что, как установил еще в 1966 году А. И. Оль, новый солнечный цикл зарождается в недрах старого вскоре после его максимума, целесообразно истинным началом солнечного цикла считать окончание эпохи максимума в традиционной его картине.

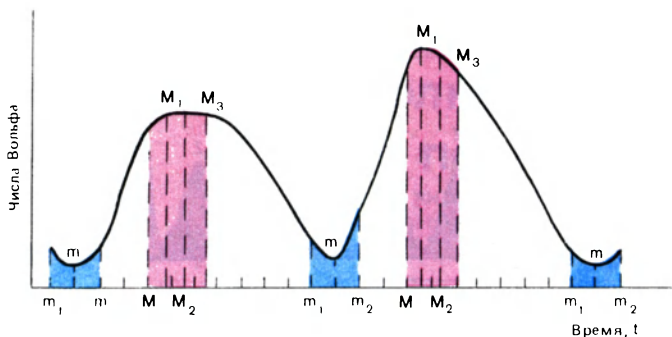


За последние 15—20 лет в США, СССР, Индии и других странах были накоплены новые данные, которые относятся к наблюдениям высокоширотной части солнечного диска, обычно оставшейся в сфере крайне ограниченного внимания исследователей. Американские астрофизики Р. Говард и Б. Лабонт обнаружили интересное явление: высокоширотные полосы «усиленного вращения» в северном и южном полушарии Солнца смещаются от полюса к экватору по различным оценкам за 18—22 года, причем это смещение начинается после эпохи максимума цикла и через 7—11 лет достигает высокоширотной границы «корональных зон». Сходную картину широтного дрейфа получили ученые, исследуя высокоширотные эфемерные ак-

Международные среднегодовые числа Вольфа за 1700—1990 гг. С 1700 по 1980 гг.— по данным Цюрихской астрономической обсерватории (Швейцария), с 1981 г.— по данным Бельгийской королевской астрономической обсерватории в Уккле

тивные области с магнитными полярностями нового цикла (их протяженность гораздо меньше, чем у обычных активных областей, а время существования не более нескольких часов). Такие эфемерные активные области появляются вскоре после эпохи максимума цикла и тоже затем смещаются к экватору. Важно, что эфемерные области оказались мелко масштабным крылом спектра активных областей, то есть составляют с ними как бы одно семейство. Наконец,





Кривая 22-летнего цикла солнечной активности.  $m$  — минимум чисел Вольфа,  $m_1$  и  $m_2$  — начало и конец переполусовки в зоне пятен,  $M$  — максимум чисел Вольфа,  $M_1$  и  $M_2$  — начало и конец переполусовки в полярной зоне Солнца,  $M_3$  — максимум мощности Гневешева

выяснилось, что такой же широтный дрейф после максимума цикла совершают и высокоширотные области усиленного свечения зеленой корональной линии.

В. И. Макаров (СССР) и К. Сивараман (Индия) обнаружили, что линии «обращения» полярности крупномасштабного магнитного поля так же дрейфуют к полюсам Солнца. Дрейф завершается

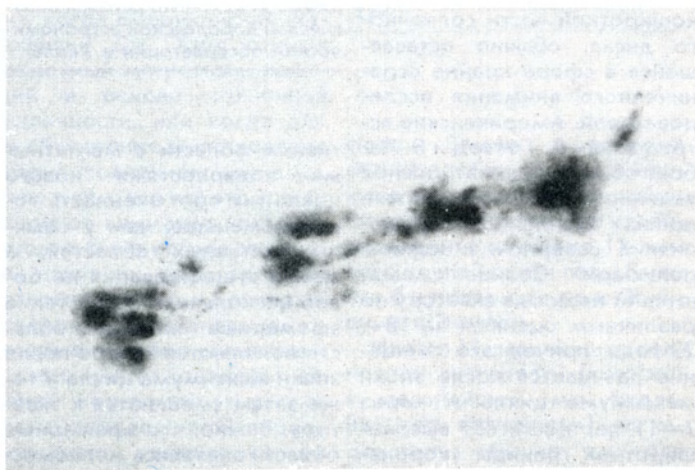
в эпоху максимума цикла одиночной или трехкратной «переполусовкой» полярности поля. А после этой эпохи, согласно В. И. Макарову и В. В. Макаровой, к полюсам Солнца смещаются и зоны полярных факелов.

Все эти данные, охватывающие и хорошо исследованные «королевские зоны» Солнца и гораздо менее изученные его полярные области, послужили основой для создания принципиально новых моделей солнечного цикла. Хотя в таких моделях немало необычного, они отнюдь не перечеркивают столь знакомого нам 11-летнего цикла солнечной активности. Они просто стремятся рассматривать солнечный

и слабых магнитных полей и движений.

Первая модель солнечного цикла подобного рода была создана в результате обсуждения на специальном рабочем совещании в Солнечной обсерватории Биг Бэр (США) в августе 1986 г. Суть этой феноменологической модели заключается в следующем. Каждый солнечный цикл состоит из **двух** стадий: «скрытой» (или высокоширотной) и «явной» (или стадии солнечных пятен) и длится в среднем не 11 лет, а 18—22 года. При этом на Солнце всегда одновременно присутствуют два солнечных цикла; когда первый вступает в «явную» стадию, у второго только начинается «скрытая». Высокоширотная (или «скрытая») стадия солнечного цикла длится примерно 7—11 лет и начинается вблизи его эпохи максимума. «Скрытая» стадия проявляется в сравнительно слабых по мощности и кратких по времени явлениях. Высокоширотные зоны усиленного дифференциального вращения Солнца, эфемерные активные области и области усиленного свечения короны с ходом этой стадии смещаются от полюсов Солнца к его средним широтам. «Явная» стадия длится в среднем 11 лет и практически совпадает с общеизвестным циклом солнечных пятен. При этом смещение зон пятнообразования к солнечному экватору прекрасно накладывается на широтный экваториальный дрейф зон усиленного дифференциального вращения Солнца.

Достоинство «биг-бэровской» модели солнечного цикла состоит прежде всего в том, что она объединяет явления разного размера и разной длительности, стремясь «уложить» их в единую картину. Наиболее уязвимое место модели заключается в том, что наблюдательная основа ее охватывает интер-



Большая группа солнечных пятен (по наблюдениям в Пулковской обсерватории 4 сентября 1989 г.).

цикл как процесс, охватывающий все Солнце и включающий взаимодействие сильных

вал времени всего около 20 лет. Поэтому естественно рассматривать эту модель как хотя и многообещающую, но как «первую пробу» пера в данном направлении.

Другую модель солнечного цикла примерно в то же время предложили советские ученые В. И. Макаров, А. А. Рузмайкин и С. В. Старченко. Их модель рассматривает солнечный цикл как проявление тороидальной, вытянутой вдоль солнечных параллелей, составляющей магнитного поля Солнца, которая имеет концентрации на широтах  $\pm 15^\circ$  и  $\pm 65^\circ$ . В этой модели, как и в «биг-бэровской», солнечный цикл начинается после того, как произойдет «переполюсовка» солнечного полярного магнитного поля и появится первая волна цикла. Она проявляется в форме полярных факелов (на широтах  $40-70^\circ$ ), которые затем в течение примерно 7—8 лет смещаются к полюсам Солнца. Когда эта волна достигает своего максимума, начинается развитие второй, более мощной, волны солнечного цикла в форме групп солнечных пятен. Волна в течение примерно 11 лет смещается к экватору.

Таким образом, здесь солнечный цикл также представляется состоящим из двух стадий. Создатели модели объясняют наличие двух стадий тем, что на разных глубинах в конвективной зоне Солнца, характеризующихся различными угловыми скоростями вращения, развиваются две волны тороидальной составляющей солнечного магнитного поля. Но в модели В. И. Макарова, А. А. Рузмайкина и С. В. Старченко, в отличие от «биг-бэровской» модели, широтный дрейф в высоких и низких широтах Солнца характеризуется не одинаковым, а противоположным направлением.

### ЧТО ЖЕ ДАЛЬШЕ?

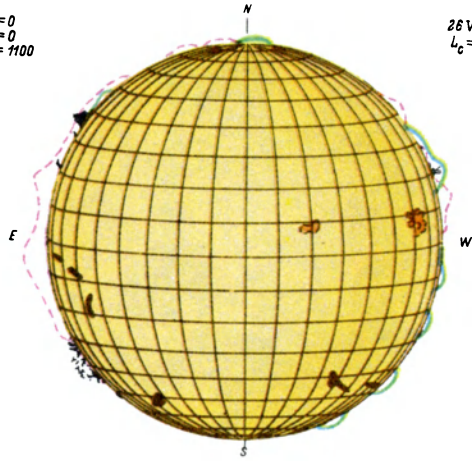
Обе описанные здесь новые модели солнечного цикла отражают взаимодействие локальных (обычно сильных) и крупномасштабных (сравнительно слабых) магнитных полей Солнца. Взаимодействие это носит очень сложный характер, и многие его наблюдательные и теоретические аспекты до сих пор не ясны. Возможно, в этом причина различия двух моделей на их «скрытой» стадии. Более того, далеко не всегда можно надежно установить, какие из рассмотренных в моделях явлений следует относить к локальным сол-

Синоптические карты Солнца. а) Эпоха минимума 21-го цикла (по бюллетеню «Солнечные данные»). Факельные площадки в линии ионизованного кальция показаны сплошными и прерывистыми контурами. Крестики — это солнечные вспышки. б) Эпоха максимума 22-го цикла

нечным магнитным полям, а какие к крупномасштабным. В частности, в «биг-бэровской» модели эфемерные активные области выступают как связующее звено между «скрытой» и «явной» стадиями солнечного цикла, являясь лишь разновидностью единого семейства активных областей. В моде-

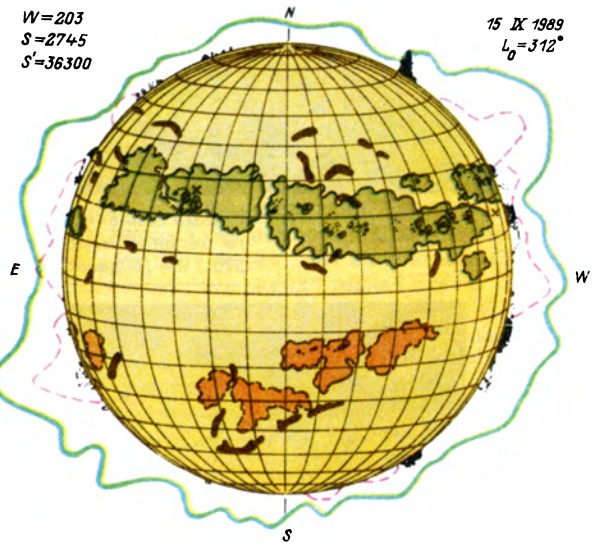
$W=0$   
 $S=0$   
 $S'=1100$

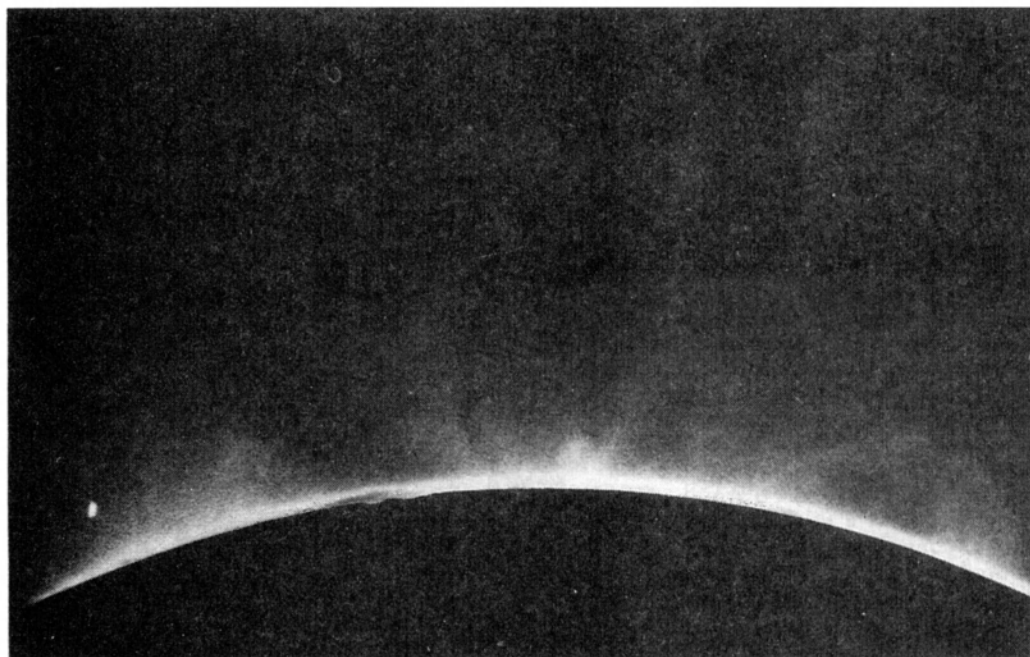
26 VII 1986  
 $L_c = 337^\circ$



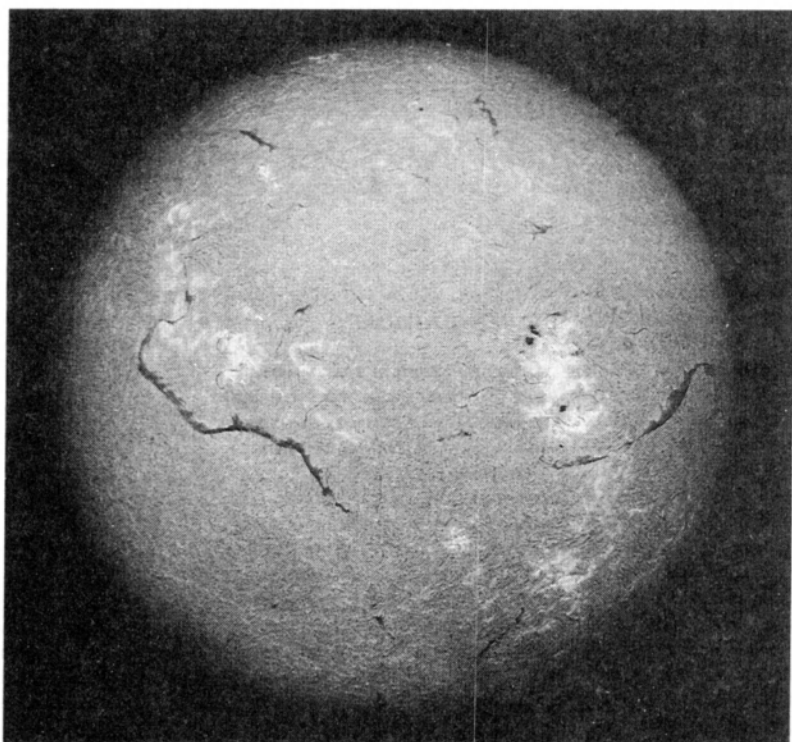
$W=203$   
 $S=2745$   
 $S'=36300$

15 IX 1989  
 $L_0 = 312^\circ$





Форма солнечной короны в свете зеленой корональной линии 520,3 нм (6 декабря 1987 г.)



Снимок солнечного диска в свете водородной красной линии  $H_{\alpha}$  (22 октября 1980 г.)



ли В. И. Макарова, А. А. Руз-майкина и С. В. Старченко они представляют собой особый тип явлений, родственных ярким рентгеновским точкам и полярным факелам. Будущее покажет, какая из этих точек зрения более основательна. Надо учитывать также и существующие по сей день методические трудности в изучении высокоширотных зон Солнца, тем более что многие из получаемых для них характеристик находятся на пределе точности наблюдений.

Нельзя не принимать во внимание и еще одного обстоятельства. Изучение взаимосвязи между характером вращения Солнца и солнечными магнитными полями привело к утверждению, что если действительно магнитные поля имеют глубинное происхождение, то ключ к пониманию солнечного цикла лежит в получении надежных данных о вращении Солнца на разных глубинах и о том, к каким уровням следует «привязывать» те или иные явления, обусловленные магнитными полями. К сожалению, пока такие данные недостаточно надежны и крайне противоречивы. Поэтому они не укладываются в единую логическую схему. Возможно, различие двух рассмотренных здесь новых моделей солнечного цикла связано и с этой причиной.

К настоящему времени сделаны только первые шаги к теоретическому обоснованию предложенных моделей

солнечного цикла как процесса, охватывающего все Солнце. Некоторые из теоретиков считают, что этот процесс можно будет объяснить в рамках несколько обновленной «динамо-теории», основа которой была заложена американским астрофизиком Э. Паркером еще в 50-е годы. Однако многие из них сомневаются в возможности успеха в данном направлении, в том числе даже сам Паркер, и ищут новые пути для физического объяснения солнечного цикла. Так или иначе, все эти поиски теоретиков базируются на взаимодействии магнитных полей и движений в недрах Солнца.

Что нужно для полной картины солнечного цикла? Известно, что по магнитной полярности солнечные циклы совпадают только раз в 22 года. В «биг-бэровской» модели данный вопрос остался как бы за кадром. И это не удивительно, поскольку, как уже было отмечено выше, она опиралась на данные наблюдений только примерно за 20 лет. То же самое относится и ко второй рассмотренной здесь модели. Но строго говоря, модель солнечного цикла должна рассматривать пару циклов, поскольку соседние циклы не одинаковы. По крайней мере до сих пор не было отмечено ни одного случая нарушения правила чередования магнитных полярностей в соседних 11-летних циклах солнечных пятен. Еще более сложной эта проблема становится при учете характера переполю-

совки полярных магнитных полей, то есть наличия в некоторых циклах трехкратного изменения полярностей этих полей. Такая особенность пока не поддается даже квазипериодическому описанию. Поэтому, не мудрствуя лукаво, ограничимся лишь некоторыми соображениями о «двойном» солнечном цикле. Наиболее важными особенностями такого цикла являются следующие. Правило Гневышева — Оля, демонстрирующее физическое единство четного и нечетного 11-летних циклов относительных чисел солнечных пятен, при нетрадиционном подходе проявляется только на их ветви роста (и в эпоху максимума). При таком подходе сказывается также, что в четных циклах показатель частоты пятнообразования выше, а средняя его мощность, наоборот, ниже за кадром. И это не удивительно, поскольку, как уже было отмечено выше, временными характеристиками низкоширотных и высокоширотных зон Солнца. Наконец, получено своеобразное правило дополнительности, суть которого состоит в том, что тогда как амплитудные характеристики 11-летних циклов тесно связаны в паре «четный — нечетный» (правило Гневышева — Оля), временные характеристики отличаются тесной связью в парах циклов «нечетный — четный».

**Хочу переписываться с любителями астрономии, занимающимися наблюдениями кратковременных лунных явлений и покрытий звезд Луной.**

**1155476 Москва, Загорьевский проезд, дом 5, корп. 2, кв. 388**

**Арсюхину Евгению**

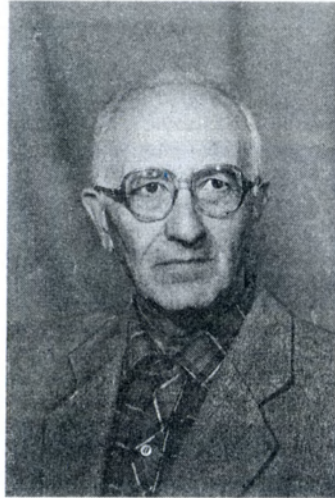
## Аберрация

Б. Н. ГИММЕЛЬФАРБ  
(г. Санкт-Петербург)

### АСТРОНОМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И СКОРОСТЬ СВЕТА

Немногим более трехсот лет назад О. Ремер, наблюдая затмения спутников Юпитера, обнаружил, что скорость света — величина конечная. Первое независимое подтверждение этому факту было получено полувеком спустя, когда Д. Брайль открыл годовую аберрацию звезд.

Какое влияние оказывает на астрономические наблюдения то обстоятельство, что свет распространяется не мгновенно, а с конечной, хотя и очень большой, скоростью? Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо прежде всего четко уяснить себе, что именно определяют из позиционных астрономических наблюдений (а в данном случае речь пойдет о таких наблюдениях). При всем разнообразии применяемых средств и способов эти наблюдения сводятся к определению направлений визирования на небесные светила. Все остальные данные — координаты и собственные движения светил, параллаксы, точное время (поправки часов), астрономические постоянные, географические координаты места наблюдения и их изменения вследствие перемещения земных полюсов — получаются в результате обработки астрометрических наблюдений. Непосредственные же их результаты — это всегда лишь направления визирования на небесные светила, или, что то



**В земной практике человек не встречается ни с такими огромными расстояниями, ни с такими большими скоростями, какими обычно оперируют астрономы. Поэтому именно астрономы впервые ощутили конечность скорости распространения света.**

же самое, направления, по которым свет (или другие виды электромагнитного излучения) приходит от небесных объектов к наблюдателю и к его регистрирующим инструментам. Это направление светового луча или, выражаясь совершенно точно, направление, противоположное вектору скорости света, пришедшего от небесного светила к наблюдателю. Именно это направление определяют по кругам астрономических инструментов

или по соответствующим датчикам при автоматических наблюдениях.

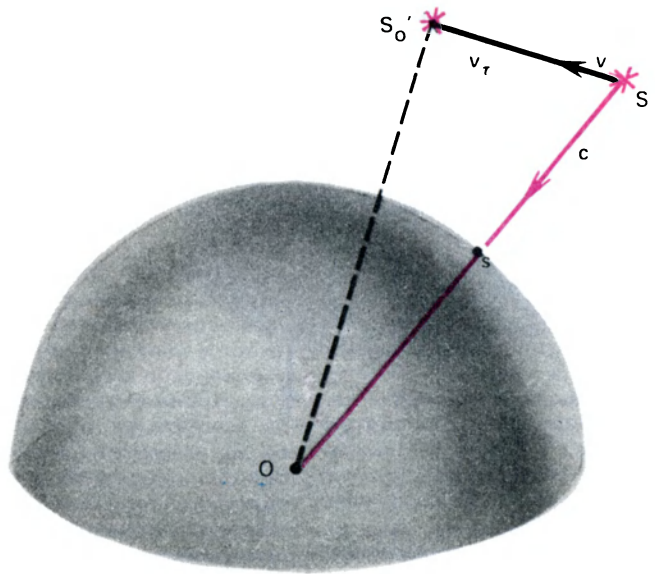
### ПЛАНЕТНАЯ И ЗВЕЗДНАЯ АБЕРРАЦИИ

Из-за конечной величины скорости света неподвижный наблюдатель видит движущееся светило не в том месте, где оно находится в момент наблюдения, а там, где оно было в момент испускания света. За время прохождения света от светила к наблюдателю оно успевает сместиться, и в результате геометрическое направление на светило в момент наблюдения не совпадает с направлением луча света, которое регистрирует наблюдатель. Это явление носит название планетной аберрации, а время прохождения света от светила к наблюдателю называется световым или аберрационным временем.

Если требуется определить геометрическое направление на светило в момент наблюдения, например, для сравнения вычисленного положения небесного тела с наблюдаемым, то необходимо учитывать планетную аберрацию. Но во многих случаях движение небесного объекта за аберрационное время вперед неизвестно. Тогда остается исключить планетную аберрацию, относя наблюдаемое положение светила к моменту испускания света, который предшествует моменту наблюдения на аберрационное время. Такой способ исключения планет-

ной аберрации был предложен еще в начале XIX в. К. Ф. Гауссом (и носит название «правила Гаусса»).

Движущийся наблюдатель видит светило не там, где его видит неподвижный наблюдатель. Происходит это вследствие сложения скорости света со скоростью движения наблюдателя. Такое сложение скоростей, по правилу параллелограмма, показано на рисунке. Вектор скорости света определяет направление светового луча в соответствующей — движущейся или неподвижной — системе отсчета, а различие направления светового луча в этих двух системах называется **звездной аберрацией**.



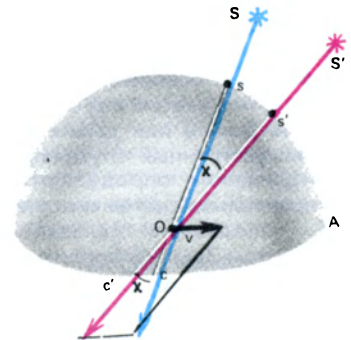
Проекция светила на небесную сферу в неподвижной системе отсчета называется истинным местом, а в движущейся системе отсчета — видимым местом. Необходимо, однако, подчеркнуть условность выражения «истинное место», потому что из-за планетной аберрации оно не соответствует геометрическому направлению на светило в момент наблюдения. Видимое же место — это и есть направление, в котором реально регистрирует светило движущийся наблюдатель.

Из данного здесь определения звездной аберрации как результата сложения скоростей следует, что она определяется лишь скоростью движения наблюдателя и не зависит ни от расстояния до светила, ни от скорости его движения, потому что скорость света не зависит от движения источника. Независимость скорости света от движения источника вытекает из волновой природы света: скорость распространения любого волнового процесса зависит от свойств передающей среды и не зависит от движения источника волн. Это в равной мере относится к волнам любой

природы, и к электромагнитным (свет, радио и т. п.), и к механическим (звуковым, сейсмическим, а также волнам на поверхности раздела двух сред, примером коих могут служить морские волны). Скорость света в вещественной среде меньше, чем в пустоте, и различна в разных сферах. Поэтому и происходит преломление света при переходе из одной среды в другую.

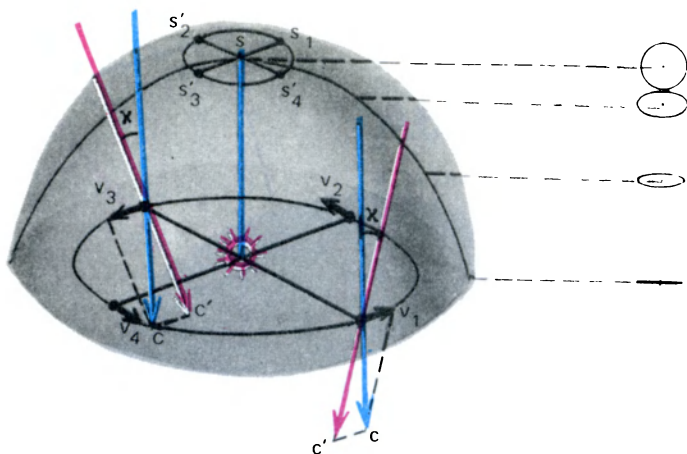
Но как понимать выражения «движение наблюдателя», «неподвижный наблюдатель», «движение светила»? Эти выражения нуждаются в уточнении. Ведь ни абсолютное движение, ни абсолютная неподвижность в природе не существуют. Движение всегда определяется относительно некоторой системы отсчета, принимаемой за неподвижную в данных конкретных условиях наблюдений или при данной постановке задачи. Так, если выполняется годичный цикл наблюдений, в течение которого наблюдатель вместе с Землей совершает орбитальное движение вокруг Солнца, или изучается движение тел Солнечной системы, то движения определя-

Планетная аберрация.  $O$  — положение наблюдателя,  $S$  — положение светила в момент испускания света,  $S_0'$  — в момент наблюдения,  $s$  — видимое место светила,  $c$  — скорость света,  $v$  — скорость движения светила,  $\tau$  — аберрационное время, прерывистая прямая — геометрическое направление на светило в момент наблюдения



Звездная аберрация.  $O$  — положение наблюдателя,  $v$  — скорость его движения,  $A$  — апекс наблюдателя,  $S$  — положение светила в неподвижной системе отсчета,  $S'$  — в движущейся системе отсчета,  $s$  — истинное место светила,  $s'$  — видимое место светила,  $c$  — скорость света в неподвижной системе отсчета,  $c'$  — в движущейся системе отсчета,  $x$  — аберрационное смещение,





Годичная абберрация звезд.  $s$  — истинное место светила / в полюсе эклиптики/,  $v_1, v_2, v_3, v_4$  — скорость Земли в четырех точках ее орбиты;  $s'_1, s'_2, s'_3, s'_4$  — видимые места звезды при соответствующих положениях Земли на ее орбите; справа показаны абберрационные кривые звезд на соответствующих эклиптических широтах

ются относительно системы отсчета, неподвижно связанной с центром Солнца (гелиоцентрическая система) или с центром масс Солнечной системы (барицентрическая система). Если выполняется суточный цикл наблюдений, в течение которого происходит осевое вращение Земли, изучается само вращение Земли или движение ее искусственных спутников, то движения определяются относительно системы отсчета, неподвижно связанной с центром Земли (геоцентрическая система). При изучении кинематики звезд и движения Солнечной системы в целом за неподвижную принимается «система неподвижных звезд», при изучении вращения Галактики — галактоцентрическая система и т. д.

Из приведенного определения звездной абберрации как результата сложения скоростей можно вывести все наблюдаемые закономерности

этого явления. Три вектора — скорость света в неподвижной и в движущейся системе отсчета, скорость движения системы отсчета наблюдателя — лежат в одной плоскости. В той же плоскости лежат и оба луча света, определяемые соответствующими векторами скорости света. В пересечении с небесной сферой эта плоскость определяет большой круг, проходящий через истинное и видимое место светила и через апекс наблюдателя — точку на небесной сфере, в которую направлено движение наблюдателя. Абберрационное смещение видимого места светила от истинного направлено к апексу наблюдателя, а величина абберрационного смещения определяется скоростью движения наблюдателя (точнее, ее отношением к скорости света,  $v/c$ ). Она зависит и от направления светового луча: смещение имеет наибольшую величину, когда луч света падает под прямым углом к направлению движения наблюдателя, и обращается в нуль, когда направление луча света совпадает с направлением движения наблюдателя или противоположно ему.

Итак, сущность планетной абберрации — в различии направления светового луча,

регистрируемого наблюдателем, и геометрического направления на светило в момент наблюдения.

Сущность звездной абберрации заключается в различии направления светового луча в разных системах отсчета, движущихся одна относительно другой, в результате сложения скорости света со скоростью движения наблюдателя.

Планетная абберрация зависит от конечного перемещения небесного объекта за время прохождения света от светила к наблюдателю, которое определяется расстоянием до светила. Звездная абберрация определяется скоростью движения наблюдателя и не зависит ни от расстояния до светила, ни от его движения. Следовательно, планетная и звездная абберрации — это не две части одного явления, из которых одна определяется движением светила, а другая — движением наблюдателя, но два разных явления, отличающиеся по своей физической природе.

Чтобы наблюдать звездную абберрацию, нужно, чтобы наблюдатель вместе со своим регистрирующим инструментом реально перешел из одной системы отсчета в другую, движущуюся относительно первой, и сравнил направление светового луча в них. Такой переход фактически означает изменение скорости движения наблюдателя по величине или по направлению. Вот почему **звездная абберрация во всех случаях наблюдается как изменение со временем видимого положения светила в результате изменения скорости движения наблюдателя по величине и по направлению**. В тех случаях, когда скорость наблюдателя длительное время остается неизменной, звездная абберрация в его системе отсчета реально не наблюдается, а существует лишь по сравне-

нию с другой системой отсчета, относительно которой определяется движение наблюдателя.

## ГОДИЧНАЯ И СУТОЧНАЯ АБЕРРАЦИИ

Важнейшим случаем звездной aberrации является **годовая aberrация**. От звезды, расположенной в полюсе эклиптики, световые лучи приходят под прямым углом к плоскости земной орбиты. Так как вектор орбитальной скорости Земли в течение всего периода ее обращения вокруг Солнца лежит в плоскости орбиты и направлен по касательной к ней, то луч света от такой звезды постоянно составляет прямой угол с вектором орбитальной скорости Земли. В результате видимое место звезды оказывается все время сдвинутым от истинного места в **направлении вектора орбитальной скорости** и в течение года описывает окружность радиусом, равным  $20,5''$ . На других эклиптических широтах траектория видимого места звезды будет представлять собой эллипс, тем более сплюснутый, чем дальше звезда отстоит от полюса эклиптики. Большие полуоси aberrационных эллипсов всех звезд расположены параллельно эклиптике и по величине равны радиусу окружности, описываемой видимым местом звезды в полюсе эклиптики. Эта величина носит название **aberrационной постоянной**. На эклиптике aberrационный эллипс вырождается в дугу большого круга, длина которой равна удвоенной aberrационной постоянной. Вдоль нее видимое место звезды совершает линейное колебание в течение года.

Aberrационная постоянная принадлежит к фундаментальным постоянным астрономии. Существование ее служит непосредственным и наглядным подтверждением

того факта, что **звездная aberrация не зависит от движения светила**: если бы такая зависимость существовала, то большие полуоси aberrационных эллипсов разных звезд были бы различны в зависимости от пространственных скоростей звезд.

В звездных каталогах приводятся средние положения звезд, соответствующие их истинным местам в эпоху каталога<sup>1</sup>. Для сравнения их с наблюдениями необходимо внести в их каталожные координаты поправки за годовую aberrацию. Эта процедура называется «приведение на видимое место». Она применяется и в тех случаях, когда нужно сравнить вычисленные (эфмеридные) положения небесных тел с наблюдаемыми (например для проверки теории их движения).

Вследствие суточного вращения Земли линейная скорость наблюдателя направлена по касательной к географической параллели и изменяется только по направлению, оставаясь неизменной по величине. Наибольшую величину ( $465$  м/с) она имеет на экваторе и уменьшается до нуля на полюсах. В результате суточной aberrации видимое место звезды, находящейся в полюсе мира, описывает в течение звездных суток окружность, радиус которой зависит от географической широты места наблюдения. Он имеет наибольшую величину ( $0,3''$ ) на экваторе и уменьшается до нуля на полюсах. Чем дальше звезда от полюса мира, тем более сплюснутой будет ее aberrационная траектория. Большие полуоси aberrационных эллипсов

всех звезд расположены параллельно экватору и по величине одинаковы для наблюдателей, находящихся на одной и той же географической широте. По величине суточные aberrационные смещения в среднем на два порядка меньше, чем в случае годичной aberrации.

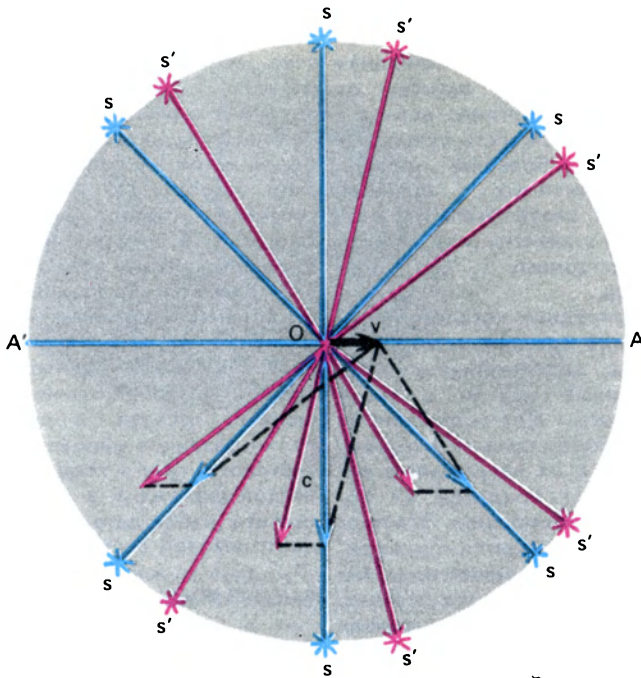
Годичная aberrация — это различие направления светового луча в гелиоцентрической и в геоцентрической системе отсчета, а суточная — различие направления светового луча в геоцентрической системе и в системе отсчета наблюдателя (топоцентрической системе).

## ВЕКОВАЯ АБЕРРАЦИЯ

Скорость движения Солнца вместе со всей Солнечной системой относительно «системы неподвижных звезд» остается неизменной по величине и по направлению в течение длительного времени. Поэтому, обусловленная таким движением **вековая aberrация** существует только как различие направления светового луча в гелиоцентрической системе и в системе неподвижных звезд. Реально она не наблюдается. Но в перспективе будущих межзвездных полетов вековая aberrация, обусловленная движением межзвездного летательного аппарата, может быть использована в целях космической навигации как средство измерения его скорости.

Вследствие вековой aberrации видимые места звезд сдвинуты относительно истинных мест в направлении движения наблюдателя. Получается, что они как бы сгущаются к апексу наблюдателя и расходятся от антиапекса. Наибольший сдвиг соответствует звезде на траверзе движения наблюдателя, т. е. направлению на звезду, составляющему прямой угол с направлением движения наблюдателя. Величина

<sup>1</sup> Это утверждение, строго говоря, не вполне точно, но в рамках данной статьи нет возможности остановиться на нем подробнее.



Вековая aberrация звезд. А — апекс наблюдателя,  $v$  — скорость его движения,  $A'$  — его антиапекс,  $s$  — истинные места звезд,  $s'$  — видимые места звезд,  $c$  — скорость света

сдвига пропорциональна скорости движения наблюдателя.

Чтобы измерить абберационное смещение для определения скорости движения межзвездного летательного аппарата, нужно иметь снимки ряда площадок неба, полученные перед вылетом, и затем сфотографировать те же площадки неба во время полета. Вероятно, на межзвездном космическом корабле будет находиться полный фотографический атлас неба, переведенный в цифровую форму и заложенный в память бортовой ЭВМ. Можно предполагать, что измеряться будет дифференциальная абберация, т. е. не смещение каждой звезды в отдельности по отношению к стандартному направлению, каковым является курс космического корабля, а разности аббераци-

онных смещений звезд парно — их смещения относительно друг друга.

При скоростях, с которыми будут происходить межзвездные перелеты, если потребовать, чтобы их продолжительность по меньшей мере не превышала продолжительности жизни участников экспедиции, абберационные смещения звезд будут весьма значительными. Если, как предполагается, это будут релятивистские скорости, то для определения такой скорости на основании измерения вековой абберации звезд нужно будет пользоваться формулами, выведенными на основании теории относительности.

Родственным вековой абберации является эффект видимого расширения протяженных внегалактических объектов. К ним относятся отдаленные галактики и внегалактические радиоисточники. Они удаляются с тем большей скоростью, чем дальше от наблюдателя находятся (этот факт обнаруживается по красному смещению спектральных линий).

По отношению к таким объектам наблюдатель удаля-

ется со скоростью, пропорциональной расстоянию между ним и объектом. Иными словами, объект находится в антиапексе движения наблюдателя, а вследствие вековой абберации звезды расходятся от антиапекса. Также и края протяженного внегалактического объекта должны видимым образом сместиться от его центра, и объект кажется расширенным по сравнению с тем, каким он выглядел бы при взаимной неподвижности его и наблюдателя. В результате увеличения видимой поверхности объекта соответственно уменьшается его яркость, воспринимаемая наблюдателем.

## АБЕРРАЦИЯ СОЛНЦА И ЗЕМНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Особенность годичной абберации Солнца заключается в том, что наблюдаемое светило неподвижно в системе отсчета, в которой определяется движение наблюдателя, а расстояние до Солнца настолько мало, что за абберационное время (8 мин) движение Земли не отличается от прямолинейного и равномерного. Следовательно, данный случай можно рассматривать с двух точек зрения: полагая неподвижным Солнце, считать движущейся Землю и учитывать звездную абберацию; либо полагая неподвижной Землю, а движущимся Солнце, и учитывать планетную абберацию.

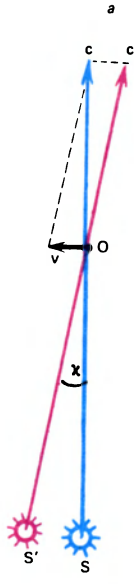
Звездная абберация Солнца выражается в том, что мы видим центр Солнца сдвинутым от его истинного места к западу. Величина сдвига в течение года колеблется в пределах от  $20,8''$  до  $20,1''$ , вследствие изменения орбитальной скорости Земли (согласно второму закону Кеплера). Если же Землю полагать неподвижной, то Солнце будет двигаться в противоположном направлении со ско-



ростью, равной по величине орбитальной скорости Земли в данный момент. Тогда, вследствие планетной аберации, мы будем видеть его не в том месте, где оно находится в момент наблюдения, а там, где оно помещалось 8 минут назад, в момент испускания света. Положение Солнца в момент испускания света отстает от его положения в момент наблюдения (т. е. сдвинуто к западу) на величину, которая в течение года колеблется в пределах  $20,8''$ — $20,1''$ . Это колебание вызвано изменением расстояния от Земли до Солнца из-за эксцентриситета земной орбиты.

Мы видим, что результат получается один и тот же, с какой бы из двух альтернативных точек зрения мы ни рассматривали явление: видимая долгота Солнца вследствие аберации всегда меньше истинной. Напомним, что долгота Солнца отсчитывается вдоль эклиптики с запада на восток и потому со временем всегда возрастает. В данном случае, мы встречаемся с аберацией либо звездной, либо планетной, в зависимости от того, какую систему отсчета мы примем за неподвижную: систему, связанную с Солнцем или с Землей. В такой взаимности явлений выражается физическое равноправие относительно движущихся инерциальных систем отсчета.

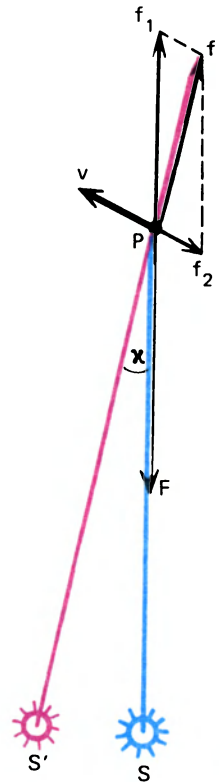
Аберация Солнца проявляется в радиационном торможении частиц межпланетной пыли. Вследствие аберации Солнца сила радиационного (светового) давления действует на межпланетную пылинку не по прямой, соединяющей ее с Солнцем, а под небольшим аберационным углом к ней. Эту силу можно разложить на две составляющие: по радиусу от Солнца и по направлению, противоположному вектору орбитальной скорости пыли-



а) Звездная аберация Солнца.  $O$  — положение наблюдателя,  $v$  — скорость его движения,  $S$  — положение Солнца в неподвижной системе отсчета,  $S'$  — в движущейся системе отсчета,  $c$  — скорость света в неподвижной системе отсчета,  $c'$  — в движущейся системе отсчета,  $\chi$  — аберационное смещение



б) Планетная аберация Солнца. Обозначения те же



Радиационное торможение движения межпланетных пылинок.  $P$  — межпланетная пылинка,  $v$  — ее орбитальная скорость,  $F$  — сила тяготения,  $f$  — сила светового давления,  $f_1$  — ее радиальная составляющая,  $f_2$  — тормозящая составляющая

линки. Первая составляющая будет прямо противоположна силе притяжения пылинки Солнцем и, ослабляя ее действие, будет выметать пылинку прочь от Солнца. Вторая составляющая тормозит движение пылинки, отчего последняя станет приближаться к Солнцу, — попросту говоря, падать на него. Но падение — это движение ускоренное, поэтому в итоге скорость движения пылинки возрастает, орбита же оказывается не замкнутой кривой, а спиралью, стягивающейся к Солнцу. Это явление носит название **эффект Пойнтин-**

### га — Робертсона.

Соотношение выметающего и тормозящего действия радиационного давления зависит от размеров пылинок. Лишь для очень малых частиц, размерами в доли микрометра, выметающее действие оказывается больше тормозящего, и пылинки удаляются от Солнца; а более крупные в конце концов выпадают на Солнце. Подобные процессы имеют значение и в образовании кометных хвостов. Радиационному торможению подвержены также искусственные космические тела, в особен-

ности, если их поверхность велика по сравнению с мас-сой, как у надувных шаров или парусов.

Существует ли абберрация земных источников света? Земные источники света отличаются от космических тем, что расстояние их от наблюдателя очень мало (абберрационное время составляет незначительные доли секунды), а сами они неподвижны относительно наблюдателя или движутся с очень небольшими скоростями, исчезающе малыми сравнительно со скоростью света.

Поскольку звездная абберрация не зависит от движения источника света, она должна существовать и в движущейся системе отсчета, по отношению к которой источник неподвижен. Почему же она не наблюдается у земных источников света? Потому что, двигаясь с той же скоро-

стью, что и наблюдатель, земной источник света за абберрационное время приходит в свое видимое место, т. е. в точку, в которой вследствие звездной абберрации наблюдатель регистрирует его в момент наблюдения (напомним, что при астрометрических наблюдениях определяется только направление визирования). Следовательно, в данном случае происходит компенсация звездной абберрации планетной абберрацией.

С другой стороны, поскольку за абберрационное время скорость движения наблюдателя и равная ей по величине и по направлению скорость источника света остаются неизменными, их общая система отсчета является инерциальной. А инерциальные системы физически равноправны и неотличимы от неподвижной системы отсчета, в которой звездная

абберрация не существует, как нет и планетной абберрации, если источник света неподвижен. В неподвижной системе отсчета неподвижный источник света виден там, где он находится в момент наблюдения — вывод прост и очевиден. С этой точки зрения, никакая абберрация земных источников света не существует.

Мы видим, что абберрационные явления достаточно разнообразны и не сводятся только к классическим видам — годичной, суточной и фактически не наблюдаемой вековой абберрации. И проявляются они не только в области астрометрии, где абберрация была впервые обнаружена. История открытия и объяснения абберрации в некоторых отношениях парадоксальна и поучительна в методологическом смысле. Но эти вопросы выходят за пределы темы данной статьи.

## Информация

### Самая юная среди звезд

Еще в 1983 г. инфракрасный ИСЗ «IRAS» выполнил детальные наблюдения туманности NGC 1333, находящейся на расстоянии 1100 св. лет от Солнечной системы. Специалисты давно подозревали, что это некий «инкубатор» новых звезд. Были обнаружены семь чрезвычайно ярких специфических «узлов», расположенных несколько южнее самой туманности.

Некоторые из этих источников излучения удалось отождествить с теми или иными молодыми звездами, видимыми и в оптическом диапазоне. Другие же оказа-

лись окутаны слишком плотными облаками космической пыли. Самый «холодный» из таких объектов получил наименование IRAS-4. Недавно его исследовала группа специалистов, включающая ученых из Великобритании, Германии и США. Ученые проводили параллельные наблюдения с помощью двух приборов, расположенных на горе Мауна-Кеа (Гавайи): инфракрасного телескопа UKIRT и телескопа им. Дж. К. Максвелла (JCMТ).

Было установлено, что объект IRAS-4 окружен пылевой оболочкой такой плотности, которая еще никогда не наблюдалась вокруг молодых звезд. Скорее всего, мы имеем дело со звездой, находящейся на весьма ранней стадии своего образования. Силы тяготения здесь создают воронкообразный вихрь космической пыли, обрушивающийся вовнутрь. Трение постепенно разогревает материю, поэтому пылевой «кокон» может быть обнаружен только по

своему тепловому излучению и излучению в миллиметровой области спектра.

Судя по всему, сейчас этой протозвезде едва исполнилось несколько тысяч лет. Вероятно, должны пройти еще сотни тысяч лет, прежде чем она окончательно созреет и ее ядро разогреется в достаточной степени, чтобы в нем начались ядерные реакции.

Возможно, что IRAS-4 не один, а два объекта, причем оба представляют собой протозвезды. Каждый из них имеет слегка вытянутую форму, что говорит о наличии пылевого диска, окружающего вокруг центров обеих частей. Из остатков таких дисков, в принципе, могли бы образоваться планеты, поиски которых так занимают многих астрономов мира.

New Scientist, 1991, 130, 1767

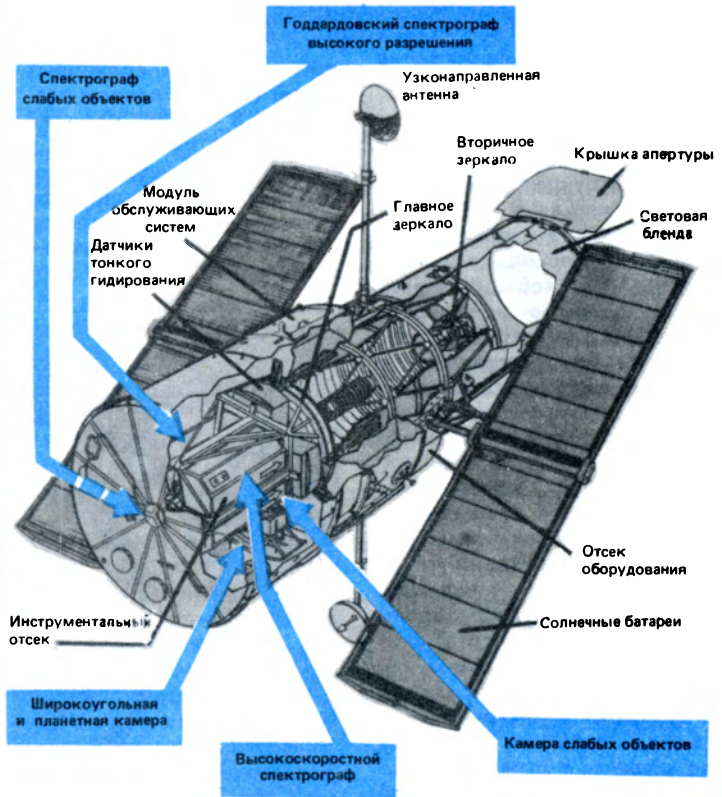
# Космический телескоп имени Хаббла: полтора года на орбите

РИЧАРД Т. ФАЙНБЕРГ

В апреле 1990 г. американский космический корабль «Дискавери» вывел на околоземную орбиту космический телескоп им. Эдвина Э. Хаббла [Земля и Вселенная, 1987, № 4, с. 49]. Астрономы ожидают, что с помощью этого инструмента им удастся достичь принципиально нового уровня в сборе и анализе информации о Вселенной. Что представляет из себя эта космическая обсерватория! Какими были первые полтора года ее работы на орбите! Об этом рассказывается в предлагаемом вниманию читателей сокращенном переводе нескольких статей Р. Т. Файнберга (опубликованных в журнале «Sky & Telescope», 1990, v. 79, p. 366; v. 80, p. 352; v. 81, p. 11).

### ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО ТЕЛЕСКОПА

Находящийся вне пределов земной атмосферы телескоп имеет по меньшей мере три преимущества перед расположенным на Земле. Первое — на качество его изображения не влияет атмосферная турбуленция. Второе — ему доступен более широкий диапазон электромагнитных волн — от ультрафиолетовых до инфракрасных. И наконец, третье — меньшее рассеяние света за пределами атмосферы делает возможным наблюдение



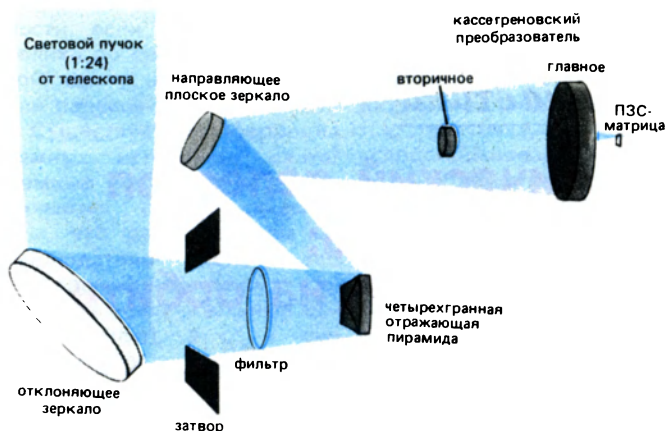
гораздо более слабых объектов.

Для того, чтобы использовать эти преимущества, конструкторам пришлось решить непростые задачи по изготовлению оптики и созданию системы управления телескопом, которая обеспечивала бы точное наведение его на объект и крайне жесткую стабилизацию.

Общее устройство космического телескопа им. Хаббла

Диаметр главного зеркала телескопа 2,4 м. Вторичное зеркало диаметром 0,34 м в комбинации с главным составляют оптическую систему Ричи — Кретьена, вариант известной схемы Кассегрена (относительное отверстие 1:24). Расстояние между зер-





Оптическая схема широкоугольной и планетной камеры. Повернув пирамиду на  $45^\circ$ , можно менять относительное отверстие с  $1:12,9$  на  $1:30$

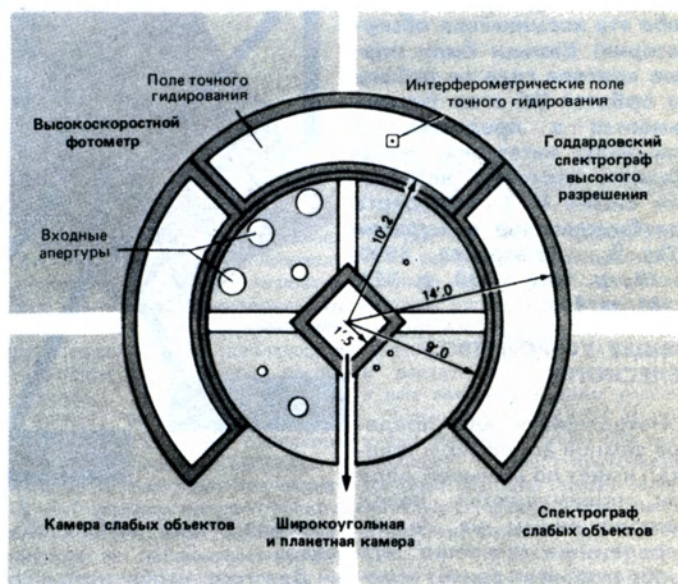
калами (4,9 м) выдержано с точностью  $0,0025$  мм. Несущая конструкция трубы телескопа — легкая и очень жесткая эпоксидно-графитовая ферма. Телескоп спроектирован так, чтобы собирать попадающий в него свет в кружок диаметром  $0,05''$  (1); у наземных инструментов прежде всего из-за влияния атмосферы кружок рассеяния редко бывает меньше  $0,5''$ .

Ясно, что необходимы очень большая точность наведения на объект и высокая степень стабилизации телескопа во время экспозиции, поэтому система управления телескопом, представляющая собой комбинацию гироскопов, звездных гидов и датчиков, сконструирована так, что телескоп наводится на объект с точностью не менее  $0,01''$  и удерживает его в пределах  $0,007''$  в течение длительного времени (вплоть до 24 часов).

Аккумуляторные батареи, компьютеры, телеметрические и другие системы расположены вокруг главного зеркала в виде отдельных блоков так, чтобы в случае необходимости одетые в скафандры астронавты могли заменить их.

Находясь на освещенном Солнцем участке орбиты, телескоп получает электроэнергию от двух солнечных батарей (по две панели размером  $11,8 \times 2,3$  м). Часть ее направляется на подзарядку шести больших водородно-никелевых аккумуляторов, которые снабжают телескоп электропитанием на теновом участке витка.

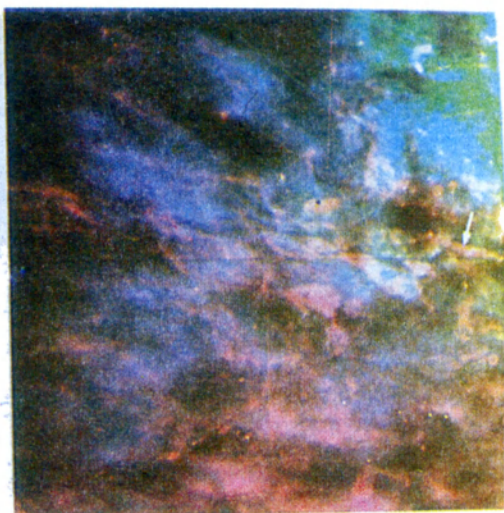
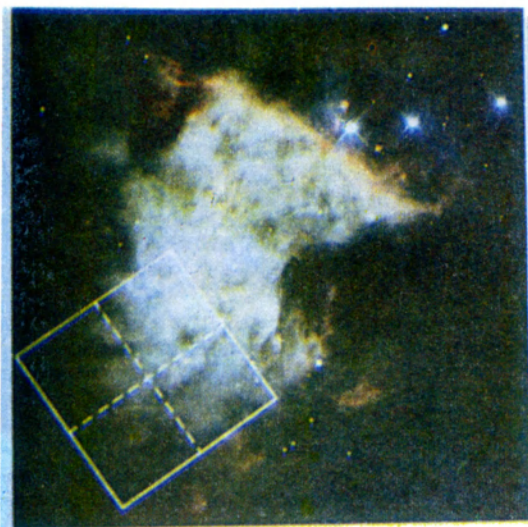
зеркало пирамидальной формы с вогнутыми гранями. От него, разделившись, он отражается в четыре маленьких преобразующих кассегреновских телескопа, каждый из которых строит свою часть изображения на отдельной ПЗС-матрице размером  $800 \times 800$  элементов. Фрагменты, полученные каждой из матриц, обрабатываются компьютером и складываются в единое изображение. Камера может работать в двух режимах — «широкоугольном», при котором относительное отверстие системы составляет  $1:12,9$  и «планетном»,  $1:30$ . Для перехода от одного режима к другому пирамидальное зеркало поворачивается на  $45^\circ$  и отражение разделенного пучка происходит в направлении «квартета» других преобразующих телескопов с другими ПЗС-матрицами. В «широкоугольном» режиме окончательное



## НАУЧНАЯ АППАРАТУРА

**Широкоугольная и планетная камера (ШПК).** Световой пучок из центра поля зрения телескопа попадает на маленькое четырехгранное

«Карта» расположения входных апертур научных приборов в фокальной плоскости телескопа (со стороны приходящего света). Каждая из входных апертур высокоскоростного фотометра содержит десятки более мелких апертур



изображение представляет из себя квадрат со стороной  $2,6'$  (один элемент ПЗС-матрицы покрывает площадь  $0,1' \times 0,1'$ ), а в «планетном» — поле зрения  $1,1' \times 1,1'$ , размер элемента —  $0,043''$ .

Широкоугольная камера способна регистрировать широчайший диапазон длин волн — от  $115$  нм в ультрафиолетовой области до  $1100$  нм в инфракрасной. Внутри этой области, используя любой из 48 встроенных светофильтров или дифракционных решеток, можно выделять узкие диапазоны, измерять поляризацию света или использовать спектрограф с низкой дисперсией. Проницающая сила камеры — до  $28^m$ . Кроме своей основной роли широкоугольная камера может служить «искателем» для других инструментов.

**Камера слабых объектов (КСО)** создана Европейским космическим агентством. Она превосходит по угловому разрешению все остальные инструменты телескопа, хотя имеет очень маленькое поле зрения. Ее спектральный диапазон также более ограничен, чем у ШПК — от  $115$  до  $650$  нм. В голубой области камера способна регистри-

слева: наземный снимок центральной части Большой Туманности Ориона (М 42). Справа: снимок, полученный ШПК. Эта область М 42 указана на левом снимке. На этом изображении заметна ранее неизвестная интересная кометообразная туманность

ровать звезды до 30-ой звездной величины.

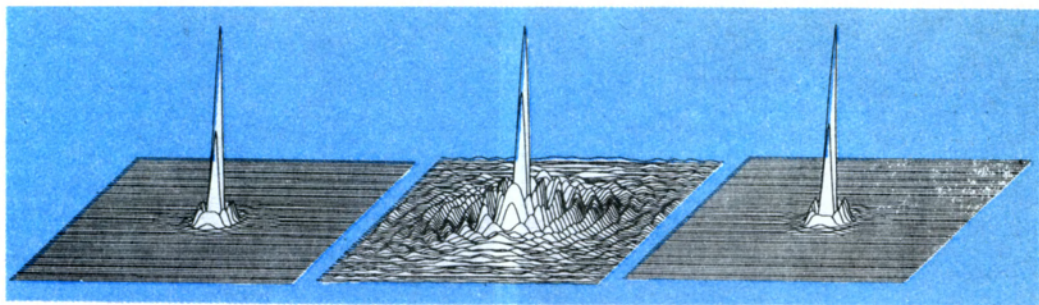
Камера включает две независимые схемы построения изображения, каждая из которых имеет собственную входную апертуру в фокальной плоскости телескопа. Внутренняя оптика камеры увеличивает относительное отверстие телескопа до  $1:48$  у одной системы и до  $1:96$  и  $1:288$  у другой. В обеих камерах используются электронные усилители изображения, в которых входящий свет усиливается в  $100\,000$  раз, прежде чем телевизионная система зафиксирует изображение. Эта комбинация настолько чувствительна, что регистрирует отдельные фотоны, попадающие в телескоп. Система с отверстием  $1:48$  также может использоваться в двух режимах. При прямом построении изображения она обеспечивает разрешение в  $0,043''$  в поле

$22'' \times 44''$ , причем имеется возможность введения в пучок 14 фильтров и призм. Для спектральных наблюдений предусмотрены щель и дифракционная решетка.

Максимальное разрешение космического телескопа достигается в схеме с отверстием  $1:96$ . В этом случае размер элемента разрешения составляет  $0,022''$  в поле зрения  $11'' \times 22''$ . Если же увеличивать отношение до  $1:288$  то, например, в диапазоне коротких ультрафиолетовых волн разрешение будет  $0,0072''$  при размерах поля  $3,6'' \times 7,3''$ . В схеме « $1:96$  —  $1:288$ » можно использовать 44 различных фильтра, включая и поляризационные, а также различные призмы для регистрации спектров с низким разрешением.

**Годдардовский спектрограф высокого разрешения (ГСВР)**. Под высоким разрешением здесь подразу-евается спектральное разрешение, которое показывает, насколько «тонко» разлагается свет на составляющие цвета при прохождении призмы или дифракционной решетки. Например при исследовании спектрального диапазона вблизи длин волн  $500$  нм с помощью детекторов, раз-





деленных половиной нм, спектральное разрешение составит  $500:0,5=1000$ . Этот спектрограф при наблюдении в ультрафиолете позволяет достичь спектрального разрешения до 100 000 (можно наблюдать две спектральные линии, разделенные промежутком 0,002 нм).

Угловое разрешение инструмента определяется двумя апертурами. Большая из них, размером  $2''$ , используется, в основном, в качестве искателя. Основная часть научных наблюдений проводится с помощью меньшей, 0,25-секундной апертуры, которая достаточно мала, чтобы отделить изображение исследуемой звезды от окружающих.

Набор дифракционных решеток в сочетании с 512-элементным телевизионным детектором типа «Диджикон» обеспечивает три величины разрешающей способности: высокая (100 000), средняя (20 000) для относительно ярких источников и низкая (2 000) — для слабых. Все они способны работать в спект-

Смоделированные на компьютере распределения световой энергии в профиле изображения звезды, полученном ШПК: слева — ожидавшийся, в центре — наблюдаемый при сферической aberrации размером в  $\lambda/2$  и справа — ожидающийся после установки новой камеры с измененными вторичными зеркалами

ральном диапазоне 105—320 нм, но, видимо, исследования будут вестись на длине волны 115 нм. При работе с низким разрешением диапазон уменьшится до 180 нм. Подобно тому, как это делается в бытовых 35-миллиметровых фотоаппаратах, снабженных системой TTL, спектрограф сам может выбирать подходящую экспозицию при съемке.

**Спектрограф слабых объектов (ССО).** Как и камеры, оба спектрографа дополняют друг друга в телескопе. В отличие от годдардовского спектрографа, имеющего разрешение, ССО позволяет

наблюдать в более широком спектральном диапазоне и с большей чувствительностью, хотя и с меньшим спектральным разрешением. ССО состоит также из двух отдельных каналов, каждый из которых снабжен ТВ-детектором. «Голубой» канал работает в спектральном диапазоне длин волн от 115 до 350 нм, а «красный» — от 170 до 850 нм, т.е. оба канала перекрывают весь оптический диапазон от ультрафиолетового до красного концов спектра.

Используя различные дифракционные решетки, можно вести исследования в шести участках этих диапазонов с умеренным разрешением порядка 1300. Во всех режимах можно вести и поляризметрические исследования. Свет проходит в инструмент сквозь диск со сменными апертурами. Для точечных объектов обычно используются круглые или прямые угольные апертуры длиной спектрографа, имеющего  $2''$  и шириной 0,25'' или максимальное спектральное разрешение, ССО позволяет  $\times 2''$ . При необходимости

Расчетный вид фокальных и внефокальных изображений звезд в КТХ





может быть использована и большая квадратная апертура  $4,3'' \times 4,3''$ .

**Высокоскоростной фотометр (ВСФ).** Под словом «высокоскоростной» понимается способность прибора измерять быстрые изменения яркости. Он может производить до 100 тыс измерений в секунду. Для сравнения, на Земле очень трудно зафиксировать изменение яркости объекта даже за одну секунду. Выбрав какой-либо из 100 режимов, можно легко отцентрировать объект на соответствующую входную апертуру этого фотометра.

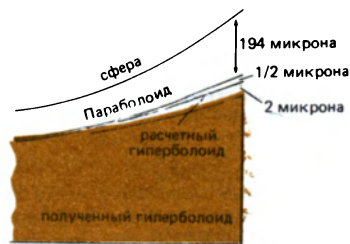
Инструмент содержит пять электронных детекторов, три из которых способны регистрировать изменение яркости с точностью 0,1 %  $\dot{\gamma}$  звезд до  $20^m$ . В фотометре применяются 23 фильтра, в результате чего прибор работает в диапазоне 120—700 нм. Еще один детектор работает в диапазоне 200—350 нм с 27 фильтрами, а последний представляет собой фотоумножитель для наблюдений покрытый звезд в красной области спектра. Хотя у прибора есть и шести- и десятисекундные апертуры, обычно для наблюдений используются диафрагмы диаметром 0,4'' или 2''.

**Датчики тонкого гидрирования (ДТГ)** могут использоваться для измерения яркости звезд и точных положений (их иногда называют шестым научным инструментом космического телескопа им. Хаббла (КТХ)). Поле зрения каждого из них представляет собой 90-градусный сегмент кольца, шириной 3,8', охватывающего апертуры других инструментов. Когда два датчика «захватывают» гидрирующие звезды, третий может зафиксировать яркость какой-либо третьей звезды от  $4^m$  до  $17^m$  с точностью до 1 % в спектральном диапазоне 510—690 нм, а также измерять относитель-

ное положение ее с точностью не ниже 0,003''!

## ПЕРВЫЙ СВЕТ «ХАББЛА»

24 апреля 1990 г. в 8 ч 34 мин по местному времени, после двухнедельной задержки «Дискавери» с самым дорогим в истории научным прибором (создание только лишь телескопа обошлось в 1,5 млрд. долл.) устремился в небо. Обычно «Шаттлы» выводятся на орбиту высотой 220 км, но для этого полета была выбрана высота 610 км. Это объясняется тем, что КТХ должен находиться на орбите без ее дополнительного поднятия не менее 5 лет, а верхняя граница необыкновенно «раздутой» из-за сильного солнечного максимума земной атмосферы была в то время на высоте не менее 525 км. Если бы «Дискавери» не смог выйти за ее пределы, КТХ был бы потерян до того, как НАСА смогла бы организовать спасательную экспедицию. К счастью, все обошлось благополучно и, окказавшись на высоте 614 км, экипаж облегченно вздохнул и приступил к выполнению



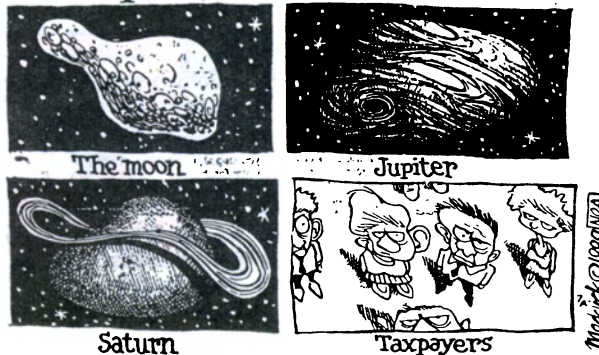
Расхождение расчетной и полученной после изготовления формы главного зеркала телескопа

аппаратуры, а 26 апреля вечером отстыковали телескоп от корабля. 27 утром была установлена связь между КТХ и спутником-ретранслятором НАСА, а в 9 ч 45 мин открылась крышка и телескоп увидел первый свет звезд. Пятнадцатилетняя подготовительная работа завершилась.

## СОБИРАЯ ОСКОЛКИ

После успешного запуска и выведения телескопа на заданную орбиту всеобщую эйфорию прервало ужасное известие: КТХ не может построить точечные изображения звезд. Радужные мечты

## First photos from the Hubble



сложной и ответственной программой.

Через 4,5 часа после начала полета астронавты подали электропитание в сеть «Хаббла» и начали проверку его

Одна из карикатур, которыми пестрели газеты в то время. Надписи: сверху — «Первые фото „Hubbl'a"». Ниже — «Луна», «Юпитер», «Сатурн», «Налогоплательщики»

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОСМИЧЕСКОГО ТЕЛЕСКОПА  
ИМ. Э. ХАББЛА

Размеры	13,1×4,3 м
Масса	11 600 кг
Оптическая схема	Ричи-Кретьена
Виньетирование	14 %
Поле зрения	18" (для научных целей), 28" (для гидирования)
Угловое разрешение	0,1" на длине волны 632,8 нм
Спектральный диапазон	115 нм — 1 мкм
Точность стабилизации	0,007" за 24 ч
Расчетная орбита КА	высота — 610 км, наклонение — 28,5°
Планируемое время функционирования	15 лет (с обслуживанием)
Стоимость телескопа и КА	1,5 млрд. долл. (в долл. 1989 г.)
Главное зеркало:	
Диаметр	2400 мм
Радиус кривизны	11 040 мм
Квадрат эксцентриситета	—1,0022985
Вторичное зеркало:	
Диаметр	310 мм
Радиус кривизны	1,358 мм
Квадрат эксцентриситета	—1,49686
Расстояния:	
Между центрами зеркал	4 906,071 мм
От вторичного зеркала до фокуса	6 406,200 мм

астрономов обратились в кошмар: телескоп едва-едва разрешал две звезды, находящиеся на расстоянии 1,1", (а это под силу среднему 15-сантиметровому любительскому инструменту...) Компьютерная обработка изображений показала, что звезды представляются в виде ядер размером 0,15", окруженных ореолами диаметром 0,7".

9 августа ситуация изменилась, но опять не в лучшую сторону. Если раньше оставались какие-то надежды, что проблемы не связаны с кон-

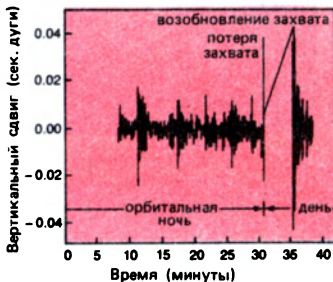
струкцией телескопа, то теперь стало ясно: виновато главное зеркало. Зеркало, то самое, которое должно было быть сделано с точностью 1/50 длины волны и стать самым точным в истории астрономической оптики, оказалось выполнено с ошибкой в 100 000 раз большей.

Ученые и администрация НАСА принялись искать пути преодоления возникших проблем и, заодно, искать виновников неудачи. Комиссия НАСА, образованная для этого, пришла к выводу, что корпорация «Перкин — Эл-

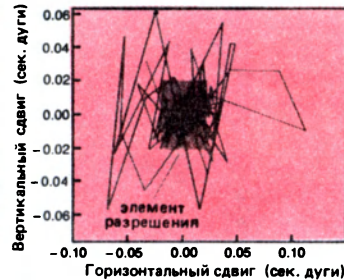
мер» (теперь она называется «Хьюдженс Дэнбэри Оптикал Рисёрч») допустила ошибку при контроле, а, следовательно, и при точной доводке поверхности зеркала. Испытаний же оптической системы КТХ в собранном виде по ряду причин не производилось.

Множество групп и отдельных ученых во всем мире принялись искать пути исправления положения. Наиболее очевидным и простым способом кажется попробовать изменить форму поверхности зеркала с помощью 24-х регулируемых опор, на которые опирается его задняя поверхность. Однако этот рискованный способ может вызвать еще более значительные aberrации, чем существующие сейчас. Другое радикальное предложение — снять телескоп с орбиты, — тоже не кажется бесспорным (высокая стоимость и серьезный риск!) Менее драматичное решение — задифрагмировать апертуру телескопа непрозрачным кольцом — тоже не нашло поддержки. Специалисты считают, что выигрывает в качестве не уравнивает потери пронцающей способности.

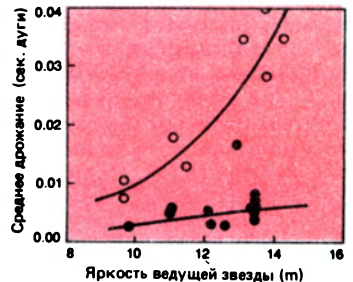
По мнению НАСА, единственный разумный путь в на-



слева: дрожание ведущей звезды на приемнике гида обычно не превышает 0,02—0,03". При пересечении же границы света и тени вибрация солнечных панелей космического аппарата увеличивает его до 0,1", что может



даже вызвать потерю гидом звезды. В центре: изображение звезды в фокальной плоскости телескопа в эти моменты совершает беспорядочные движения. Справа: при «прочном захвате» ведущей звезды системой авто-

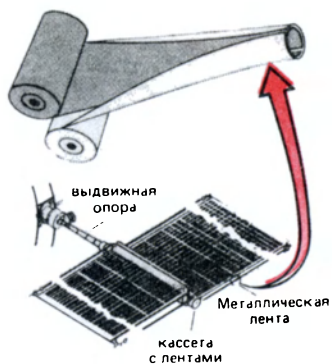


матического гидирования ошибка стабилизации не превышает 0,007", но при его потере она достигает 0,02" и возрастает еще больше, если блеск ведущей звезды слабее 13—13,5<sup>m</sup>

стоящее время — заменить существующие приборы на новые, в которых будут скомпенсированы абберрации главного зеркала. Три таких новых мощных прибора уже разрабатываются. Первый, представляющий собой синтез широкоугольной и планетной камер, будет готов к запуску в 1993 г. Конструктивно он не отличается от предшественника ШПК, работающего сейчас на орбите. Предусматривается единственное изменение — новые вторичные зеркала в преобразующих каскадных телескопах. Они будут изготовлены так, чтобы абберрация главного зеркала полностью компенсировалась. Еще два инструмента второго поколения будут установлены на телескоп в 1996 г. Это — STIS (Spectrograph Telescope and Imaging System), спектрограф — изображающая система и NICMOS (Near Infrared Camera and Multi-Objective Spectrometer), камера ближнего инфракрасного диапазона и многообъективный спектрометр.

Тем временем астрономы занимаются поисками таких способов обработки изображения, которые смогли бы все-таки использовать возможности телескопа. К настоящему времени уже разработаны программы, позволяющие увеличить разрешение телескопа примерно в три раза.

Несмотря на все ухищрения, ученым все же пока не удастся полностью скомпенсировать потерю главного преимущества КТХ перед наземными инструментами — четкости изображения звезд. За первые полтора года работы телескопа оказалось невозможным начать реализацию даже половины научных программ. Выполнялись лишь те из них, которые в меньшей степени зависят от качества получаемых изображений. С широкоугольной и планетной камерой дело



**Источник вибраций КТХ.** При выходе из тени, солнечные лучи нагревают внутреннюю и наружную ленты неодинаково, а это вызывает термические напряжения и вибрации панелей

обстоит еще хуже — пока могут выполняться лишь 20 % запланированных исследований. Не пострадала лишь программа астрометрических исследований, осуществляемая с помощью датчиков точного положения, поскольку им для определения координат достаточно зарегистрировать лишь центральную часть изображения звезды.

Кроме проблем с оптикой телескопа, обнаружилось трудности с его стабилизацией. Каждый раз, когда телескоп пересекает границу света и тени он начинает «хлопать крыльями» — огромные панели его солнечных батарей совершают колебания с амплитудой около 25—30 см и с периодом 11 с. Это вызывает движения телескопа с той же частотой, порождающие сдвиги звезд в фокальной плоскости с амплитудой 0,1". Происходит это из-за неравномерного нагрева несущей конструкции штанг, на которых установлены панели. В промежутках же между прохождениями терминатора стабили-

зация КТХ сохраняется в пределах 0,005", что даже лучше, чем ожидалось. Но, все же, около четверти 97-минутного орбитального витка телескоп не может прочно «удерживать звезду на кресте нитей». Недостатки конструкции солнечных батарей не смогут быть устранены без их замены, которую предполагается произвести во время полета «Шаттла» для ремонта КТХ в 1993 г.

## СЛУХИ

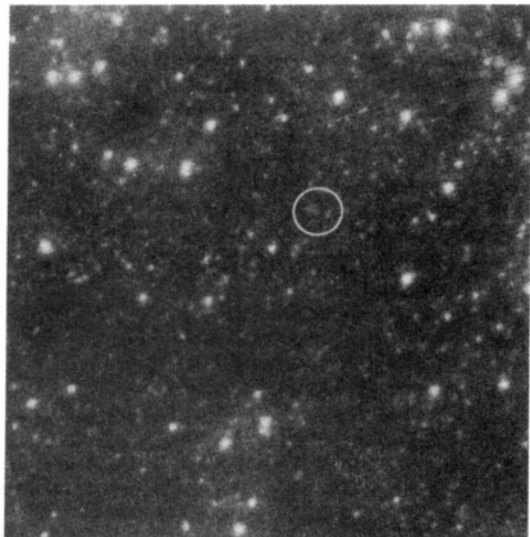
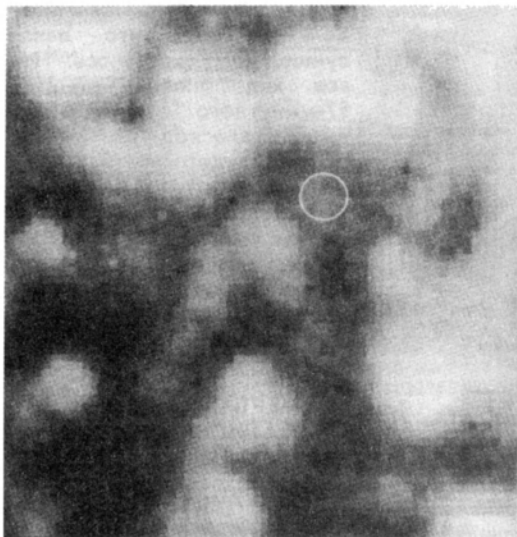
**О СМЕРТИ «ХАББЛА» ОКАЗАЛИСЬ СИЛЬНО ПРЕУВЕЛИЧЕНЫ...**

После многомесячного потока угнетающих новостей, астрономы внезапно воспрянули духом: ««Хаббл» жив и шлет на Землю изображения и спектры небесных тел!»

Итак, вахта космического телескопа началась. «Когда смотрите на «Хаббл», вы видите стакан, наполненный до половины», — говорит профессор Джиаккони. — «Есть задачи, которые мы не можем решить, пока телескоп не будет исправлен, но огромный потенциал для открытий существует даже сейчас».

Первые регулярные наблюдения с двумя камерами начались в середине августа 1990 г. После этого поток информации с орбиты, получаемой Научным Институтом Космического Телескопа (STScI) в Балтиморе (США), стал расти, как снежный ком. Как молодые родители, «члены команд» различных инструментов телескопа с нежностью рассматривали первые снимки и спектры и гордо показывали их друг другу. Познакомьтесь и вы с ними, уважаемые читатели (некоторые фотографии мы опубликовали в № 1, 1991 нашего журнала, на 2 стр. обложки).

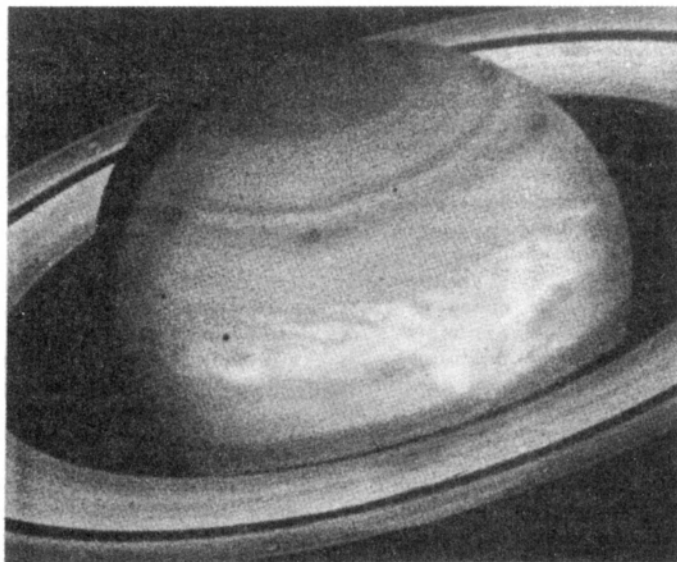




Шаровое скопление М14. Две фотографии показывают один и тот же участок вблизи центра гигантского шара из звезд, отстоящего от нас на 70 000 световых лет (размер которого  $22' \times 22'$ ). Левый получен на 4-метровом телескопе с ПЗС-матрицей обсерватории Черро-Тололо

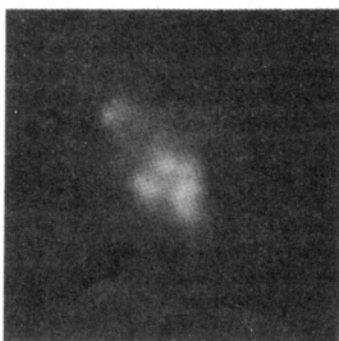
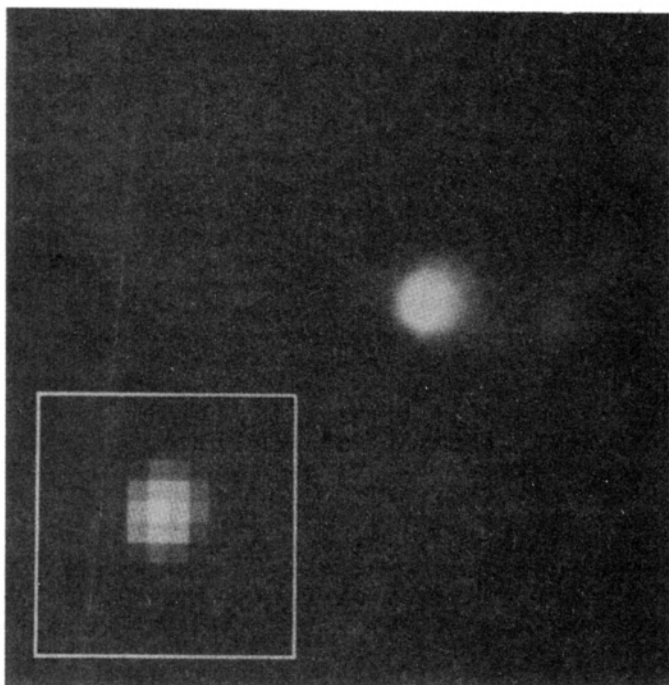
в Чили. Правый — камерой слабых объектов КТХ. Эта область была выбрана потому, что в 1938 г. здесь, где-то в пределах отмеченного кружка, вспыхнула Новая. Задача «Хаббла» заключалась в том, чтобы отыскать остаток вспышки. Обычно такие остатки имеют избыток излуче-

ния в синей и ультрафиолетовой областях. Но снимок показал, что из нескольких близлежащих звезд ни одна не отвечает этому условию. «Природа решила немного пошутить», — прокомментировал результат Брюс Мэргон, один из авторов снимка



9 ноября 1990 г. Фотография Сатурна с Большим Белым Пятном — огромным ураганом в атмосфере планеты (Земля и Вселенная, 1991, № 2, с. 44, 45)

Комета Леви (1990 с). Если вам удалось наблюдать эту комету в прошлом году (Земля и Вселенная, № 4, с. 69), вам покажется знакомым изображение, полученное КТХ, но не обольщайтесь: то, что вы видите на снимке, полученном с широкоугольной и планетной камерой и интенсивным красным фильтром — лишь центральная часть газо-пылевой оболочки кометы и имеет всего 23" в диаметре. На врезке: увеличенное в четыре раза изображение ее центральной части. Каждый элемент разрешения соответствует размеру 78 км, но и при таком разрешении ядро кометы не различается



Слева: сейфертовская галактика NGC 1068 (M 77) на снимке, полученном на 65-сантиметровом телескопе. Она обладает звездобразным ядром, которое меняет яркость приблизительно за две недели (полагают, что этот «генератор» по размеру в 50—100 раз больше, чем Солнечная система). Поскольку

обычные звезды не могут излучать столько энергии из такого малого объема (светимость ядра M 77 — 2 % от всего излучения нашей Галактики), полагают, что в ядре Галактики находится черная дыра с массой порядка 100 млн. солнечных. В центре: изображение, полученное ШПК телескопа им. Хаббла. Замет-

ны облака ионизированного газа (каждое размером около 10 св. лет), находящиеся на расстоянии 150 св. лет от ядра галактики. Справа: компьютерная модель, воссоздающая расположение облаков в реальности. Не исключено, что в центре конуса находится сверхмассивная «черная дыра»

---

## Симпозиумы, конференции, съезды

---

# Международная конференция по космогонии

Е. Л. РУСКОЛ,  
доктор физико-математических наук,  
Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта

---

С 26 по 31 августа 1991 г. в Москве, в гостиничном комплексе «Узкое» собрались участники международной конференции «Происхождение и эволюция Солнечной системы». Эта конференция, организованная Институтом физики Земли имени О. Ю. Шмидта, была посвящена столетию со дня рождения академика Отто Юльевича Шмидта. Как известно, О. Ю. Шмидт (1891—1956) внес огромный вклад в науку, просвещение, освоение Арктики (Земля и Вселенная, 1991, № 5, с. 38.—Ред). С космогонией связан последний период его жизни.

В 40-х годах проблема происхождения Земли считалась чисто астрономической проблемой, а начальное состояние нашей планеты мыслилось тогда в виде огненно-жидкой капли. Опираясь на уже накопленные данные геофизики и геохимии, О. Ю. Шмидт выступил с собственной концепцией, которая возрождала старую планетезимальную гипотезу (О. Ю. Шмидт назвал ее «метеоритной»). Согласно этой концепции, Земля и планеты образовались из небольших твердых тел, вращавшихся вокруг Солнца в составе единого газово-пылевого облака. Для того,

чтобы решить проблему дисбаланса вращательного момента в Солнечной системе, О. Ю. Шмидт предположил, что облако было захвачено Солнцем при прохождении через галактическую газово-пылевую туманность. О. Ю. Шмидт сформулировал проблему происхождения Земли как комплексную астрономическую — геофизическую проблему и разделил ее на три основные части. Первая — происхождение околосолнечного газово-пылевого облака (или солнечной туманности). Эта задача во времена Шмидта еще не могла быть решена. Вторая — эволюция газово-пылевого облака в систему планет. Разработку этой части общей проблемы Шмидт считал наиболее перспективной для развития уже в 50-е годы, что полностью подтвердилось. Третья часть — догеологическая история Земли и ее современное состояние (эти задачи весьма актуальны и в наши дни).

Заслуга О. Ю. Шмидта состоит в том, что он привлек к разработке и критическому анализу новой теории многих ведущих астрономов, геофизиков, геохимиков и геологов, а также некоторых физиков. Ученые не поддержали гипотезу о захвате Солнцем

допланетного облака. Быстро отпало и представление о метеоритах как остатках допланетной материи. Но основная идея о формировании Земли из твердого допланетного вещества оказалась плодотворной. Сотрудники О. Ю. Шмидта разработали на ее основе количественную модель образования планет, которая получила международное признание. Сейчас уже можно связать в единую цепь рождение Солнца, образование допланетного диска, формирование в диске всех тел Солнечной системы с их последующей геологической историей.

Юбилейная конференция была разделена на три сессии, которые соответствовали трем названным выше частям космогонической проблемы. Расскажем о некоторых, наиболее интересных сообщениях.

Благодаря успехам астрофизических наблюдений в ИК-области, в последние годы обнаружено, что у нескольких десятков молодых звезд типа Тельца (их массы примерно такие же, как у Солнца), имеются газово-пылевые диски, вращающиеся вокруг звезд. Их можно считать аналогами нашего допланетного облака. Таким образом, предположение о



совместном образовании облака и Солнца и теоретические работы по эволюции околосолнечного облака, выполненные задолго до этого, получили наблюдательное подтверждение.

На первой сессии конференции в докладах американских, японских и советских ученых рассматривались новые сценарии совместного образования Солнца и солнечной туманности. Об интерпретации астрофизических наблюдений молекулярных облаков как областей формирования звезд и планет рассказал В. Г. Сурдин, о результатах наблюдений околосолнечных дисков — С. А. Ламзин с соавторами, о расчетах эволюции таких дисков — Б. М. Шустов. Обсуждались общие проблемы взаимодействия звезд и дисков. Большое внимание было уделено вопросам химического и изотопного фракционирования солнечной туманности.

Вторая сессия конференции была посвящена аккумуляции планет и малых тел в допланетном облаке — центральной задаче планетной космогонии. Благодаря космическим исследованиям Солнечная система теперь изучена много лучше, чем прежде. Поэтому сценарий превращения допланетного облака в систему современных тел разрабатывается весьма детально. Например, в докладе В. С. Сафронова рассматривались, в частности, начальные стадии роста твердых частиц и заключительные стадии роста планетных зародышей. В. С. Сафронов обрисовал также современное состояние вопроса о происхождении астероидов и комет. А. В. Витязев обсуждал возможности стыковки космохимического и динамического подходов в планетной космогонии. Участники конференции познакомились и с новым способом оценки эксцентриситета



и наклона орбиты растущей планеты, учитывающим возмущения от соседней массивной планеты (И. Н. Зиглина). В. Н. Жарков остановился на особой роли Юпитера в формировании планет-гигантов.

В одной из своих последних работ (1955 г.) О. Ю. Шмидт высказал идею о том, что пояс астероидов — это зона несформировавшейся планеты, росту которой помешали возмущения соседнего Юпитера (тогда еще была популярной гипотеза, согласно которой астероиды — это результат взрыва массивной планеты Фазтон). В наши дни идея О. Ю. Шмидта получает все большую поддержку, хотя пока еще трудно объяснить, почему суммарная масса астероидов так мала (меньше массы Луны).

Дж. Везерилл (США) провел тщательный анализ времени рождения планет земной группы и астероидов в предположении, что изначальная масса вещества в их зоне была много больше современной. Почему в зоне астероидов не успела сформироваться планета, подобная Земле или Марсу? Некоторые исследователи считают, что этому помешал ускоренный (менее  $10^6$  лет) рост соседнего Юпитера.

О. Ю. Шмидт среди астрономов возле старого здания ГАИШ на Красной Пресне. Стоят (слева — направо): П. П. Паренаго, Г. Ф. Хильми, Б. Ю. Левин, С. В. Козловская. Сидят (слева — направо): Б. А. Воронцов-Вельяминов, О. Ю. Шмидт, С. В. Орлов, Н. Н. Парийский. Все они активно участвовали в разработке космогонической теории в 40-е — 50-е годы

Дж. Везерилл показал, что ранее в поясе астероидов могли вырасти тела крупнее Луны и даже при более длительном формировании Юпитера (до  $10^7$  лет). Возмущения от планет вполне могли выбрасывать тела из пояса в той мере, чтобы привести его в современное состояние. Об эволюции астероидного пояса рассказал также С. Дермотт (США). Свою работу о происхождении вращения растущих планет под действием ударов падающих тел представил Дж. Лиссауэр (США). Вращение современных астероидов Д. Ф. Лупишко и Ф. П. Величко интерпретировали как унаследованное еще от эпохи образования планетной системы (у самых крупных астероидов, с диаметрами более 125 км) и как приобретенное в процессе столкновений (у более мелких астероидов).

Дж. Бернс (США) сделал обзор своих исследований



происхождения и эволюции планетных колец. Этим же вопросам были посвящены и доклады А. М. Фридмана и Н. Н. Горькавого. Происхождение Луны обсуждалось в докладах Е. Л. Рускол, Г. В. Печерниковой и О. Г. Сорохтина. В настоящее время рассматриваются две концепции образования Луны: «шмидтовская» (из околоземного роя) и катастрофическая (из-за столкновения Земли с крупным телом массой Марса).

Памятная медаль с барельефом О. Ю. Шмидта

Третья сессия конференции была посвящена ранней эволюции Земли и планет. За последнее время появляется все больше работ, объясняющих нагревание растущих планет ударами падавших на них допланетных тел. Вопросам ударной дегазации вещества и его последующей эволюции были посвящены

доклады М. В. Герасимова и О. И. Яковлева. Эволюцию вещества на поверхности космических тел и на глубинах исследовали А. В. Иванов и Ю. И. Зецер (с соавторами) на экспериментальном материале лунных образцов и метеорите «Царев».

Конференция завершилась вручением советским и иностранным участникам, внесшим значительный вклад в планетную космогонию, памятных медалей с барельефом О. Ю. Шмидта.

**НОВЫЕ КНИГИ  
ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»**

**О чем мечтал  
Эйнштейн**

Как известно, Эйнштейну не удалось осуществить свою мечту — построить единую теорию, описывающую Вселенную в целом. О попытках построения единой теории поля, объединения общей теории относительности и квантовой теории рассказыва-



ется в книге Барри Паркера «Мечта Эйнштейна» (перевод с английского В. И. и О. И. Мацарских под редакцией Я. А. Смородинского). Книга выпущена Главной редакцией физико-математической литературы в 1991 г.

В книге десять глав, названия которых дают представление о ее содержании («Цель», «Искривление пространства-времени», «Ранние единые теории поля», «Гибель звезды», «Абсолютная бездна: черная дыра», «Ранняя Вселенная», «Космологический парадокс», «Дальнейшая судьба Вселенной», «Мир частиц и полей», «Единая теория строения Вселенной»).

Прочитав книгу, читатели не только приблизятся к пониманию мечты Эйнштейна, но и узнают о том, какими путями современные ученые идут к построению «теории всего на свете».

## Памяти Дмитрия Александровича Рожковского

14 августа 1991 г. на 76 году жизни после тяжелой болезни скончался старейший сотрудник Астрофизического института им. академика В. Г. Фесенкова АН КазССР профессор Дмитрий Александрович Рожковский.

В 1941 г. Д. А. Рожковский окончил физико-математический факультет Томского государственного университета по специальности астрономия. Несколько лет работал инженером-геодезистом в Новосибирске, затем преподавал физику и математику в Семипалатинске. В 1946 г. он поступил в аспирантуру Института астрономии и физики АН КазССР (ныне Астрофизический институт) и вскоре был зачислен на должность младшего научного сотрудника. В 1950 г. Д. А. Рожковский защитил кандидатскую диссертацию. С 1951 г. в течение сорока лет руководил отделом астрофизики. В 1962 г. он защитил докторскую диссертацию.

Дмитрий Александрович стоял у истоков развития астрономии в Казахстане. Он внес большой вклад в исследование и освоение конструктивных и оптических особенностей светосильного менискового телескопа системы Д. Д. Максудова, который в конце 50-х годов был установлен в обсерватории Астрофизического института. Это был первый и единственный образец телескопа такой системы. Д. А. Рожковский разработал методику фотометрических, поляриметрических и астрометрических наблюдений на этом инструменте.

Большой цикл работ Д. А. Рожковского посвящен исследованиям межзвездной среды, газопылевых и отражательных туманностей и связанных с ними звезд. В 1953 г. он подготовил и издал (в соавторстве с В. Г. Фесенковым) «Атлас газопылевых туманностей», а в 1968 г.— «Каталог отражательных туманностей» (в соавторстве с А. В. Курчаковым).



Д. А. Рожковский всегда проявлял интерес к систематическим наблюдениям комет, малых планет, спутников планет-гигантов, а когда началась эра искусственных спутников, он разработал остроумную методику наблюдений ИСЗ на менисковом телескопе. Благодаря его неустанным многолетним трудам в Астрофизическом институте создана обширная стеклянная библиотека, включающая в себя тысячи негативов туманностей, комет, малых планет. Большое внимание Д. А. Рожковский уделял исследованиям астроклимата в разных областях Казахстана.

Научная и организаторская деятельность Д. А. Рожковского отмечена орденом Трудового Красного Знамени, медалями, почетными грамотами, ему присвоено звание Заслуженного деятеля науки Казахской ССР.

Светлая память о Дмитрие Александровиче Рожковском навсегда сохранится в сердцах всех, знавших его.



## Памяти Леонида Сергеевича Хренова



13 сентября 1991 г. на 85-м году жизни скончался известный советский геодезист, Заслуженный деятель науки РСФСР, доктор географических наук, профессор, страстный ученый-популяризатор, постоянный автор и друг нашего журнала Леонид Сергеевич Хренов.

Родившись в семье рабочего-токаря в Воронеже, он рано начал свою трудовую деятельность: был учителем геометрии и черчения, техником-строителем, геодезистом. Окончив Воронежский индустриальный техникум, а затем в 1930 г. землеустроительный факультет сельскохозяйственного института, Л. С. Хренов стал преподавать геодезию. Он участвовал в создании Воронежского инженерно-строительного института, в организации кафедры геодезии и картографии в Воронежском государственном университете.

В 1941—1950 гг. Л. С. Хренов работал деканом в Алма-Атинском сельскохозяйственном институте, организовал здесь факультеты гидромелиорации и лесного хозяйства. Одновременно он сотрудничал в Казахском филиале АН СССР: был ученым

секретарем редакционно-издательского совета и редколлегии журнала «Вестник АН КазССР», заместителем директора Института астрономии и физики по научной работе. Л. С. Хренов руководил картографической группой Наркомводхоза, которая совместно с Институтом географии АН СССР составила подробную карту для кадастра республики. В 1947 г. Л. С. Хренов защитил докторскую диссертацию, в следующем году ему присуждается ученое звание профессора.

С 1950 г. он заведовал кафедрой геодезии в Уральском лесотехническом институте, а с 1954 г.— в Московском институте инженеров водного хозяйства.

Член Всесоюзного астрономо-геодезического общества с 1934 г. Л. С. Хренов был одним из организаторов его отделений в Воронеже и Свердловске. На посту первого вице-президента ВАГО Л. С. Хренов объединил усилия свыше 70 отделений и филиалов — почти десяти тысяч геодезистов и астрономов страны.

С 1962 по 1988 г. Л. С. Хренов заведовал кафедрой геодезии Московского института инженеров железнодорожного транспорта. Всю свою энергию, авторитет и опыт он сконцентрировал на создании в институте наиболее благоприятных условий для творческой научно-педагогической деятельности.

В 1966 г. под руководством Л. С. Хренова стал работать постоянный семинар Секции инженерной геодезии и маркшейдерии НТС ГУГК (Земля и Вселенная, 1991, № 3, с. 66.— Ред.). Восемь раз в год (с точностью часового механизма) московские геодезисты заслушивали сообщения по актуальным вопросам научной и практической деятельности. Разносторонность тематики, оживленность дискуссий, широкий круг докладчиков придавали семинару неповторимость и вызывали к нему интерес ученых.

Л. С. Хренов опубликовал более 500 научных и популярных статей, учебники по геодезии, статьи по самым различным аспектам инженерной геодезии, уникальную «Хронологию отечественной геодезии с древнейших времен и до наших дней», справочники по математике, разнообразные таблицы для топографов и геодезистов, издания для широкого круга читателей: «Время и календарь», «Народные приметы и календарь».

Активная и разносторонняя деятельность ученого была отмечена орденами Трудового Красного Знамени, Красной Звезды, «Знак Почета», медалями.

Светлый образ Леонида Сергеевича надолго останется в памяти многих поколений геодезистов и всех, кто его знал.

# Камиль Фламмарион

(к 150-летию со дня рождения)

Автор очерка доктор технических наук И. В. Стражева-Янгель только что завершила свою многолетнюю работу над книгой о К. Фламмарионе. Из нее читатели смогут узнать интересные подробности об этом выдающемся популяризаторе астрономии.

Имя этого замечательного человека золотыми буквами вписано в историю науки. Он был не только ученым, посвятившим долгие годы своей жизни изучению звездного неба, но и выдающимся популяризатором древнейшей науки — астрономии. Камиль Фламмарион стал признанным творцом нового жанра научно-популярной литературы, в котором органически слились научные знания с высокохудожественным рассказом.

Другой выдающийся француз Жюль Верн (1828—1905), современник Камиля Фламмариона, в эти же годы обогатил литературу своими сочинениями. Он будоражил умы читателей сведениями о возможных полных яркой фантазии лунных путешествиях, о многих нераскрытых тайнах окружающего мира. У Фламмариона в основе его творчества в отличие от Жюль Верна лежала строгая наука сегодняшнего дня, ее проблемы, ее перспективы. И неслучайно, созданный им новый жанр получил свое дальнейшее развитие у авторов, ставших популяризаторами таких, к примеру, фундаментальных наук, как физика, биология, математика, геология и др.

Основателем этого жанра был именно Камиль Фламмарион. Он высоко ценил вклад Б. Фонтенеля, Сирано де Бержерака, Араго — всех тех, кто делал до него пока только первые шаги на пути создания такого рода научно-популярной литературы.

Камиль Фламмарион родился 26 февраля 1842 г. в Монтиньи-ле-Руа — небольшом городке округа департамента Верхней Марны, насчитывавшего тогда всего 1267 жителей.

Родители Камиля — владельцы небольшой лавки, в которой торговали сукном, мелкой галантереей. В семье Фламмарионов было четверо детей, среди которых

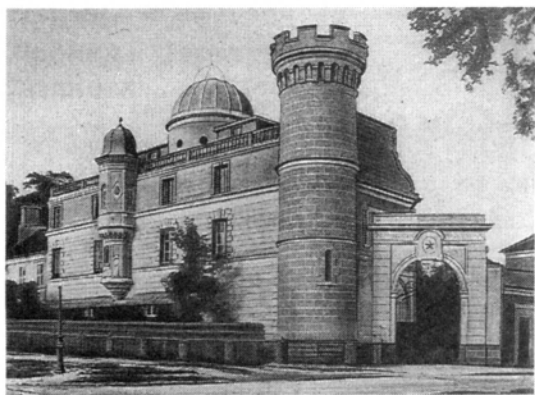


Камиль Фламмарион (1880-е годы)

Камиль — самый старший. Около дома, в котором прошли детские годы будущего астронома, был небольшой приусадебный участок с садом и огородом. Воздух здесь всегда чист и прозрачен. В ясные дни хорошо видны Вогезы, Альпы, а иногда даже и Монблан, отстоящий от Монтиньи-ле-Руа на расстоянии в 261 км.

В четыре года Камиль уже свободно читал, в четыре с половиной научился писать, в пять лет успешно начал осваивать грамматику и математику.

Жизнь человека начинается со знакомства с окружающим его миром. «На чем покоится Земля, и если ни на чем, то почему никуда не падает?» С таким вопросом обращался Камиль к взрослым, но не получал на него вразумительного ответа.



Обсерватория Жювизи недалеко от Парижа

Мать Камилля уделяла воспитанию и образованию детей большое внимание. Она была очень набожной женщиной и мечтала о том, чтобы ее старший сын стал со временем кюре. В воскресные дни Камилль ходил с матерью в церковь на мессу, пел в хоре и помогал в исполнении церковных обрядов.

Первым наблюдательным прибором в жизни будущего астронома стало ведро с водой. На водной поверхности, словно в зеркале, Камилль и его трехлетняя сестра 9 октября 1847 г. наблюдали редкое небесное явление — кольцеобразное солнечное затмение. «Мы увидели, как ущербляется Солнце», — вспоминал Фламарион.

В жаркий летний день 28 июля 1851 г. он вторично увидел через закопченное на свече стекло, как диск Луны закрывает Солнце. «А можно ли заранее предсказать затмение Солнца?» Об этом он спросил у школьного учителя и тот дал ему книгу по космографии. Многие были непонятны в ней мальчику, но он добросовестно переписал страницу за страницей, зарисовал фигуры, поясняющие системы Птолемея, Коперника, Тихо Браге. Узнав, что Земля вращается вокруг своей оси, он начал понимать, почему она «никуда не падает».

Окончив в 1853 г. начальную школу, Камилль изучает у местного священника латынь и затем поступает учиться в детскую хоровую капеллу кафедрального собора в Лангре. Каникулы он обычно проводит у своего деда Ломона, живущего в небольшой деревеньке Иллуде. Там совершает Камилль долгие прогулки, собирает для коллекции разбросанные среди виноградников окаменелости — белемниты, аммониты, ракушки. Часами сидит Камилль возле «мельницы Ломона», где так ритмично постукивает огромное колесо. А когда наступает вечер и в доме зажигают свечи,

внук взбирается на колени к деду и, затаив дыхание, слушает его рассказы о далеком прошлом, о Наполеоне.

Яркий след в памяти Камилля оставила комета 1853 г. Он сделал тогда много зарисовок и впоследствии поместил их в свои книги по астрономии.

В жизни каждой семьи происходят непредсказуемые события. Родители Камилля разорены. Продав все свое имущество и с трудом расплатившись с кредиторами, они уезжают в Париж. Заботу о Камилле, продолжающем заниматься в капелле, берет на себя добрый кюре из Монтиньи. Мать пишет из Парижа, что они еле сводят концы с концами и нуждаются в помощи старшего сына. Через два года после отъезда родителей, Камилль тоже переезжает в Париж, который представляется ему сказочным городом.

Нелегким были первые годы парижской жизни. Камилль с трудом устраивается на работу учеником гравера-чеканщика декоративных украшений, занимается очисткой поверхностей серебряных ваз и тарелок от смолы, наносит на них рисунок. Днем нелегкий и изнурительный труд, а вечером занятия на бесплатных курсах политехнической Ассоциации, посещение курсов рисования братьев Рош. Камилль хочет получить степень бакалавра и совершенствует свои знания в английском языке, не расстается с учебниками по алгебре и геометрии. «Я никогда не ложился спать ранее полуночи и не раз пользовался для чтения и письма лунным светом, поскольку не всегда в моем распоряжении был огарок свечи», — вспоминает Фламарион.

Событием в его жизни стало создание в январе 1858 г. «Академии юных», которая объединила большую группу талантливых школьников, интересовавшихся наукой, литературой и рисованием. Шестнадцатилетний Камилль Фламарион единогласно был избран ее президентом. На первой научной конференции он выступил с докладом на тему «Чудеса природы».

Напряженный режим работы и резкое переутомление не прошли бесследно. Както заболевшего юношу, жившего в крошечной мансарде, пришел навестить доктор Эдуард Фурнье, бесплатно лечивший членов «Академии юных». На глаза ему попала лежавшая на столике рукопись «Всеобщая космогония». Ознакомившись с ее содержанием, доктор понял, что его пациент обладает редкими способностями и его место не в граверной мастерской, а в Парижской обсерватории. Он помог Камиллю встретиться с директором обсерватории. Им был в то время выдающийся астроном Лаверье.



Встреча с Лавруе! Камиль безукоризненно ответил на вопросы экзаменовавшего его профессора. Лавруе принял Фламариона на работу. В понедельник 28 июля 1858 г. Камиль вошел в храм Урании уже в качестве ученика-астронома. «Я был открыт и чувствовал, что вышел на дорогу, которую так долго искал», — говорил Камиль Фламарион, мечтавший теперь вплотную заняться наблюдениями звездного неба. Но желания нередко расходятся с действительностью: ученик-астроном должен заниматься лишь вычислительными работами в Расчетном бюро. К астрономическим инструментам доступа у Фламариона не было.

Он успешно сдает экзамены и получает степень бакалавра по науке и литературе. Заканчивает рукопись, посвященную путешествию на Луну и тщательно продумывает содержание еще одного интересного сочинения. Он хочет изложить в нем свои взгляды на возможность жизни в других мирах. Новый труд будет называться «Множественность обитаемых миров».

И опять на его пути «счастливый случай». Передавая в типографии очередную корректуру «Ежегодника обсерватории», редактируемого Лавруе, он случайно достает конверт, в котором лежат листы одной из глав нового сочинения. Издатель М. Байо просит дать ему прочесть, о чем пишет этот еще совсем молодой человек. «Я пишу это только для себя», — смущенно замечает Камиль. Через несколько дней он вновь приходит в типографию. И о чудо! Фламарион не верит своим ушам: М. Байо предлагает издать его книгу. Правда, он просит исключить из нее философский раздел. И вот в руках счастливого юного автора его первый печатный труд. В нем пять глав: «Очерки истории», «Планетные миры», «Физиология бытия», «Небеса», «Человечество во Вселенной». Книга выходит тиражом в 500 экземпляров и сразу приносит Фламариону небывалый успех.

Среди многочисленных и, в основном, одобрительных отзывов, Фламариону, пожалуй, всего дороже было письмо от Виктора Гюго, находящегося в изгнании на острове Гернси. Оно датировано 17 декабря 1862 г. Величайший поэт Франции благодарит Фламариона за присланную книгу: «... Я думаю, как Вы... Ваши сочинения созвучны моим сочинениям...»

Но восторга многочисленных любителей астрономии не разделяет директор Парижской обсерватории Лавруе. Он говорит стоящему перед ним ученику-астроному: «Я вижу, мосье, что вы не дорожите пребыванием здесь! Нет ничего проще, как удалиться отсюда!»

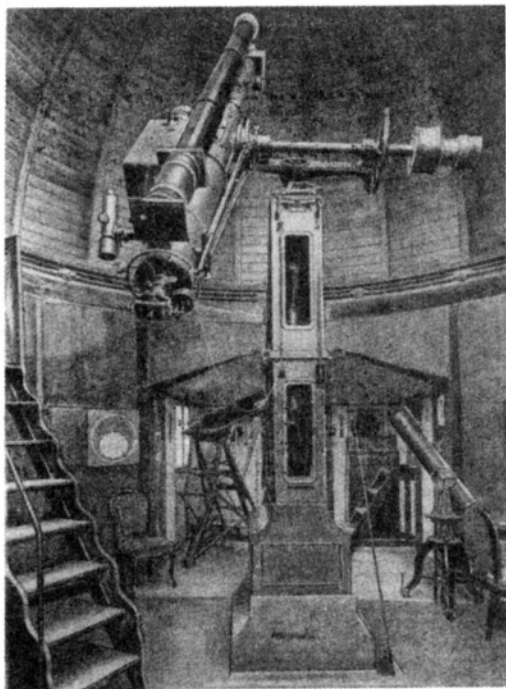
Какие жестокие слова! Как будет теперь жить Камиль Фламарион? Где работать? Однако, свет не без добрых людей. Камиль принимают на должность вычислителя положений Луны в Бюро Долгот с таким же окладом, что и в Парижской обсерватории. Популярность его растет буквально с каждым днем. В академическом издательстве «Множественность обитаемых миров» выходит в полном объеме. Книга переводится на различные европейские языки. Фламариону предлагают сотрудничать редакции многих научных журналов. Его статьи и обзоры на астрономические темы можно найти в таких популярных журналах и ревю, как «Век», «Космос», «Время», «Иллюстрация», «Живописный журнал». «Природа» и многие другие. Позже Фламарион объединяет эти статьи и тексты сделанных им докладов в одну книгу под названием «Очерки и лекции по астрономии». С 1867 по 1880 г. таких книг выйдет девять. Кроме них выходят из печати «Миры воображаемые и миры действительные» (1865), «Бог в природе» (1867). Появилась у Фламариона и своя маленькая обсерватория на террасе дома на улице Гей-Люссака.

Как известно, астрономические наблюдения существенно затрудняет атмосфера. Фламарион давно задумал написать книгу о земной атмосфере. Он предпринимает ряд воздушных путешествий. Первый его полет на аэростате состоялся 30 мая 1867 г. Незабываемые и такие яркие впечатления! Фламарион любитесь с высоты панорамой Парижа. По его представлению этот «феерический спектакль» далеко затмевает все сказки из «Тысячи и одной ночи».

Одиннадцать раз поднимался Фламарион на аэростате. Полеты проходят в разных атмосферных условиях, в дневное и ночное время. Они становятся одной из отправных точек научной аэронавтики во Франции. Своими впечатлениями о пребывании «вне Земли» Фламарион делится с читателями в книге «Мои воздушные путешествия». А в 1871 г. выходит его фундаментальный труд «Атмосфера. Популярная метеорология».

Сотни парижан приходят послушать лекции Фламариона. В июне 1867 г. он становится президентом Аэростатического Общества Франции.

Трудной страницей жизни для Фламариона, как и для всего французского народа, были дни войны 1870 г. Призванный на военную службу в Национальную Гвардию он вместе с небольшой группой наблюдателей инженерной службы занимается обнаружением орудий противника, ведущего обстрел Парижа. Вместе с жите-



Здесь К. Фламарион и его сотрудники наблюдали звезды

лями осажденной столицы Фламарион переносит все тяготы пятимесячной блокады города.

Но война окончена. Фламарион вновь в активном творческом поиске. В журналах публикуются его статьи, а в 1877 г. выходит книга «Земли неба», где говорится об особенностях планет Солнечной системы. Издан и «Большой атлас», в котором дано описание 100 тыс. звезд и дана 31 карта звездного неба.

Но самое замечательное событие в его жизни — выход в 1880 г. знаменитой «Популярной астрономии». Эта книга переиздавалась много раз, причем, большими тиражами. Небывало возрос в магазинах спрос на подзорные трубы: все хотели созерцать небо, о котором так красочно рассказал Фламарион. Строгая и сухая, на первый взгляд, астрономия в изложении Фламариона завоевала умы и сердца почитателей его таланта. Академия наук Франции присудила автору «Популярной астрономии» одну из самых престижных премий.

Этот многолетний труд Фламарион заканчивает словами: «Мы не можем постичь всего величия безграничной вечной Вселенной, вследствие недоступности наших знаний и крайней ограниченности поля наших наблюдений». Далее он говорит, что

по грандиозности своих размеров, по неисчерпаемому богатству и разнообразию своих сил Вселенная превосходит все то, что открыто наукой, пытливым умом человека и его даже самой пылкой фантазией. «Тут мы должны остановиться,— продолжает Фламарион.— Но в каждом музее кроме главного входа есть еще и «потайная дверь», ведущая в залы, где бережно хранится несметное число пока еще неизвестных нам достопримечательностей». В этой книге он рассказал о науке сегодняшнего дня, но велико его желание когда-нибудь узнать, что там за «потайной дверью»?

В первом издании «Популярной астрономии» Фламарион изложил глубоко обоснованный им план создания Народных обсерваторий и выпуска специального журнала. Он считает, что в этом журнале надо регулярно давать информацию о последних достижениях астрономической науки и публиковать периодический обзор небесных явлений.

Научная общественность поддержала предложение Фламариона. С начала марта 1882 г. начал выходить журнал «Астрономия». Через пять лет, в ноябре 1887 г., было основано Астрономическое общество Франции (SAF). Общество сыграло основополагающую роль в дальнейшем развитии астрономической науки, ее широкой популяризации. Первым президентом SAF был избран Камиль Фламарион.

Долгие годы мечтал Фламарион о своей современной обсерватории. В отличие от существующих правительственных обсерваторий (в том числе и Парижской), занимающихся в основном кропотливым определением точного положения звезд, Фламарион хотел изучать Солнце, Луну, планеты, кометы, двойные и переменные звезды. И опять на его пути «счастливый случай». Один из давних почитателей Фламариона большой любитель астрономии господин Мере сделал своему кумиру неожиданный и бесценный подарок. Камиль Фламарион стал обладателем владения «Жювизи на Орже», расположенном недалеко от Парижа.

На сооружение астрономического пятиметрового купола и установки экваториала ушло около двух лет. Необходимые для этого средства помог достать брат Фламариона Эрнест, ставший к этому времени известным книгоиздателем. Он опубликовал стотысячным тиражом «Популярную астрономию», которая разошлась в необычайно короткий срок.

В течение последующих сорока лет, до последнего своего часа, Фламарион жил и работал в Жювизи. Его обсерватория

стала подлинным научным центром. Сюда приезжали ученые многих стран, здесь делали первые шаги молодые люди, избравшие для себя, как и Фламарион, «звездный путь». На «Популярной астрономии» воспиталось целое поколение астрономов, в том числе и российских.

В обсерватории Жювизи Фламарион много занимался Марсом. Его наблюдения вошли в двухтомный труд «Планета Марс и условия ее обитания»<sup>1</sup>. В «Бюллетене» давались материалы по исследованиям туманностей, падающих звезд, солнечных пятен. Публиковались фотографии комет, солнечных затмений.

По предложению Лаверье Фламарион с 1876 г. стал заниматься двойными звездами. Итоги его наблюдений были опубликованы в 1878 г. в томе «Двойные звезды. Каталог кратных звезд и их движений». С 1876 г. Фламарион давал научные отчеты в Академию наук. Необычайно разнообразна их тематика: влияние света на живое, изучение метеоров, солнечные затмения, статистика дождей в Париже, критика существующих гипотез о происхождении вулканов, кольца Сатурна, реформа календаря, магнетизм Земли... Ведет он также записи о формирующейся весной листве и цветении каштанов, связывая это с солнечной активностью.

Список трудов Фламариона пополняется новыми изданиями. «Что такое небо?», «Астрономия для дам», «Мир до появления человека», «Конец света», «Урания», «Стелла», «Лунный свет» и, наконец, первый том его «Мемуаров». И это еще далеко не все. Можно только поражаться многоплановости его интересов, его неисчерпаемому трудолюбию. В последние годы жизни он большое внимание уделяет вопросу психических явлений, сложности человеческих судеб, разгадке тайны смерти. Этим вопросам, в частности, посвящена написанная им трилогия «Смерть и ее тайна».

Семейная жизнь Фламариона сложилась, когда ему было 32 года. Он женился 10 августа 1874 г. на Сильвии Петюо Гюго. Свадебное путешествие по маршруту Париж — швейцарский город Спа началось 18 августа с ночного полета на аэростате, продолжавшегося около 12 часов. Сильвия Фламарион была инициатором учреждения «Дамского приза», присуждаемого за услуги, оказанные Астрономическому обществу Франции, за научные



Камиль Фламарион в последние годы жизни

работы и содействие прогрессу. Сама она в 1902 г. была удостоена приза Жансена.

Сильвия, перенесшая длительную тяжелую болезнь, скончалась 23 февраля 1919 г. Ее похоронили в фамильном склепе Фламарионов, сооруженном в парке Обсерватории Жювизи.

Овдовевшему Фламариону было уже 77 лет. Заботу о нем взяла на себя работавшая у него секретарем и с ранних лет посвятившая себя астрономии Габриэль Ренодо. Она активно участвовала в работе SAF, особенно в годы войны. 9 сентября 1919 г. она стала женой Камиля Фламариона.

Время шло. В 1922 г. научная общественность торжественно отметила 80-летие Камиля Фламариона, избранного действительным членом многих зарубежных Академий. Он по-прежнему активно работал над рукописями, вел наблюдения в обсерватории.

Теплый и солнечный день 3 июня 1925 г. Камиль Фламарион с утра работает в своем кабинете. Он только что закончил перевод статьи из английского журнала, просмотрел новые фотографии для переиздания «Популярной астрономии». Встал, подошел к открытому окну. Долго любо-

<sup>1</sup> Первый том вышел в 1892 г., второй в 1909 г. Здесь собраны сведения о Марсе с 1636 по 1909 гг.



вался видом долины Сены, вдыхал аромат расцветшей в саду акации и с наслаждением слушал многоголосый хор птиц. «Мое сердце...» — сказал он, и, поблденув, опустился на руки подбежавшей к нему жены.

Фламариона похоронили с большими почестями в фамильном склепе. По его завещанию обсерватория была передана Габриэль. Она стала директором, а также генеральным секретарем Астрономического общества Франции, главным редактором журнала «Астрономия».

Мадам Камиль Фламарион умерла после тяжелой болезни в октябре 1962 г.

Камиль Фламарион прожил на Земле 83 года, 3 месяца и 8 дней. Не раз говорил он, что 26 февраля — день его рождения — не случайная дата в его судьбе. 26 февраля 1745 г. родился первый изобретатель аэростата Этьен Монгольфье, в 1876 г. в тот же день родился выдающийся французский астроном Франсуа Араго, а в 1802 г. — величайший поэт Франции Виктор Гюго. Воздухоплаватель, астроном и поэт! «Поэзия этих трех муз очаровывала меня», — говорил Фламарион. Он сам был воздухо-

плавателем, астрономом и поэтом. Все его научные сочинения пронизаны поэтической прозой.

Двадцатый век широко открыл «потайную дверь», заглянуть за которую так хотел Фламарион. Он обогатил астрономию кажушимися на первый взгляд почти фантастическими сведениями о ближнем и дальнем космосе, о Луне, планетах, Солнце, звездах. Но без прошлого нет настоящего, а без настоящего нет будущего. Неоценим вклад первооткрывателей.

Жизнь продолжается. В обсерватории Жювизи ведется научная работа, экспонаты в музее напоминают о бывшем хозяине этого дома. Успешно продолжает работу Астрономическое общество Франции, регулярно выходит журнал «Астрономия». В книжные магазины поступает очередное издание «Популярной астрономии».

Камиль Фламарион, ученый, донесший не только до своего поколения немеркнущий свет знаний, всегда будет жить в памяти благодарных потомков.

И. В. СТРАЖЕВА-ЯНГЕЛЬ,  
доктор технических наук

## Информация

### Странный астероид

В начале 1991 г. Р. МакНот, работавший на 1,2-метровом шмидтовском телескопе обсерватории Сайдинг-Спринг (Австралия), обнаружил существование неизвестного астероида, получившего наименование 1991 DA.

Новое небесное тело диаметром около 5 км оказалось совершенно необычным: его чрезвычайно вытянутая орбита проходит за Ураном, т. е. примерно в два раза дальше от Солнца, чем у любой другой малой планеты. Но это и не комета, для которой такая орбита

была бы нормальной, т. к. у объекта отсутствовал хвост и кома. Кроме того, «новичок», судя по его составу, обладает каменистым строением.

Если это астероид, то не исключено, что существуют неизвестные пока науке астероидные пояса между орбитами внешних планет — Юпитера и Сатурна, Сатурна и Урана, Урана и Нептуна (Земля и Вселенная, 1988, № 1, с. 62. — *Ред.*).

В начале лета 1991 г. новая малая планета находилась более чем в 300 млн км от Земли и удалялась от нее со скоростью около 16,7 км/с. Полный оборот по орбите 1991DA совершает за 41 год. В северном полушарии Земли астероид, к сожалению, наблюдать нельзя.

Д. Стил из Аделаидского университета (Австралия) считает, что астероид сравнительно молод, его возраст скорее всего от 10 до 100 тыс. лет. Тогда отпадает

предположение, что это ядро «выгоревшей» кометы.

В Солнечной системе известны пока лишь два объекта, сходные с 1991DA. Это открытый в 1920 г. астероид Гидальго (он «обитает» вне пояса астероидов, правда, далеко за орбиту Сатурна не заходит). Эксцентриситет орбиты Гидальго и ее наклонение к плоскости эклиптики значительно меньше, чем у 1991DA. Другое аналогичное тело — Хирон, открытый в 1977 г. и движущийся сейчас к Солнцу. Хирон скорее всего не астероид, а комета (Земля и Вселенная, 1989, № 6, с. 44 — *Ред.*).

Астрономам Южной Европейской обсерватории (Чили) удалось установить, что астероид 1991DA вращается вокруг собственной оси с периодом, составляющим несколько часов.

New Scientist, 1991, 130, 1763

---

## Из истории науки

---

# Д. Д. Максудов и его менисковые системы

Л. Л. СИКОРУК

---

В 1991 г. исполнилось 50 лет со дня изобретения Дмитрием Дмитриевичем Максудовым (1896—1964) его знаменитых менисковых систем и 95 лет со дня рождения этого человека-легенды. Обаяние его было так велико, вклад в науку столь значителен, что его по праву можно считать национальной гордостью.

Когда сегодня любители телескопостроения справедливо жалуются на отсутствие заготовок для зеркал, абразивов и других необходимых для постройки телескопа вещей, они плохо представляют себе, в каких условиях пятнадцатилетний Митя Максудов построил в 1911 г. свой первый 180-миллиметровый, а через несколько лет и 210-миллиметровый рефлекторы. Не было не только заготовок и абразивов, но даже электричества. Испытания своих зеркал юный Максудов делал с помощью керосиновой лампы, заслоненной кусочком фольги с крошечной дырочкой. Света было катастрофически мало: «... явный недостаток света при малых размерах отверстий побуждал меня к поискам путей для повышения яркости теневой картины, и в результате я заменил на своем приборе точечное отверстие щелевидным; это было сделано летом 1921 г.». Максудов не знал, что великий Георг Ричи на три года раньше него применил светящуюся щель.

Д. Д. Максудов начал свою деятельность в Одесском государственном физическом институте. В 1923 г. он провел обширные исследования свойств двухзеркальных оптических систем — разновидностей систем Кассегрена и Грегори. Результатом этой блистательной работы было изобретение **зеркальных апланатических систем** — систем, свободных от аберрации и комы. К несчастью, опубликовать эту работу у нас в стране Максудов смог только в 1932 г., безнадежно уступив первенство открытию апланатической модификации системы Кассегрена французским оптикам Д. У. Ричи и И. Кретьену. В работе Максудова было описано много других

интересных систем, в том числе система английских оптиков-любителей Гориджа Долла и Алана Керкзема.

Консерватизм астрономов-наблюдателей во всем мире — страшный бич для оптиков-теоретиков. У нас в стране этот консерватизм нужно помножить на инструменталь-

ную нищету в предвоенные годы и слепое преклонение перед немецкой оптикой фирмы «Карл Цейсс». Возможно, именно поэтому был построен только один апланатический телескоп Максудова по схеме Дж. Грегори для Ереванской обсерватории. Диаметр главного зеркала этого телескопа 400 мм при относительном отверстии 1:3,2 (относительном отверстии, совершенно недоступном для системы Ричи — Кретьена). Глухие к истории нашей науки, искусства и техники, мы перепахали все до единого старые паровозы, самолеты, трамваи, автомобили и теперь даже для съемок кинофильмов не можем найти во всей стране хотя бы один экземпляр какого-нибудь доисторического мастодонта. Не повезло и этому апланатическому телескопу Максудова. Его зеркало было перешлифовано для обычных фотометрических целей. Еще одна реликвия отечественной оптики погибла навсегда...

На протяжении всей своей жизни Дмитрий Дмитриевич занимался исследованиями в области изготовления и контроля оптических деталей. Особенно значительный вклад он внес в совершенствование теневого метода Леона Фуко. Коньком Максудова стал компенсационный метод контроля крупногабаритной оптики, в котором метод Фуко выступает в самом выгодном свете — оптик видит на исследуемой поверхности «плоский» теневой рельеф.

В предвоенные годы Д. Д. Максудов стал одним из героев драматичной страницы в истории телескопостроения. Еще до революции царское правительство выделило значительную сумму на строительство метрового рефлектора (будущий знаменитый Семейский рефлектор) и 41-дюймово-



Д. Д. Максудов рядом со своим «детищем» — 70-миллиметровым школьным телескопом

го крупнейшего в мире рефрактора. Заказ был выполнен английской фирмой «Грэмб и Парсонс». Но после революции наши эксперты были вынуждены (вероятнее всего, из-за отсутствия средств для оплаты этой грандиозной работы) найти какие-то дефекты в стекле объектива рефрактора и отказаться от заказа. Представители фирмы считали, что эти дефекты вполне допустимы и что многие знаменитые рефракторы имеют еще большие дефекты, мешающие работе. После этого Максудову поручили изготовить аналогичный объектив, но меньшего размера. Д. Д. Максудов с блеском завершил шлифовку и полировку 800-миллиметрового объектива. К сожалению, объектив так и остался объективом, телескопа тогда не построили. Плод труда Д. Д. Максудова был навсегда помещен в музей Пулковской обсерватории.

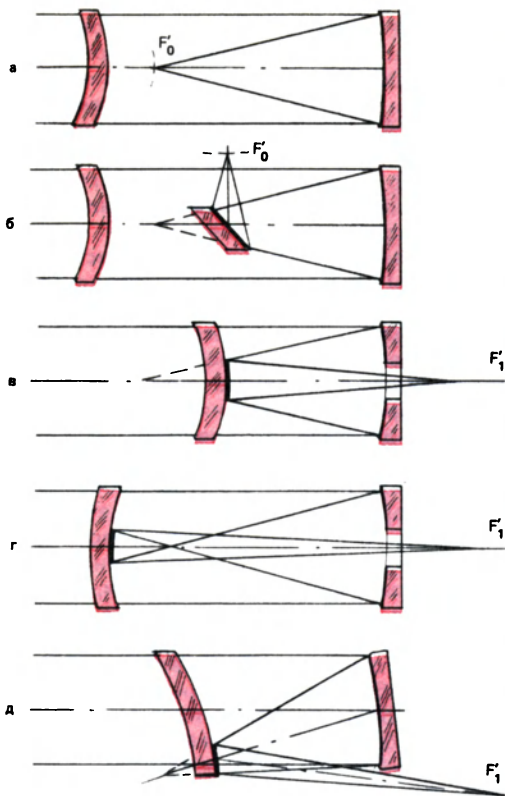
Теперь нам нужно сделать небольшое отступление. В конце августа 1941 г. Максудов вместе с Государственным оптическим институтом эвакуировался из Ленинграда в Йошкар-Олу. Как он писал позже, человек занятой редко имеет возможность несколько дней подряд ничего не делать и фантазировать на интересующие его темы. Такой темой для него был школьный серийный телескоп.

Между 1928 и 1930 годами Максудов сконструировал и наладил в Одессе производство серийного телескопа. Это и был 140-миллиметровый рефлектор системы Ньютона с фокусным расстоянием 1150 мм. Телескоп был установлен на очень компактной монтировке, правда, околополярная область была недоступна наблюдениям. Таких телескопов было выпущено приблизительно 100 штук. Интересно, что главные зеркала для всех телескопов Максудов изготовил собственноручно. К тому времени он был настолько опытен, что без посторонней помощи заканчивал зеркало за два дня. Телескопы давали разрешение в 1" дуги и отчетливо показывали щель Кассини в кольце Сатурна. По тем временам цена телескопа была вполне умеренной и составляла 146 руб. 25 коп. Конечно, для нашей страны сто телескопов — капля в море, и эта история лишь подчеркивает отчаянную попытку неисправимого альтруиста хоть как-то помочь школам и любителям астрономии.

Как и у всякого рефлектора, у этого телескопа были дефекты: его зеркало, покрытое серебром, со временем тускнело, открытая труба способствовала возникновению турбулентности, которая сильно портила изображение. Обойти трудности помогла установка в начале трубы оптического окна, которое сделало трубу герметичной. К тому же окно позволило укрепить на нем оправу вторичного зеркала и обойтись без растяжек.

Еще интереснее телескоп системы Кассегрена. В этом случае окну можно было придать форму выпукло-вогнутого мениска и на внутренней (выпуклой) стороне сделать зеркальной центральную часть. Это «пятнышко» должно выполнять роль вторичного выпуклого зеркала. «Конечно, в этом случае, — рассуждал Максудов, — мениск внесет сильную сферическую aberrацию, но можно так его рассчитать, что он станет безабберационным». «И тут, — вспоминал Максудов, — я чуть-чуть не упустил важного открытия...». Размышляя таким образом несколько часов, Дмитрий Дмитриевич решил, что значительно выгоднее рассчитать мениск так, чтобы его **положительная сферическая aberrация компенсировала отрицательную aberrацию сферических зеркал**. Хроматизм такого мениска был ничтожно мал, а при удачном расположении его относительно зеркала сводилась к нулю и кома. Это эпохальное открытие было сделано Д. Д. Максудовым в вагоне поезда, увозившего его из Ленинграда в эвакуацию.

Первым воплощением этой идеи стал 100-миллиметровый менисковый телескоп



Схемы менисковых аналогов различных систем. а) Система «мениск — зеркало», б) «Ньютон», в) «Кассегрен», г) «Грегори», д) брахит



500-миллиметровый фотографический телескоп системы Максутова, установленный в Астрофизическом институте имени В. Г. Фесенкова АН КазССР (Алма-Ата)

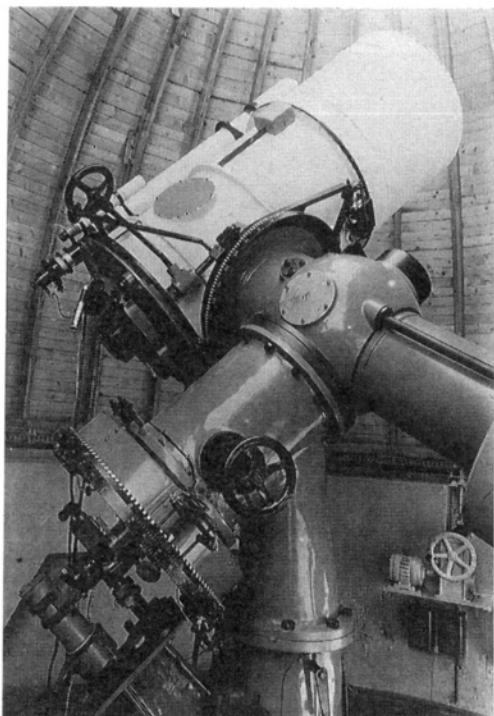
системы Грегори. Он давал прямые изображения, и такой телескоп во время войны можно было бы использовать во многих «земных» приборах.

Сразу после войны в Ленинграде, а потом в Новосибирске, Максутову удалось наладить серийный выпуск знаменитых 70-миллиметровых менисковых «кассегренов» на азимутальной монтировке. Увеличение телескопа сначала было  $50^\circ$ , а позже  $25^\circ$  и  $75^\circ$ . Его цена — 50 рублей — сегодня кажется просто фантастически низкой. Впрочем, и в те времена телескоп считался слишком дешевым и совершенно не рентабельным для завода, но авторитет Максутова был так велик, что ему удавалось удерживать цену на этом уровне. В 50-е годы в редком кабинете физики не красовался этот оптико-механический шедевр. Я хорошо помню восторг, который вызывал этот необычайно компактный телескоп с прекрасными по качеству изображениями. К сожалению, вскоре после смерти Дмитрия Дмитриевича производство телескопов было прекращено.

К сожалению многочисленные популяризаторы, не имеющие прямого отношения к телескопостроению, преувеличили простоту изготовления оптики менисковых телескопов с полностью сферическими поверхностями. Уже при диаметре 150 мм полностью сферические поверхности возможны только при относительном отверстии  $1/25$ . При относительных отверстиях  $1/15$  и тем более  $1/10$  одна из поверхностей должна быть асферичной. Правда, если центральную часть мениска, где расположено вторичное зеркало, отшлифовать до радиуса, отличающегося от радиуса кривизны мениска (т. е. ввести четвертый параметр), то можно обойтись только сферическими поверхностями даже при относительном отверстии  $1/8$ . Но это довольно сложное дело.

Вообще нужно помнить о чрезвычайно жестких требованиях к изготовлению мениска, а также к юстировке телескопа. Поэтому менисковые телескопы малых размеров рентабельны только в большой серии. Именно поэтому у нас в стране за 50 лет руками любителей построено всего





500-миллиметровый планетный телескоп системы Максудова (Крымская астрофизическая обсерватория)

3—4 удачных менисковых телескопа. Правда, в США, в рамках их национального «Максудов-клуба», построено значительно больше менисковых «кассегренов», «ньютон», «шмидтов».

После войны для астроклиматических исследований у нас в стране было выпущено около сотни 200-миллиметровых «кассегренов» Максудова на вилочной монтировке без часового механизма. В 1951 г. я впервые увидел этот телескоп на астрономической площадке Московского планетария. Поражало качество изображения даже при увеличении  $600\times$ . Чуть позже выпустили еще одну небольшую серию 200-миллиметровых «кассегренов» на немецкой монтировке с гиревым часовым приводом.

Тогда же был построен 500-миллиметровый телескоп по схеме «мениск-зеркало». Его фокусное расстояние — 1200 мм и относительное отверстие —  $1/2,4$ . Телескоп установлен в Алма-Атинской обсерватории, и в первые же годы на нем были получены фотографии невиданного до той поры качества. Другой 500-миллиметровый телескоп для исследований Луны и планет был построен по схеме Кассегрена и установлен

в Крымской обсерватории. Крупнейшими стали 700-миллиметровые менисковые телескопы для Абастуманской обсерватории и Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга. Незадолго до смерти Дмитрия Дмитриевича в чилийских Андах был установлен двухменисковый астрограф исключительно высокого качества. Чилийские астрономы говорили: «Это не только лучший телескоп на земном шаре, но и в ближайших окрестностях Галактики!» Максудов знал о результатах, полученных на этом телескопе, и остался очень доволен им. Но в его голове бродила новая идея: вместо одного из двух менисков недалеко от фокуса установить малый корректор и без снижения качества сделать телескоп дешевле. Этот человек никогда не мог остановиться! Непрерывное движение мысли стало нормой его существования.

Но вернемся к 800-миллиметровому объективу, о котором рассказывалось в начале статьи. «Преимущества менисковых телескопов перед рефракторами,— писал в 1946 г. Максудов,— настолько велики и очевидны, что, несмотря на 90-процентную готовность Пулковского 32-дюймового объектива, выгоднее сейчас же начать проектирование и изготовление его менискового аналога, а линзовый объектив закончить для водворения в музей в память о более чем десятилетних работах по его осуществлению». Сегодня среди старинных инструментов и портретов классиков астрономии посетители Пулковской обсерватории могут увидеть этот объектив столь печальной судьбы. Надо ли говорить о том, что именно эта история и служит концом эры больших рефракторов.

Интересно, что идея менисковых телескопов пришла одновременно сразу нескольким исследователям, а финский оптик Вайсала предложил их еще в 1940 г. Но вклад Максудова в изучение этих систем так велик, что не только у нас в стране, но и во всем мире они носят его имя, а сам он едва ли не самый популярный оптик-астроном середины нашего столетия.

У Д. Д. Максудова не было диплома об окончании университета, тем не менее он стал членом-корреспондентом Академии наук СССР и дважды лауреатом Государственной премии.

В 1964 г. сердце шестидесятивосьмилетнего Дмитрия Дмитриевича навсегда остановилось. Он похоронен на Пулковском кладбище. В его квартире давно живут другие люди. И к величайшему нашему стыду, сегодня, кроме его научных трудов и собственноручно изготовленной оптики, ничего не осталось, что могло бы напомнить нам о жизни этого замечательного человека.

---

## Гипотезы, дискуссии, предложения

---

# Землетрясения на континентах

Ю. М. САРКИСОВ,  
кандидат геолого-минералогических наук  
Всесоюзный научно-исследовательский институт геофизических  
методов разведки  
И. С. ВОЛЬВОВСКИЙ,  
доктор геолого-минералогических наук  
Институт физики Земли РАН

---

### ПОДВИЖНЫЕ ГЛЫБЫ ВНУТРИ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Опираясь на сейсмические материалы и привлекая другие геофизические, геологические и геохимические данные, мы обнаружили не известную ранее особенность земной коры. Кора континентов, сформированная в раннем докембрии (более 600 млн лет назад) в основном за счет химической дифференциации магматических расплавов, никогда в последующем не теряла своих континентальных свойств. Но она постепенно утолщалась за счет внедрения в нее пластического вещества из верхней мантии. Вещество растекалось под жестким гранитогнейсовым покровом и в конечном счете между ним и твердым гранулитобазитовым основанием коры повсеместно образовался **слой пластичных серпентинизированных (обводненных) ультрабазитов** (Земля и Вселенная, 1991, № 4, с. 14.—Ред.).

Есть еще одно важное свойство континентальной коры, также ускользавшее раньше из поля зрения исследователей. По данным

---

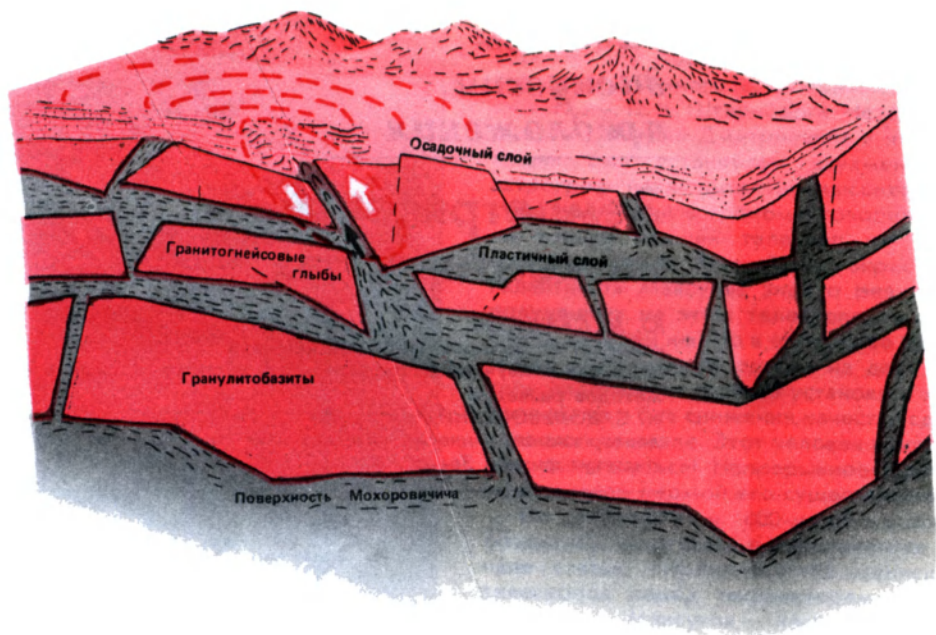
**С геологической точки зрения, землетрясения связаны с тем, что на разных глубинах земной коры в горных породах в результате тектонических движений возникают, накапливаются, а затем импульсно разряжаются напряжения. Самую распространенную сейчас версию о причинах землетрясений дает новая глобальная тектоника: сейсмические толчки происходят на границах сталкивающихся гигантских литосферных плит. При таком столкновении возникают землетрясения, очаг которых лежит глубоко в недрах.**

**Однако нередко разрушительные землетрясения происходят отнюдь не на границах плит, а в их тыловых частях, обычно это толчки с малой глубиной очаговых зон. Подобные землетрясения, с позиций тектоники плит, являют собой некий парадокс. Но парадокс ли это! Скорее всего источник землетрясений внутри континентов связан не с дрейфом плит, а с особым строением и развитием континентальной земной коры.**

---

сейсмических измерений — и в складчатых областях, и на платформах — в гранитогнейсовой и гранулитобазитовой частях земной коры отчетливо фиксируются наклонные и вертикальные зоны, внутри которых полностью отсутствуют регулярные сейсмические колебания. Зоны довольно широкие, как бы раздутые, своеобразно расположенные в толще коры. Их, вероятно, правильнее было бы отождествлять не с глубинными разломами, а с **каналами-брешиами**, тем более, что они непосредственно связаны со слоем серпентинизированных ультрабазитов и как бы питают его снизу и разгружают вверх. При такой структуре континентальной коры ее гранитогнейсовый покров и гранулитобазитовое основание, естественно, уже нельзя рассматривать как тектонические слои — это скорее различные по объему и автономные по своей мобильности **глыбовые формы**.

Такое строение континентальной коры позволяет с новых позиций решать проблему природы малоглубинных землетрясений. В качестве наиболее яркого примера



рассмотрим Спитакское кастрофическое землетрясение 1988 г. В районе землетрясения позднее провели специальный комплекс геологических, геофизических и геохимических исследований. Наблюдения выполнялись по двум пересекающимся сейсмическим профилям: субширотному Армаш-Ахалцихе, проходившему к западу от главного эпицентра землетрясения, и субмеридиональному Ленинакан-Атан — он проходил прямо через эпицентр.

В районе первого профиля выходящая на поверхность часть геологического разреза представлена главным образом магматическими породами и туфами различного состава с возрастом не древнее 150 млн лет. Лишь на отдельных участках там развиты более древние породы осадочного чехла. Обнаженную часть разреза вдоль второго сейсмического профиля составляют исключительно магматические породы и туфы среднего и кислого состава не древнее 70 млн лет.

Совместный анализ наблю-

Схематический разрез земной коры в районе Спитакского землетрясения. Белые стрелки указывают направление движения гранитогнейсовых глыб, черная стрелка — движение внедряющихся по каналам-брешам пород пластичного слоя. Пунктирными линиями показаны изосейсты (линии одинаковой сотрясаемости)

дений на этих двух профилях показал, что 2—3-километровый по толщине осадочно-магматический комплекс Армянского нагорья залегает отнюдь не на сплошном, как это традиционно считалось, «гранитном» слое, а на его разорванных фрагментах-глыбах. И разорваны они субвертикальными межблоковыми каналами-брешами, которые, уходя в глубь коры, заканчиваются на горизонте порядка 10 км в пластичном слое серпентинизированных ультрабазитов. Именно благодаря структурному соотношению между гранитогнейсовыми глыбами и разобщающим их серпентинит-ультрабазитовым материалом в верхней части земной коры Армянского нагорья широко

развиты смешанные по составу магматические породы.

Гранитогнейсовые глыбы (их размеры определяются по сейсмическим данным) — это всего лишь остаточные глыбы. Часть их первоначальной массы была расплавлена и вынесена на поверхность при контакте с ультрабазитами — пластичными диапирами, но при этом нагретыми до высоких температур. Проплавленные и раздробленные гранитогнейсовые глыбы потеряли не только часть собственной массы. Они потеряли и прочные связи со своим прежним гранулитобазитовым основанием и приобрели способность автономно двигаться по горизонтали и вертикали среди менее вязких серпентинизированных ультрабазитов (играющих роль смазки) и пород осадочного чехла.

Все это дает основание считать, что жесткие гранитогнейсовые глыбы и служат главным субъектом сейсмичности (сотрясаемости) Армянского нагорья. Только эти локализованные в пространстве жесткие монолиты способны к импульсному отра-

жению потока сейсмической энергии, идущего от очаговых зон. Естественно, что степень сотрясаемости глыб зависит от их размера и массы, а также от интенсивности приходящей сейсмической энергии.

## ИСТОЧНИК МАЛОГЛУБИННЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Изучение сейсмических разрезов земной коры Армянского нагорья проливает свет и на саму причину сейсмичности континентальной коры, позволяет понять, как формируются в ней гипоцентральные очаговые зоны. Сейсмическую активность верхней части континентальной коры скорее всего вызывают внедрившиеся сюда из пластичного слоя диапиры серпентинизированных ультрабазитов.

Вывод этот наглядно подтверждают данные геофизических и геохимических исследований, а также сам характер поверхностного проявления Спитакского землетрясения. Сейсмический разрез по профилю, проходящему через эпицентральную зону, показывает: расположенная на глубине 5—10 км очаговая зона главного толчка и главного афтершока (последующего толчка) приурочена не к Котнаджурской и не к Спитакской гранитогнейсовым глыбам, а к разделяющему их субвертикальному каналу шириной 5—6 км, который восходит из пластичного слоя коры.

С геодинамической точки зрения, это дает основание полагать, что формирование в континентальной коре относительно неглубоких очагов накопления и последующей импульсной разрядки напряжений (Спитакское землетрясение имело очаг по существу вблизи земной поверхности) связано с диапировым воздействием ульт-

рабазитов на гранитогнейсовый «панцирь», который в результате такого воздействия распадается на отдельные автономно сотрясаемые глыбы. Кульминацией распада служит полная декомпрессия (резкое падение давления) ультрабазитовых диапировых штоков и как следствие этого — образование в гранитогнейсовой и осадочной частях коры открытых каналов-рифтов, по которым идет рассеянная энергия из очаговых зон.

Вообще говоря, мы не видим каких-либо принципиальных различий между физико-геологической природой мелкофокусной сейсмичности континентальной коры и сейсмичности на срединно-океанических хребтах: в обоих случаях действует один и тот же механизм подъема глубинного вещества и взрывного (импульсного) растяжения этим веществом того или иного слоя коры. Что такой механизм действительно существует, говорят и данные наблюдений за режимом подземных вод в Малокавказском сейсмогенном регионе. Так, в сети скважин в районе будущего эпицентра Спитакского землетрясения с августа 1988 г. (за несколько месяцев до катастрофического толчка) отмечалось резкое понижение уровня колебаний подземных вод и полное их прекращение за 9 дней до события. В то же время концентрация радона в подпочвах заметно увеличилась. Проведенная здесь гелиевая съемка также показала рост содержания этого газа в подземных водах, причем максимальное возрастание наблюдалось именно на тех участках сейсмических профилей, которые мы интерпретировали как открытые межглыбовые каналы-рифты. **Магнитотеллурическое зондирование** тоже зафиксировало в районе Спитакского эпицентра трубообразно уходящую вглубь зону повы-

шенной электрической проводимости пород, которая на глубине 10—20 км сливается со своим источником — электропроводящим слоем внутри коры.

Все это, равно как и широкое развитие на Армянском нагорье вулканогенных образований мезозоя и кайнозоя, говорит о том, что здесь земная кора (по крайней мере, ее верхняя гранитогнейсовая часть) находится в условиях растяжения. И причиной тому служат все те же ультрабазиты, которые импульсно выходя в виде диапиров из слоя серпентинизированных ультрабазитов средней коры, упорно стремятся столь же импульсно расширить гранитогнейсовое пространство верхней коры, вызывая тем самым землетрясения.

Используя прием доказательства от противного, приведем любопытную информацию — ее сообщили сотрудники Сахалинского комплексного научно-исследовательского института ДВНЦ АН СССР К. С. Сергеев, М. И. Василенко и С. Б. Сапрыкин. «Весной 1979 г. на Курильских островах был зафиксирован резкий подъем уровня воды в артезианских скважинах. Волна подъема уже через сутки дошла до Южного Сахалина, и там произошло извержение молчавшего почти 20 лет грязевого вулкана. Налицо было сжатие недр, которыми воды выдавливались наверх. Это событие положило начало ряду аномальных явлений, которые продолжались на Сахалине в течение трех последующих лет. Подобное сжатие недр отмечалось в этот период и на острове Хоккайдо, в Японии. Там же обнаружили, что в это время резко изменился наклон земной коры — с юго-восточного на западный». Все эти события связывали с пододвиганием Тихоокеанской литосферной плиты под соседнюю Евразийскую. Подтвер-



дилось это и тем, что одновременно на противоположной стороне Тихоокеанской плиты, в зоне разлома Сан-Андреас (Северная Америка), отмечались напряжения, характерные для движения плит. На Евразийской же плите волну удалось проследить от Дальнего Востока до Западной Европы. Продолжаем цитату далее: «Открытие в литосфере этого возбуждения волн сжатия совпадает с уменьшением примерно в десять раз силы землетрясений, нередко потрясающих Сахалин, Курилы и Японские острова».

Ключевой момент для наших рассуждений здесь именно последняя фраза приведенной цитаты. Если это действительно так, если волны сжатия уменьшили силу землетрясений, то, значит, мощные горизонтальные силы сжатия явно превосходили энергию диапирового подъема ультрабазитов в верхнюю часть коры Дальневосточного сейсмического региона. И преобладали эти силы (что вылилось в катастрофические землетрясения при растяжении коры) либо в результате ослабления самого горизонтального стресса, либо в связи с превышающим этот стресс наращиванием потенциала восходящей энергии самих ультрабазитов. Впрочем, возможно, что суммарно действовали и оба эти эффекта. Не менее интересна для рассматриваемой проблемы информация, полученная по другую сторону Тихого океана — на западном побережье Северной Америки. Здесь в рамках программы континентального научного бурения в 1986—1988 гг. была пробурена скважина Кахон-Пасс — в 4 км от разлома Сан-Андреас, где, как известно, происходят землетрясения с малой глубиной очагов (не более 8—10 км), но довольно сильные, достигающие 9—10 баллов. Сква-

жина, остановленная на глубине 3510 м, вскрыла под покровом аркозных песчаников и конгломератов мощный комплекс гранитов, гранодиоритов, гнейсов и мигматитов. Проведенные в скважине исследования выявили ряд парадоксов — они ставят под сомнение некоторые сложившиеся представления о механизме тектонических движений по разлому Сан-Андреас. Оказалось, что ни осадочные породы, ни гранитоидные интрузии, ни метаморфические породы фундамента не несут в себе никаких признаков горизонтального стресса, параллельного плоскости разлома Сан-Андреас. При этом ориентировка трещин по всему стволу скважины Кахон-Пасс не зависит ни от современных поля напряжений, ни от генерального простирания и падения разлома.

Неожиданными выглядят и данные о тепловом потоке: величина его оказалась в скважине низкой и к тому же постоянной от самого ее устья и вплоть до забоя. Больше того, не обнаружено ни малейших признаков кондуктивного переноса тепла, что еще раз подтвердило вывод, что генерация тепла по разлому Сан-Андреас вообще не происходит (вывод был сделан из информации, полученной здесь ранее и на поверхности, и в мелких скважинах).

Все эти факты убеждают в следующем. В горнопородных массах по обе стороны от разлома Сан-Андреас и в самом разломе идет процесс накопления и сейсмогенной разрядки напряжений, причем идет отнюдь не в условиях сжатия. Эти массы потому и «холодные», что между ними, т. е. в створ разлома Сан-Андреас, внедряется ультрабазитовая «смазка», которая и сводит на нет силы трения при сдвиге, а, значит, и продуцируемое ими тепло.

Но вернемся еще раз к Спитакскому землетрясению. Региональная сейсмическая служба Кавказа и Центральная сейсмологическая обсерватория «Обнинск» установили, что после главного Спитакского толчка и спустя несколько минут после следовавшего за ним афтершока начали возникать сотни более слабых афтершоков — их эпицентры группировались на ограниченной площади (50×12 км) вокруг Спитакской очаговой зоны. Как показывают сейсмические разрезы, на тех участках профилей, которые пересекают вдоль и поперек афтершоковую область, в земной коре существуют совершенно изолированные друг от друга и не слишком мощные гранитогнейсовые глыбы. Это показывает, что афтершоки скорее всего отражают долговременную ответную реакцию среды там, где она представлена компонентами, способными к инерциально-резонансным колебаниям. Такими компонентами и служат жесткие гранитогнейсовые глыбы, как бы плавающие в слое пластичных ультрабазитов и имеющие с ними ослабленные силы сцепления.

Подобную структуру земной коры подтверждают экспериментальные наблюдения в Гармском сейсмопрогностическом полигоне Таджикистан. Там во время светодальнометрических измерений произошло землетрясение умеренной магнитуды и сразу же после него сеть ближайших сейсмологических станций зарегистрировала 40-минутные медленные (низкочастотные) колебания. Эти остаточные колебания земной коры, как показали расчеты, могли возникнуть лишь при локальном сосредоточении колеблющихся масс в виде системы блоков мощностью не более 10—15 км.

## ЦУНАМИ В ЗЕМНЫХ НЕДРАХ?

Глубинные сейсмические исследования на Армянском нагорье позволяют высказать ряд совершенно новых суждений и о характере **передачи сейсмогенных движений от очаговой зоны землетрясения в приповерхностную область**. Эта передача происходит, по-видимому, не по принципу прямого действия, а через «посредника», в качестве которого служат жесткие глыбы гранитогнейсового фундамента. Принимая основной удар на себя, они сотрясаются в зависимости от своего объема, строения и соотношения с разделяющими их каналами внедрения ультрабазитовых диапиров, формируя тем самым в приповерхностных слоях многочисленные вторичные нарушения — сбросы и взбросы, сдвиги и раздвиги, а также оползни и обвалы. Здесь реализуется своеобразный процесс, напоминающий цу-

нами в океане, когда волна, вызванная землетрясением на морском дне, распространяется на большие расстояния. Конечно, нельзя говорить о полной аналогии с цунами: сейсмогенные события в верхней части континентальной коры определяются и иными, чем в океане, упругими свойствами среды, и существующим в ней (в отличие от водной толщи) структурно-вещественным разнообразием. Но во всяком случае думать, что те или иные нарушения на поверхности напрямую вызваны действием самой очаговой зоны, было бы серьезной ошибкой при прогнозе землетрясений.

Итак, что же брать за основу при решении проблемы прогноза сейсмической активности континентальной коры, в частности мелкофокусных землетрясений внутри континентов? По нашим представлениям, приоритет здесь принадлежит системе: слой пластичных серпентини-

зированных ультрабазитов и «впаянные» в него жесткие гранитогнейсовые глыбы. Эффективность же использования различных предвестников землетрясений в основном зависит от характера соотношений и пространственного положения жестких гранитогнейсовых глыб и разделяющих их каналов-диапиров серпентинизированных ультрабазитов. Поэтому сеть наблюдательной аппаратуры, исследовательских скважин, а возможно, и специальных вольтеров с животными, реагирующими на возмущения тех или иных геофизических полей, следует размещать исключительно в пределах ультрабазитовых каналов-диапиров. Именно они (а не разломы земной коры, как это принято считать) скорее всего послужат индикатором того, куда и с какой силой будут распространяться импульсы сейсмической энергии от землетрясения.

## Информация

### Оптический предвестник землетрясения!

Геофизики Абастуманской астрофизической обсерватории АН Грузии Т. И. Торшелидзе и Л. М. Фишкова три года назад сообщили об удивительном факте: за несколько часов до главного толчка землетрясения в атмосфере над эпицентром на высоте около 100 км возрастает интенсивность излучения атомарного

кислорода в линии 557,7 нм. Если расстояние от места наблюдения до эпицентра не превышает 200 км, а магнитуда предстоящего толчка около 4, то оптический предвестник землетрясения удастся зарегистрировать в 70 % случаев.

В недавней публикации\* (совместно с С. П. Чилингаровши) грузинские ученые сообщили о новом подтверждении своего открытия. В ночь с 21 на 22 сентября 1990 г. им удалось зафиксировать двукратное возрастание свечения в линии 557,7 нм в направлении Дагестана. Утром 22 сентября там действительно произошло зем-

трясение с магнитудой 6. Ученые считают, что механизм возбуждения верхних слоев атмосферы перед землетрясением связан с распространением вверх из очага готовящегося землетрясения инфразвуковых волн (они возникают из-за лавинообразного увеличения числа микротрещин в земной коре перед главным толчком).

К сожалению, на одной станции наблюдения не удастся точно локализовать район предстоящего землетрясения. Если бы на Кавказе было две-три станции наблюдений за свечением ночного неба, то можно было бы значительно точнее пеленговать потенциально опасные области сейсмической активности.

\* Астрономический циркуляр, 1991, № 1548, с. 39.

# Экологическое образование

## Научные чтения школьников

Город Троицк Московской области по праву можно назвать городом ученых. Здесь семь академических и ведомственных институтов, и на их базе планируется создать международный Экотехнополис с одноименным акционерным обществом и статусом свободной зоны. Не случайно именно в Троицке возникла идея возрождения научных школ, поиска талантов среди учащихся самого раннего возраста. И именно здесь на базе Троицкого Центра информатики и профориентации «Байтик» филиала Института атомной энергии им. И. В. Курчатова в прошлом году состоялась международная конференция «Применение новых компьютерных технологий в образовании» (инициаторами конференции были учителя из штата Калифорния в США и преподаватели ЦИ «Байтик»).

В 1991 г. в Троицке удалось организовать X научные чтения школьников. И хотя с каждым годом на подобные чтения из разных регионов страны приезжает все меньше и меньше участников, мы все же надеемся выжить.

Тематика последних чтений была самой разнообразной, но основной акцент был сделан на экологию. Школьники с интересом слушали доклады по геологии, биологии, астрономии, обсуждали проблемы экологии и использования компьютеров в обработке научной информации. Открылись чтения докладом автора данной статьи «Нетрадиционные вопросы к традиционному прогрессу цивилизации», в котором рассматривались некоторые проблемы, возникающие в связи с широким использованием компьютерной техники. Девятиклассник из Троицка Марк Деминов сделал доклад «Человек, эволюция его сознания к коллективному разуму», в котором привел интересные данные, полученные при компьютерной обработке данных о росте численности человечества.

Доклад Сергея Мигеева (10 класс, Троицк) «Грязевые вулканы Керченско-Таманской гряды» был посвящен существующей ныне классификации типов вулканов. С точки зрения автора, она в значительной

степени умозрительна и надумана, в ней отсутствуют систематический анализ данных, и сегодня невозможно применять к ним богатейший опыт изучения лавовых вулканов. Тему продолжили Миша Акулов и Толя Жердев (Троицк). В своем докладе «О результатах комплексного изучения грязевых вулканов» они рассказали о радио-, термо- и магнитометрии, биолокации, бурении ручных скважин и шурфовке, отборе проб воды, газа (в том числе и на изотопы гелия), минералогическом опробовании с дальнейшей обработкой результатов на ПЭВМ.

На чтениях выступили и младшие школьники из экологического лицея, ныне уже не работающего. Марина Козлинская и Марина Солодухина сделали доклад: «О солнечном затмении на Кольском полуострове и Соловецких островах», в котором показали свой по-настоящему глубокий интерес к науке.

«На уровне» оказались и ребята из Малой академии наук Севастополя. Доклады «Фосфаты, нитриты и кислород в поверхностной пленке и воде бухт Севастополя», «Экологическое состояние почв поселка Кача», «Влияние антропогенного загрязнения на сукцессии морских планктонных водорослей в севавтопольских бухтах» сделаны школьниками В. Губановым, Д. Колесниченко, А. Валиулиной, О. Радиковой, Н. Шамшаевой, В. Гринько, Л. Осипенко, С. Хомич, П. Удод. Руководят этими ребятами кандидат биологических наук Д. К. Курпаткина, И. Б. Подольских и энтузиаст-общественник О. В. Васильева. Нужно отметить, что наблюдения и эксперименты школьников, кроме несомненной пользы в приобретении необходимых навыков, могут иметь и научное значение.

Давние наши друзья из Нижнего Новгорода — юные астрономы вместе с их постоянным руководителем А. П. Порошиным — представили три доклада: «Исследование результатов наблюдений лунных покрытий» (Ю. Чернышев), «Результаты наблюдений полного солнечного затмения 22 июля 1990 г.» (М. Ховричев), «Наблюдения противостояния Марса 1990» (С. Шиндяков). Эта



Группа школьников г. Троицка и студентов МИФИ перед отъездом в геологическую экспедицию, июль 1990 г.



Подготовка к магнитной съемке (грязевой вулкан Северо-Ахтанизовский, Северный Кавказ, 1990 г.)

астрономическая группа — член старейшего Российского астрономического общества, недавно отметившего свой столетний юбилей (Земля и Вселенная, 1988, № 6, с. 61.— Ред.).

Новичками на чтениях были волгоградцы под руководством кандидата биологических наук Ю. П. Мухина. Их доклады «Пчелы-мегахалиды и их использование для опыления» (Н. Ромашкин, 8 класс), «Итоги инвентаризации бабочек, собранных юннатами Волгоградской области» (О. Пермякова, 9 класс) и «Фауна, экология и поведение стрекоз Волгоградской области» (Е. Ситникова) привлекли внимание профессиональной компоновкой материала, к тому же ребята составили список насекомых из нескольких сотен названий, причем на латыни.

Из Петропавловска-Камчатского приехал десятиклассник Руслан Силко. Он, как и на прошлых чтениях, с влнением говорил об экологическом состоянии: южной Камчатки, демонстрировал слайды.

Жаль, что на последние научные чтения школьников не приехали представители Таллинна и Еревана. Думается, что несмот-



Идет топографическая съемка (Яхрома, Московской обл., 1988 г.). Работы проводились совместно с экспедицией Всесоюзного гидрогеологического института

ря на бурные социальные события в стране школьникам необходимо встречаться.

На чтениях состоялась презентация первого в нашем городе Ученического научно-производственного предприятия «Интеллект». Это еще одна попытка обратить на



себя внимание, попытка самим зарабатывать. Наше предприятие могло бы стать прибыльным: сегодня открыто объединение клубов по интересам, в его структуре работают клубы «Овчарки» и «Московской сторожевой», бизнес-клуб «Брокер». Предполагается открыть также клубы и других пород собак и прочих домашних животных. В плане у нас оказание услуг населению по уходу за животными, содержанию животных во время отпусков их хозяев. Но нужны средства на постройку питомника.

Немало мы могли бы сделать и для науки. Обладая комплексом оригинальной аппаратуры, мы могли бы образовать временные творческие коллективы и взять на себя выполнение исследований, которыми по тем или иным причинам не занимаются специальные институты (например, мы могли бы заняться методологией экспериментального моделирования процессов в открытых, закрытых и циркуляционных системах).

## Информация

### «Дыра» в центре Галактики

В течение нескольких лет астрономы наблюдают поток гамма-излучения с энергией фотонов 511 кэВ от галактического центра. Такие фотоны возникают при аннигиляции электронов и их античастиц — позитронов.

Многие астрофизики-теоретики предполагали, что в генерации таких позитронов «замешана» весьма массивная черная дыра, расположенная в галактическом центре. Однако, недавно приборы, установленные на советском ИСЗ «Гранат», определили, что источником гамма-излучения служит некий рентгеновский объект, находящийся в 400 с. г. от центра Галактики. Сам же центр характеризуется лишь очень слабым (хотя и необычным) источником радиоизлучения.

Теперь же астрофизики обсерватории «Меррей-Хилл» (США) обнаружили, что объект, излучающий как в рентгеновском, так и в гамма-диапазоне лежит в центре плотного облака межзвездного газа и пыли. Это облако имеет массу, равную приблизительно 100 тыс. масс Солнца, а его плотность в 10 тыс. раз превышает среднюю для всего межзвездного пространства и составляет  $10^3$  —  $10^1$  атомов/см<sup>2</sup>.

Очевидно, что будущее естественных наук, а особенно геологических, связано с экспериментом. Привлекая ведущих ученых, создавая различные ассоциации, мы воспитали бы по окончании школы первоклассных лаборантов (обратите внимание на комплекс работ, проводимых нами на грязевых вулканах).

На все это нужны средства, и их необходимо вкладывать, ведь речь идет о будущем отечественной науки. Мы обращаемся к спонсорам в надежде на их помощь. Наш расчетный счет № 609532 в Промкомбанке, Подольск Московской области, МФО 211554. Для предложений: 142092 Троицк, Московской, мкр. «В», 7/65, телефон 334-08-20 (по четвергам с 16 до 20 час).

В. А. ИЛЬИН,  
кандидат геолого-минералогических наук,

генеральный директор  
Ученического научно-производственного  
предприятия «Интеллект»

Исследователи считают, что если относительно небольшой «черной дыре», превышающей массу Солнца лишь в несколько раз, пришлось проходить сквозь это облако, она могла воздействовать на концентрацию газов таким образом, что оно начало генерировать позитроны в количестве, достаточном для наблюдаемого гамма-излучения. Подобная «черная дыра» могла остаться здесь после нередкого в природе взрыва Сверхновой звезды.

Таким образом, гипотезу, согласно которой вблизи центра нашей Галактики расположена сверхтяжелая «черная дыра» с массой более 3 млн солнечных масс, можно считать серьезно пошатнувшейся.

New Scientist, 1991, 130, 1770

### Пульсар, «пожирающий» ближнего своего

Группа астрономов, возглавляемая Э. Дж. Лайном (Великобритания), обнаружила вблизи центра Млечного Пути быстровращающуюся нейтронную звезду. Ее пульсирующее радиоизлучение достигает Землю 86 раз в секунду. Пульсару, находящемуся в пределах шарового скопления Терциан 5, присвоено наименование PSR 1744—24 А. По несколько раз в неделю радиосигнал от этого источника исчезает на 6 часов.

Это второй ставший известным науке двойной пульсар. Первый из них, открытый двумя годами ранее, находится примерно в 3 тыс. св. лет от нас. Его период около 1,6 мс. Отличительная особенность этих двух пульсаров: оба они, по-видимому, «пожирают» своих невидимых для нас спутников. Очевидно, пульсары излучают такое количество энергии, что ее хватает на разогрев поверхности звезды-спутника. При этом образуется вихрь, способный вызывать «затмение» радиоизлучения быстровращающегося пульсара. Масса же спутника при этом уменьшается.

Период колебаний излучения «новичка» указывает на то, что он находится на иной (вероятно, более ранней) стадии своего развития, чем первый двойной пульсар. Скорее всего, спутник достаточно велик, чтобы пульсар мог временами «выхватывать» из него большое количество газа, которое затем в виде облака начинает независимо обращаться вокруг пульсара и временами перекрывает собой его излучение.

Такое газовое облако, подходя близко к пульсару, вторгается в его магнитное поле, вызывая вспышки рентгеновского излучения.

Nature, 1990, 347, 6294  
Science News, 1990, 138, 17

## НАУЧНАЯ ЭЛИТА СТРАНЫ: КТО ЕСТЬ КТО

Издательство «Наука» и журналистское агентство «Гласность» при Конфедерации союзов журналистов приступили к изданию четырехтомного справочника «Научная элита страны: кто есть кто!» Первый том посвящен академикам и членам-корреспондентам Российской академии наук. В него входят подробные справки о крупнейших деятелях советской науки: жизненный путь, главные направления научных исследований, основные труды, награды и почетные звания, увлечения, адреса и телефоны.

Во втором томе будут представлены отраслевые академии наук, в третьем — республиканские, а в четвертый войдут крупнейшие научно-исследовательские учреждения страны и вузы и их ведущие научные кадры. Подписчик в итоге получит справочную библиотеку, подобной которой у нас еще никогда не было.

**Первый том выйдет в первом полугодии 1992 г. Цена — договорная. Желающих приобрести его просим направить заказ по указанному ниже адресу:**

\_\_\_\_\_ отрезной талон  
123242, пл. Восстания, 1, а/я 371  
Журналистскому агентству «Гласность»

**ЗАКАЗ**

\_\_\_\_\_ просит ВАС

(наименование организации)

выслать в наш адрес \_\_\_\_\_

(полный адрес)

справочник «Научная элита»

в количестве \_\_\_\_\_ экземпляров.

Деньги в сумме \_\_\_\_\_ руб. переведены на ваш р/с № 4461461  
в Коммерческом банке «Пресня-банк» г. Москвы, МФО 201144

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 1992 г.

Копия платежного поручения прилагается.

Распорядитель кредитов

Гл. бухгалтер

М. П.

# Встреча советских и американских преподавателей

О. К. УХОВА,  
доцент  
Санкт-Петербург

---

С 31 июля по 5 августа 1991 г. в Москве состоялась советско-американская конференция преподавателей естественнонаучных дисциплин. Конференция проходила под эгидой Национальной ассоциации преподавателей научных дисциплин США, Академии наук СССР и Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Ее ведущим организатором с советской стороны была редакция журнала «Квант». В конференции приняли участие около четырехсот американских и трехсот советских школьных учителей (в основном это были учителя химии, математики, физики, астрономии, географии, биологии, экологии), а также преподаватели пединститутов и университетов, методисты и популяризаторы научных знаний.

Пленарные заседания проходили в большом конференц-зале МГУ, а доклады читались в аудиториях второго учебного корпуса. На церемонии открытия с приветствием выступили Л. Гласс — президент Национальной ассоциации преподавателей научных дисциплин, Д. Пиник — председатель Международного комитета Национальной ассоциации преподавателей научных дисциплин,

А. А. Логунов — ректор МГУ, вице-президент АН СССР, В. И. Добренков — проректор МГУ. С научным докладом «Химия и общество: надежды, страхи, огорчения» выступил профессор М. Голдфелд (США).

Одновременно в разных аудиториях проходило около 25 докладов. К сожалению, они были подобраны не по профессиональным интересам, как это обычно принято у нас, поэтому из всей серии докладов можно было выбрать только один, упуская что-то интересное и нужное.

31 июля вечером в Доме Культуры МГУ состоялось пленарное заседание, на котором выступил академик В. Л. Гинзбург с интересным докладом «Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными».

Астрономическая часть конференции была организована Учебно-методическим советом по астрономии Госкомобразования СССР (председатель — А. М. Черепашук), в котором Секцию школ и популяризации астрономических знаний возглавляет А. А. Гурштейн. На него-то и легли основные заботы по организации и проведе-

---

нию выступлений по астрономии. Более пятидесяти советских учителей астрономии приняли участие в работе совещания. Помимо московских преподавателей приехали представители Челябинска и Челябинской области, Липецка, Симферополя, Новосибирска, Санкт-Петербурга и других городов, а также руководители астрономических обсерваторий пионерских лагерей «Артек» и «Орленок».

В программе заседаний отражено большое количество докладов по чисто астрономической тематике и на стыке со смежными дисциплинами. В выступлениях советских участников рассматривались вопросы преподавания астрономии в средней школе и общие проблемы астрономического образования. Американским коллегами было интересно познакомиться с системой астрономического образования в нашей стране (о ней рассказал доцент МГУ Э. В. Кононович), с особенностями преподавания астрономии в интегрированных курсах естествознания (Е. К. Страут), с фундаментальными принципами и идеями концепции астрономического образования (Е. П. Левитан), с тем, как реализуются межпредметные связи в преподавании физики и астрономии (В. В. Порфирьев, В. Борзых).

С большим вниманием отнеслись присутствующие к докладу Е. В. Эткиной «Что нужно советскому учителю астрономии?», в котором автор рассказала об опыте преподавания астрономии в средней школе, о создании на уроках игровых ситуаций, существенно повышающих интерес ребят к предмету. Е. В. Эткина говорила о необходимости иметь в каждой школе учебные пособия в виде фотографий небесных тел, спектров Солнца и звезд и выразила пожелание, чтобы астрономы, работающие на обсерваториях и в пединститутах, поделились соответствующими материалами.

О необходимости развития интереса к астрономии с самого раннего возраста говорил в своем докладе «Астрономия для младших школьников: диафильмы и книги» Е. П. Левитан. Он же сделал доклад «Советская научно-популярная литература для школьников».

Американская система преподавания астрономии существенно отличается от принятой у нас. Отдельные элементы астрономии включаются в единый курс естествознания, разделенный (при 12-летнем сроке обучения) на три этапа. С I по V класс — начальная школа, с VI по IX — средняя и с X по XII — высшая школа (американские учителя учащихся этих классов называют даже студентами). Процесс обучения в школах США также значительно отличается от нашего. Основные элементы — наглядность, игра, моделирование, привлечение к участию в уроке всех учеников. Необычны для нас названия уроков для младших школьников: В. Танненбаум «Уроки шоколада», Д. Крюгер «Бутербродные решения», Б. Крайтон «Кооперативное учение. Звезды».

Кооперативное учение — это содружество нескольких детей, их взаимодействие в выполнении поставленной задачи (например, перед ними ставится задача построить нужную форму созвездий из таблеток-конфеток). Не менее интересен урок К. Хорстмайер «Волшебство Луны». В сказочной форме дети знакомятся с изменениями фаз Луны. Из вкусных материалов (печенья, шоколада, помадки) каждый делает себе Луну, такую, какой она ему представляется. Или на картоне строит-

ся лунный рельеф с горами, кратерами. Это можно сделать из обычной муки и воды или других «съедобных материалов». Практически все дети заняты работой интересной, увлекательной и даже веселой.

Необычно эмоционально проходит урок «Музыка, движение, искусство и драма в науке» (авторы Дж. Тайсс и Ф. Сильвиус). Это веселая игра под музыку известного мюзикла, сопровождаемая песнями, танцами, сценическими действиями. Изготовлены костюмы Солнца, Земли, планет. Школьники ищут самое уникальное место во Вселенной (или Солнечной системе), попадая по воле случая в разные ее уголки и пытаясь доказать, используя научную информацию, их уникальность. В конце концов таким местом оказывается планета Земля.

По мере перехода учащихся в старшие классы темы уроков усложняются, однако процесс моделирования изучаемых явлений сохраняется. Так, Р. Свитсир в своем докладе-уроке «Моделирование космоса» показал, как можно развить пространственное воображение учащихся. Все присутствующие получили фотографии созвездия Орион, на которых были указаны расстояния в световых годах до основных ярких звезд, картон, нити, бусинки разного цвета. Приняв некоторый масштаб (например, 1 см : 1 св. год), участники показательного урока закрепили на нитях, протянутых через картон, бусинки, соответствующие цвету звезд и расстоянию до них. Все нити сходятся в одну точку к наблюдателю. Получается объемная модель.

По такому же принципу было построено занятие К. Х. Фарнсворт «Астролябия — древний инструмент». Ученики получают все необходимые материалы и детали, самостоятельно изготавливают простейший угломерный инструмент, тут же обучаясь работе с ним. Б. Элвин в своем докладе «Астрономия для каждого» дала краткую, но любопытную характеристику условий своей работы. Наука о Земле, совмещающая географию и астрономию, изучается в восьмом классе.

Ш. Бонарайго и Б. Форстер в своем сообщении «Широта и долгота в трехмерном пространстве» продемонстрировали применяемый для этой цели надувной глобус (диаметром 3—4 м) из прозрачного полиэтилена. Внутри такого глобуса могут одновременно находиться преподаватель и до десяти учеников. Изготовить глобус очень просто, он может быть использован и в качестве планетария, если на его прозрачную поверхность нанести цветным фломастером наиболее яркие созвездия. Большинство американских преподавателей выражали желание оставить своим советским коллегам в виде сувениров наглядные пособия, применявшиеся в их выступлениях.

В фойе была устроена выставка оптических астрономических инструментов (СССР) и школьных калькуляторов компании «Texas Instruments» (США). Для учащихся младших классов разработан простой, прочный, красивый и яркий калькулятор. Учащиеся старших классов используют более сложные калькуляторы.

Конференция включала и большую культурную программу, в которую входило посещение Санкт-Петербурга и его пригородов. Для всех желающих была организована поездка по Золотому кольцу. Многие участники конференции побывали в усадьбе Шереметьевых в Кусково, посетили Коломенское, Троице-Сергиеву лавру, Пушкинский музей, Оружейную палату, цирк.



---

## Международное сотрудничество

---

# Международный Год Космоса

А. И. ЦАРЕВ,  
заместитель Председателя Совета «Интеркосмос»

---

### ПОЛЕТ К ПЛАНЕТЕ ЗЕМЛЯ

В апреле 1988 г. проходившая в США Международная конференция космических агентств и организаций 17 стран предложила объявить 1992 год Международным Годом Космоса (МГК) и, используя космическую информацию, провести в это время совместные крупномасштабные исследования нашей планеты под девизом «Полет к планете Земля». Выбор времени его проведения определялся тем, что в этом году отмечается 500-я годовщина открытия Америки Христофором Колумбом и 35-я годовщина успешно проведенного Международного Геофизического Года. 8 декабря 1989 г. Генеральная Ассамблея ООН на своей 44-й сессии одобрила эту инициативу.

Международному Году Космоса посвящаются целенаправленные космические исследования, причем основная их часть будет направлена на изучение нашей планеты. Кроме того, предусматривается проведение торжественных заседаний, международных конференций, симпозиумов и встреч, организация специальных курсов, семинаров и лекций по практическому использованию результатов космической деятельности. Планируются специализированные выставки и другие мероприятия, в том числе и приуроченные к этому событию запуски космических аппаратов. Все они будут проводиться как на международной основе, так и по национальным программам.

Для координации работы специалистов разных стран по выполнению проектов изучения глобальных природных явлений Международная конференция учредила «Форум космических агентств по Международному Году Космоса» (Space Agency Forum of the International Space Year). Его

цель — помочь обществу осознать пользу космической деятельности, а также побудить государства, особенно развивающиеся, применять космическую технику или результаты космической деятельности в национальных природно-ресурсных программах. Важная задача Форума — содействовать обучению пользователей космической информации, введению курсов космического земледования в программы средней и высшей школы. Форум должен принять участие в подготовке и других мероприятий — симпозиумов, конференций, выставок, издания литературы и проведении международных молодежных программ.

Чтобы решить эти задачи, Форум образовал три экспертных совета: «Науки о Земле и технологии», «Образование и применение», «Космические науки». Их цели: формулировать проблемы, намечать пути их решения, рассматривать состояние работ и результаты исследований.

В настоящее время Форум включает 29 членов и 10 наблюдателей. Среди его членов — такие крупные организации, как Национальное управление по авиации и исследованию космического пространства США (НАСА), Европейское космическое агентство (ЕСА), Национальный центр космических исследований Франции (КНЕС), Японское национальное агентство по космосу и развитию (НАСДА) и др. С апреля 1988 г. членом Форума стал и Совет «Интеркосмос» АН СССР.

В качестве наблюдателей Форума выступают Международная Астронавтическая Федерация (МАФ), Комитет по космическим исследованиям (КОСПАР), Международный Совет Научных Союзов (ИКСУ), Международная организация морских спутников (ИНМАРСАТ), Организация ООН по образованию, науке и культуре (ЮНЕСКО)

## ОСНОВНЫЕ ПРОЕКТЫ МЕЖДУНАРОДНОГО ГОДА КОСМОСА

Название	Научная программа	Ведущие страны
«Глобальные последствия изменений суши»	Изучение глобальных изменений суши в различных регионах земного шара с точки зрения их воздействия на климат Земли, биохимические круговороты, динамики экосистем и биообразования. Предусматривается использование данных, получаемых с французских спутников «SPOT», американских «LANDSAT» и советских «Метеор-2», «Метеор-3» и «Ресурс-01», а также с усовершенствованного радиометра очень высокого разрешения, установленного на американском спутнике «NOAA»	Австралия, Франция, СССР
«Парниковый эффект»	Попытка подтверждения к 1992 г. проявлений и усиления «парникового эффекта» путем анализа исторических данных и проведения обычных климатических измерений и космических экспериментов. Особое внимание будет уделяться обработке данных и составлению алгоритмов для обнаружения «парникового эффекта» из космоса	США
«Взаимосвязь «океан—климат»»	Основа проекта — использование спутниковой информации для изучения воздействия на климат процессов, протекающих в океане и атмосфере. Особое внимание будет уделяться изучению зоны перехода от устойчивого полярного ледникового покрова к открытой поверхности океана, определению температуры поверхности океана в тропиках, исследованию взаимодействия атмосферы и океана в энергоактивных зонах и изучению биопродуктивности Мирового океана	Европейское космическое агентство (ЕСА)
«Стратосферный озон в полярных регионах»	Проведение в 1992—1993 гг. исследований в высокоширотной стратосфере в Арктике и в Антарктиде с использованием наземных, самолетных, баллонных и спутниковых средств наблюдения. Результаты этих исследований должны позволить определить динамику изменений концентрации и распределения озона в полярных регионах (естественную и возникающую в результате человеческой деятельности)	США, Германия
«Биопродуктивность Мирового океана»	Предусматривается направить основные усилия на получение, сбор и анализ спутниковой информации о содержании хлорофилла (фитопланктона) в верхнем слое Мирового океана. Для этого потребуются дополнительная спутниковая информация, особенно сведения о скорости ветра у поверхности океана, волнении и морских течениях	Канада, ЕС
«Скорость обезлесивания»	Цель проекта — глобальная инвентаризация лесов и слежение за их динамикой с помощью аппаратуры существующих и вновь создаваемых спутников. Особое внимание будет уделяться проблемам вырубки и лесных пожарам	Бразилия, ЕС
«Температура поверхности океана»	Повышение точности и надежности данных по температуре поверхности океана. Необходимую информацию предусматривается получать с помощью аэрокосмических средств, а также стационарных и дрейфующих буев	Япония, Великобритания
«Динамика полярного ледяного покрова»	Получение спутниковой информации для анализа закономерностей годового изменения ледяного покрова в Арктике и Антарктиде, а также динамики дрейфа льдов и айсбергов	Япония
«Энциклопедия данных о глобальных изменениях окружающей среды»	Она даст возможность пользователям космической информацией из многих стран мира, включая преподавателей и студентов, знакомиться с полученными из космоса данными о Земле и со средствами их получения	Канада
«Атлас глобальных изменений окружающей среды»	Создание справочного издания, в которое войдут данные о глобальных изменениях окружающей среды, полученные с помощью размещенной в космосе аппаратуры	Австрия
«Космос и образование»	Мероприятия учебного и просветительского характера с целью предоставления молодым ученым, преподавателям и учащимся высшей и средней школы доступа к результатам глобальных исследований Земли из космоса и другой космической деятельности. Для этого учебные заведения будут обеспечиваться оперативной информацией дистанционного зондирования	Все страны-участницы

ТАБЛИЦА 2

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВСТРЕЧИ, ПОСВЯЩЕННЫЕ МЕЖДУНАРОДНОМУ ГОДУ КОСМОСА

Мероприятие	Место проведения	Дата проведения
Всемирный Космический конгресс	Вашингтон США	27.08—6.09 1991 г.
Конференция МГК по земным и космическим информационным системам	Пасадена США	10.02—13.02 1992 г.
Европейская конференция «Космос на службе меняющейся Земли»	Мюнхен Германия	30.03—3.04 1992 г.
Конференция МГК по спутниковому дистанционному зондированию Земли для управления ресурсами, оценки состояния окружающей среды и изучения глобальных изменений	США	27.04—1.05 1992 г.
Конференция по наблюдению за мировыми лесами	Сан-Паулу Бразилия	27.05—29.05 1992 г.
Семинар МГК по динамике полярных льдов	Япония	февраль 1993 г.

ТАБЛИЦА 3

СОВЕТСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА МЕЖДУНАРОДНОГО ГОДА КОСМОСА

Мероприятия	Место проведения	Дата проведения
-------------	------------------	-----------------

### 1. Проведение конференций, семинаров, симпозиумов и встреч

Международный симпозиум по результатам исследований на советских спутниках «Бион»	г. Санкт-Петербург	август 1991 г.
Международная конференция «Космос ради Земли» по наиболее актуальным аспектам использования методов дистанционного зондирования Земли для решения научных и практических задач	г. Москва	сентябрь—октябрь 1991 г.
Международная конференция «Космос и глобальные проблемы человечества на пороге XXI века»	г. Москва	
Международный симпозиум «Космические исследования Солнца и солнечно-земных связей»	г. Днепропетровск	сентябрь 1991 г.
Международный семинар по космической связи для развивающихся стран	г. Москва	1992 г.

### 2. Запуски космических аппаратов в 1992—1993 гг.

Осуществление Международного комплексного проекта «Природа» (модуль станции «Мир») в интересах исследований природных ресурсов Земли	Байконур	IV кв. 1992 — I кв. 1993 гг.
Запуск космического аппарата «Интеркосмос-26» (проект «Коронас») и проведение комплексных исследований Солнца в период максимума солнечной активности	Плесецк	IV кв. 1992 г.
Реализация международной программы медико-биологических исследований на спутнике «Бион-10»	Плесецк	ноябрь—декабрь 1992 г.
Осуществление космических съемок отдельных районов нескольких развивающихся стран и передача образцов космофотоснимков в эти страны		весь 1992 г.

### 3. Мероприятия по информированию общественности

Выпуск серии видеофильмов об освоении космоса для распространения их в СССР и за рубежом		1992 г.
Проведение международного фестиваля искусств и форума общественности под девизом «Космос для мира»		середина 1992 г.
Выпуск в обращение памятной монеты достоинством 3 рубля, посвященной МГК		середина 1992 г.

и другие организации.

На наших глазах рождается новая форма организации работ в области решения проблем, имеющих общечеловеческое значение. Основная такая проблема сейчас — происходящие на нашей планете в результате человеческой деятельности глобальные изменения и их последствия для будущих поколений человечества. Вмешательство человека в процессы естественной саморегуляции атмосферы приводит к нарушению

равновесия в ней и климатическим изменениям, которые могут угрожать существованию жизни на планете. Не менее серьезные угрозы для земной окружающей среды таит в себе загрязнение водной среды и исчезновение лесов. Поэтому нынешним и будущим руководителям, а в особенности тем, кто вырабатывает политику и принимает решения, придется значительно глубже вникать и в проблемы окружающей среды; нужно, чтобы они умели и могли пользоваться

возможностями, предоставляемыми космическими средствами.

Первоочередная задача — построение глобальной системы космического контроля окружающей среды, включающей систематическое наблюдение за состоянием суши, океана и атмосферы, комплексный контроль геофизических параметров в планетарном масштабе, изучение их динамики. Особо важны для этого изучение взаимодействия океана и атмосферы, исследования состояния растительного, снежного и ледового покровов, индексация различного рода загрязнений на поверхности суши, океана и в атмосфере.

Выбор Форумом основных направлений исследований по проекту «Полет к планете Земля» — реакция на эти проблемы. Он утвердил конкретные международные проекты, сформулировал задачи по каждому из них, определил участников работ и программу действий. В ряде проектов принимают участие научные организации, ученые и специалисты нашей страны.

## Информация

### Создана Академия космонавтики им. К. Э. Циолковского

Давно уже назрела необходимость создать научно-общественную организацию, способную взять на себя решение ряда задач, не охватываемых существующими в области космонавтики структурами. Такой организацией призвана стать Академия космонавтики (АК). В ней будут развиваться те формы космической деятельности, которые более всего соответствуют новому мышлению и новым социально-экономическим реалиям.

Осенью 1990 г. на базе Оргкомитета Чтений К. Э. Циолковского была создана инициативная группа по формированию АК, и состоялись два ее заседания. 27 февраля 1991 г. заседание прошло совместно с руководством Академии творчества СССР и «Синего движения». Заседание от 11 марта 1991 г. проведено с приглашением членов Оргкомитета Чтений К. Э. Циолковского. 11 марта 1991 г. инициативная группа была преобразована в Оргкомитет по формированию АК.

На сессии Форума в Москве, 16—17 мая 1991 г. были подведены итоги выполнения намеченных мероприятий за год, истекший со времени последней встречи членов Форума в Киото (Япония), намечены перспективы на будущее. Участники обсудили отчеты экспертов Форума, рассмотрели взаимосвязь проектов Международного Года Космоса и Международной программы по геосфере и биосфере с мероприятиями, проводимыми комитетом по космическим исследованиям СССР (КОСПАР) и Международной астронавтической федерацией (МАФ).

Следующее заседание Форума пройдет в Вашингтоне (США) в мае 1992 г. Скорее всего, деятельность Форума космических агентств не завершится 1992 годом, а на базе накопленного опыта взаимодействия космических организаций различных стран будет развиваться и углубляться на благо и в интересах всего человечества.

Подчеркивая прямую преемственность будущей АК с теоретической деятельностью основоположника космонавтики, Оргкомитет решил, что Академия космонавтики должна носить имя К. Э. Циолковского. Это определяло широкий диапазон проблем, которыми будет заниматься АК, ее аналитическую, исследовательскую и научно-прогностическую деятельность. Ведь ставится цель не только пропагандировать наследие калужского мыслителя, но и поднять исследования на новую ступень, соразмерную задачам сегодняшнего дня и хотя бы ближайшим перспективам.

28 марта 1991 г. Академия космонавтики им. К. Э. Циолковского была учреждена на общем собрании, среди участников которого были представители всесоюзной организации «За социальную экологию человека через массовое творчество» («Синее движение»), Московского авиационного технологического института им. К. Э. Циолковского, Московского планетария, Международного института ноосферы и Международной ассоциации «Космос и философия», редакции журнала «Земля и Вселенная» и других организаций. 13 сентября 1991 г. состоялся второй этап учредительного собрания АК.

Были избраны действительные почетные члены и руководящие органы АК. Президентом АК стал А. Д. Урсул, вице-прези-

дентами — Ф. Ф. Космолинский, О. А. Чембровский, Л. М. Воробьев, В. П. Казненский, В. И. Маслов, главным научным секретарем — Л. Н. Мельников.

Учредительное собрание приняло Устав АК, концепцию и Программу ее деятельности. Сейчас Академия космонавтики им. К. Э. Циолковского зарегистрирована Министерством юстиции РСФСР и получила статус юридического лица.

Академия космонавтики, как сказано в ее Уставе, представляет собой общественную самоуправляемую научно-творческую организацию, объединяющую на добровольных началах ученых и ведущих специалистов, работающих в области космонавтики и смежных с нею областях деятельности, с целью творческого общения и решения совместных проблем. АК создана по типу таких организаций, как Инженерная академия, Экологическая академия, Российская академия естественных наук, Академия информатизации, Академия творчества и т. д. Разумеется, члены АК не будут получать «академических», а им самим придется платить ощутимые ежегодные взносы. Новая общественная организация будет существовать не за счет государства, а за счет спонсорских отчислений тех организаций, которые заинтересованы в развитии тех или иных научных исследований в рамках АК, а также индивидуальных и,



возможно, коллективных членских взносов.

В настоящее время резко изменилась социально-политическая и экономическая ситуация в нашей стране. Революционное обновление общества вызвало принципиально новые моменты в отношении космонавтики и общества. В условиях прежней административно-командной системы космонавтике был предначертан закрытый ведомственный путь, функционирование в обстановке абсолютной секретности, в отрыве от процессов рыночных отношений, демократизации и гласности... Общественность нашей страны не только не участвовала в формировании космических программ и планов, но даже не была информирована о реальном положении дел в области космонавтики и зачастую о нем узнавала из иностранных источников. Преодолеть создавшееся положение пытались Комитет космонавтики ДОСААФ, Федерация космонавтики, Ассоциация музеев космонавтики, Чтения К. Э. Циолковского и других пионеров космонавтики, журнал «Земля и Вселенная», но им не удалось обеспечить необходимой полноты взаимоотношений космонавтики и общества, добиться наиболее полного удовлетворения «космических» потребностей и интересов населения страны. Вот почему в последние годы стали возникать новые общественные организации, ориентирующиеся на космическую проблематику — ВАКО «Союз», Московский космический клуб, Центр космической культуры, науки и техники. Появление Академии космонавтики идет в том же русле усиления роли общественности в развитии космонавтики, но с определенной спецификой в разработке проблем освоения космоса.

Если угодно, то это выход в несколько иные направления деятельности, которыми практически не занимались уже существующие космические организации. В процессе своего развития космонавтика все больше удалялась от того гуманистического направления, которое было предложено К. Э. Циолковским. Это было обусловлено известными социально-экономическими условиями. Традиционная ведомственно-

техницистская ориентация космонавтики в нашей стране уже не воспринимается обществом, ставшем на путь гуманно-демократических преобразований. Дело доходит до существенного снижения государственного финансирования космических программ, быстрого распада кадрового потенциала организаций и учреждений, работающих на ракетно-космическую технику. Пути преодоления кризисного состояния связаны с переводом космической деятельности в сферу гражданского использования, коммерциализацией, включением космонавтики в те глобальные процессы, которые способствуют выживанию и прогрессу общества. Советской космонавтике чрезвычайно важно иметь единое экономическое пространство для своего развития на территории Союза суверенных государств. И здесь необходимо исследовать и пропагандировать социально-гуманитарные эффекты космонавтики, ориентирующие ее развитие в гуманистическом направлении. До сих пор такого рода исследования почти не проводились, а они сейчас крайне нужны. Это — одна из задач Академии космонавтики как научно-общественной творческой организации. Основной девиз АК — гуманизация космонавтики, отход от ее ведомственной милитаристской и технократической ориентации.

Отсюда основные цели Академии космонавтики им. К. Э. Циолковского:

— активно содействовать гуманистической ориентации космонавтики и областей науки и социальной практики, наиболее точно с ней связанных, стимулируя творческую инициативу специалистов и общественности;

— содействовать выявлению и удовлетворению интересов и потребностей суверенных республик Союза в достижениях космонавтики;

— содействовать приращению фундаментальных и прикладных знаний о космосе и космических полетах, участвовать в координации и разработке космических программ и проектов, которые разрабатываются вне ведомств;

— осуществлять взаимосвязь с теми научными и общественны-

ми движениями и организациями в нашей стране и за рубежом, которые разделяют гуманистическую ориентацию космонавтики;

участвовать в разработке прогнозов и футурологических сценариев перспектив человеческой цивилизации на пути использования космонавтики для целей выживания и развития;

продолжать исследование научного наследия К. Э. Циолковского и других пионеров ракетно-космической техники, основоположников антропокосмизма и развивать их идеи в свете современной науки и социальной практики;

помогать заинтересованным организациям в развертывании конверсии отраслей ракетно-космической техники и содействовать передаче достижений космонавтики в гражданские сферы деятельности;

— содействовать научно-техническому творчеству молодежи в области наук о космосе, распространять знания о космонавтике среди населения с целью повышения «космической грамотности» и формирования гуманно-космического мировоззрения (астрономическое образование, аэрокосмическое образование, экологическое образование).

Академия космонавтики — некоммерческая научно-общественная организация. Поэтому она заинтересована в спонсорских отчислениях от космических и иных фирм и организаций для проведения своей научно-исследовательской и общественно-организационной деятельности.

К деятельности АК проявляют интерес многие известные ученые и специалисты в области космонавтики, а также крупнейшие советские космические фирмы. Взяв старт, Академия космонавтики приглашает к деловому сотрудничеству и вступлению в ее ряды всех, кто заинтересован в гуманистической ориентации развития космонавтики.

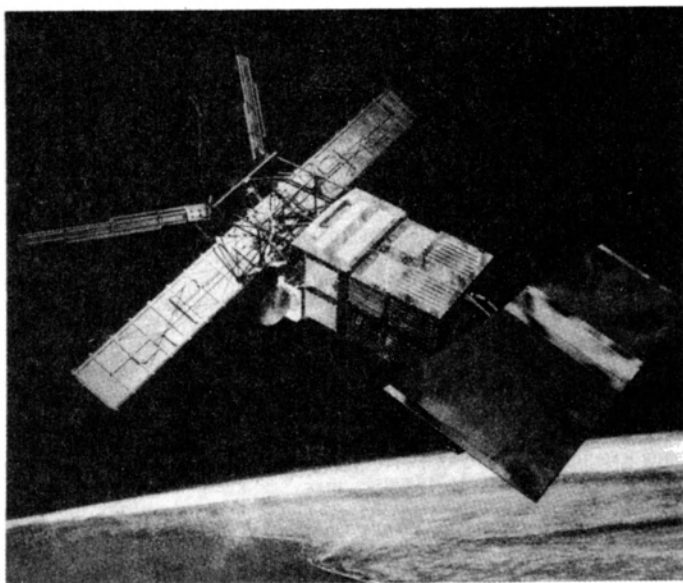
*А. Д. УРСУЛ,  
президент Академии  
космонавтики  
им. К. Э. Циолковского,  
академик Международной  
Академии астронавтики  
и Академии наук Молдовы*

## Из новостей за рубежной космонавтики

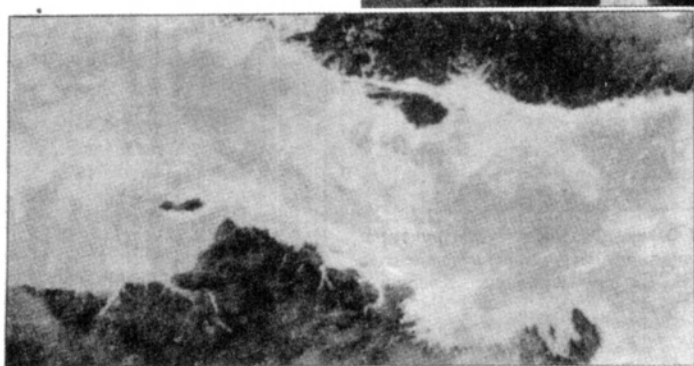
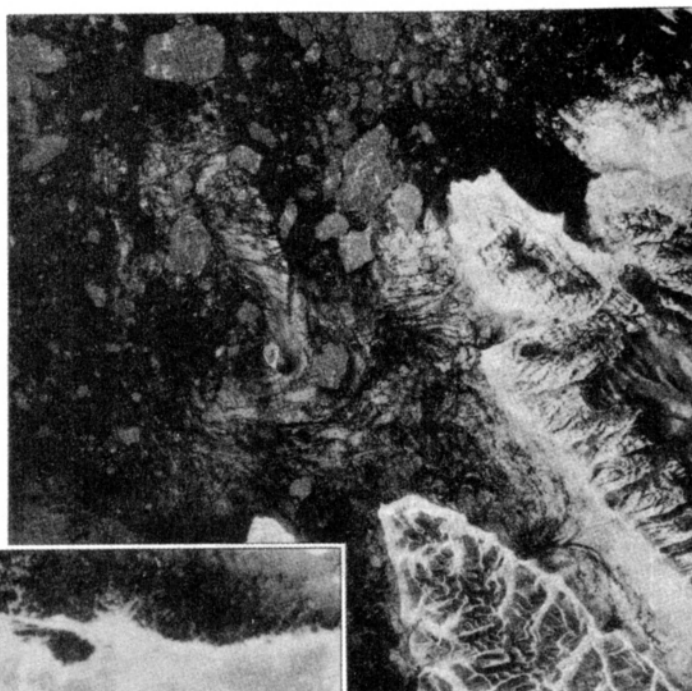
### Новый спутник для экологического контроля

Большое внимание, уделяемое средствам дистанционного зондирования Земли из космоса, связано с глобальными изменениями окружающей среды, в которых не последнее место занимает человеческая деятельность. Образование озоновых дыр, «парниковый эффект», повышение уровня Мирового океана, загрязнение прибрежных вод, распространение пустынь, уничтожение лесов — все это вызывает тревогу человечества и требует проведения широкомасштабных исследований.

Первые изображения, переданные на Землю спутником ERS-1. На правом снимке, полученном с помощью бортового радара с синтезированной апертурой, видны ледовые поля и фиорды о. Шпицберген. Недалеко от его берегов дрейфуют обломки старых, 3—5-летних льдин. Размер некоторых из них — до 10 км при толщине 3,5 м. Размер снимка — 95×95 км. Левый снимок сделан в ИК-диапазоне с бортовым радиометром и показывает область длиной около 500 км в районе Гудзонова пролива (Канада). На нем отчетливо видны теплые (более темные) массы воды, вливающиеся в Гудзонов залив и более холодные (светлые), движущиеся им навстречу. Разница температур между ними около 6°C.



Так выглядит ERS-1



Число уже действующих средств наблюдения пополнилось новым спутником. В ночь с 16 на 17 июля ракета-носитель «Ариан», запущенная с космодрома Куру, вывела на околоземную орбиту спутник ERS-1, предназначенный для наблюдения за состоянием окружающей среды. Спутник массой 2400 кг был выведен на полярную орбиту высотой 785 км.

Одновременно ракета вывела в околоземное пространство еще четыре научных мини-спутника массой от 20 до 50 кг. Два из этих спутников были созданы Берлинским Техническим университетом и Суррейским университетом (Великобритания), третий спутник — «САРА» (SARA) — принадлежит аэрокосмическому клубу французской Высшей школы инженеров в области электротехники и электроники и предназначен для регистрации радиосигналов, поступающих с Юпитера. Четвертый из малых спутников принадлежит американским фирмам «Орбитал сайенсиз корпорейшн» и «Боулдер».

ERS-1 — самый дорогостоящий космический аппарат из когда-либо заказанных ESA (3,2

млрд. франков). Его длина 11,8 м, размеры солнечных батарей —  $11,7 \times 2,4$  м, на борту имеется антенна РЛС с синтезированной апертурой для радиолокационной съемки поверхности Земли размером  $10 \times 1$  м.

В создании ERS-1 участвовал консорциум из 50 фирм 14 европейских стран, причем координирующая роль принадлежала западногерманской фирме «Дорнье». Спутник представляет собой платформу «Марк-1», созданную французской фирмой «Матра», на которой смонтированы бортовые системы.

Аппаратура спутника позволит следить за изменением климата, состоянием озонового слоя, образованием и выпадением кислотных дождей, окислительными процессами в результате фотохимического эффекта, наступлением пустынь и другими глобальными изменениями окружающей среды, с его борта будет вестись космический мониторинг геологической среды, картографирование льдов и лесов.

Предполагается, что ERS-1 будет находиться на квазиполярной орбите на протяжении двух лет.

Основные наблюдения будут производиться в инфракрасном и СВЧ диапазонах, следовательно, спутник обеспечит наблюдение за всей поверхностью планеты, независимо от погодных условий и времени суток. Помимо передачи на Землю изображений с высокой разрешающей способностью ( $30 \times 30$  м), его аппаратура будет определять высоту морских волн с точностью до 10 см, а с помощью ИК-радиометра можно будет с точностью до 0,5 градуса и пространственным разрешением 1 кв. км определять температуру поверхности океана. Будут фиксироваться и такие параметры как скорость ветра и содержание влаги в земной атмосфере.

Бюджет ESA, выделяемый на наблюдение за поверхностью Земли, составляет в 1991 г. 1,3 млрд. франков или 7,4 % общего бюджета Агентства.

Reuter, APF

## НОВЫЕ КНИГИ

### Интересующимся историей космонавтики

Издательство «Московский рабочий» выпустило в 1991 г. книгу «Созвездие», в которой ученые, писатели и космонавты рассказывают о людях, одержимых идеей полета в космос.

Сборник открывается работой К. Э. Циолковского «Неизвестные разумные силы», дающая читателю возможность, забыв на время суету и спешку, окунуться во внутренний мир основоположника отечественной космонавтики, гениального ученого, неординарного мыслителя, милого чудачка, необузданного мечтателя, ждавшего встречи со слушателем годы и годы».



О талантливом конструкторе авиационных и ракетных двигателей Семене Ариевиче Косберге

рассказывается в очерке Е. Малаховской (Митрошенковой). И. В. Стражева-Янгель знакомит читателей со звездной судьбой академика Михаила Кузьмича Янгеля. Есть в сборнике очерки об одном из крупнейших специалистов в области ракетных двигателей Алексее Михайловиче Исаеве, военном инженере Алексее Алексеевиче Ниточкине, академике Владимире Николаевиче Челомее, академике Николае Алексеевиче Пилюгине. Очерк Ярослава Голованова «Человек со звездного причала» посвящен академику Владимиру Павловичу Бармину.

Читатели найдут в Сборнике и материалы о ракете Н1, которую называли «последней любовью» С. П. Королева, и статьи о медико-биологических проблемах освоения космоса.

## Любительская астрономия

### Любители астрономии в Московской обсерватории ГАИШ

В феврале 1985 г. члены Московского отделения ВАГО В. Корнеев, А. Попов, А. Сапрыкин и А. Милицкий обратились к доценту МГУ Э. В. Кононовичу с просьбой разрешить им проводить наблюдения на 20-сантиметровом телескопе-рефракторе АВР-1 ( $A=1:15$ ). Разрешение было получено и с этого времени, начались регулярные любительские наблюдения звездного неба, комет, Луны и планет.

В середине 1988 г. С. Жуйко восстановил всё электрооборудование телескопа и его часовой механизм. С помощью оптика Е. Андреева была осуществлена переполровка (ретушь) линз телескопа для улучшения качества изображения при фотографических наблюдениях.

В сентябре 1988 г. для совместной работы любителей астрономии и студентов физического факультета МГУ им были переданы еще

три инструмента: телескоп «Цейс-300» ( $D=30$  см,  $A=1:15$ ) и рефрактор «Цейс-300» ( $D=30$  см,  $A=1:15$ ). После капитального ремонта, проведенного любителями, эти инструменты обрели вторую молодость и в конце декабря 1988 г. на них начались работы.

Телескоп-рефрактор АВР-3 оказался не очень хорошего качества, поэтому его решили использовать как гид к телескопу АВР-1. Летом 1989 г. АВР-3 демонтировали и установили его на АВР-1, а на опустевшую колонну установили менисковый Кассегрен АЗТ-7 ( $D=20$  см,  $A=1:10$ ). Позже на нем был смонтирован фотоэлектрический ВУ-фотометр. АВР-1, переделанный в астрограф, и по сей день — один из основных наблюдательных инструментов московских любителей. Фотографирование небесных объектов ведется со светофильтрами на пластинках  $9 \times 12$  см (поле  $1^\circ 40'$ ). Чрезвычайно сильная световая и пылевая загрязненность атмосферы над Москвой доставляет немало хлопот наблюдателям. Тем не менее, малая светосила астрографа АВР-1 позволяет получать хорошие снимки даже в таких неблагоприятных условиях. При фотографировании объектов вблизи зенита на пластинках ЗУ-21, при 90-минутной выдержке регистрируются звезды до  $17^m$ . Для съемки Луны и планет была изго-



Основные наблюдатели на телескопе АВР-1. Слева — направо: В. Л. Корнеев, А. Ю. Остапенко, С. В. Жуйко, А. В. Попов, А. А. Мартысь

три инструмента: телескоп АВР-3 ( $D=13$  см,  $A=1:15$ ), фотографическая менисковая камера Максудова АЗТ-6 ( $D=25$  см,  $A=1:3,7$ , поле зре-

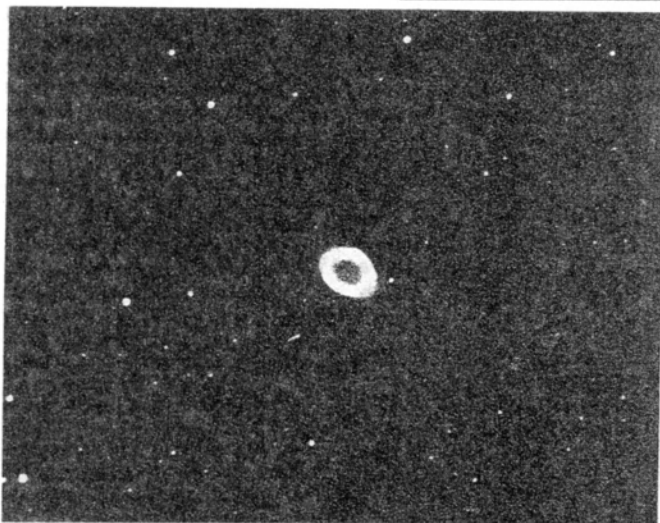


товлена окулярная камера с увеличением 5,3\* на основе объектива «Индустар-50», обеспечивающая эквивалентное фокусное расстояние ~16 м. Проводятся работы и по телевизионной астрономии.

Благодаря тому, что у АВР-1 появился хороший гид, качество снимков значительно улучшилось. Теперь любители астрономии ведут наблюдения не только для себя, но и начали помогать астрономам - профессионалам. Так, во второй половине 1989 г. авторы этой статьи, а также А. Мартысь и



Галактика М81 в созвездии Большой Медведицы



А. Остапенко провели исследования новой астрономической пленки А-500В, выпущенной Казанским НИИТехфотопроект. Результаты показали, что по сравнению с пластинками ZU-21, эта пленка обладает более высокой разрешающей способностью (120 лин/мм) и значительно меньшей плотностью вуали.

Планетарная туманность М57 («Кольцо») в созвездии Лиры (Фотографии получены на 20-сантиметровом рефракторе С. В. Жуйко, В. Л. Корнеевым, А. А. Мартысь. Пластика Kodak 103a-0, выдержка 90 мин)

Сатурн 17 июля 1991 г. и Юпитер 27 марта 1991 г. (Фотографии сделаны С. Жуйко на телескопе АВР-1 с окулярной камерой. Выдержка 3 с для Сатурна и 1 с для Юпитера, пленка ORWO NP-27)



На астрографе АВР-1 были сделаны две фотографии звездного скопления Плеяды с 90-минутной выдержкой. На пленке А-500В зарегистрированы звезды на  $1,1^m$  более слабые, чем на пластинке ZU-21. В 1991 г. проводились исследования экспериментальных астрономических пластинок на плоских кристаллах, изготовленных на Переславском фотозаводе. В настоящее время исследуются новые астрономические пластинки и пленки, гиперсенсibilизированные водородом.

Параллельно с этими работами, продолжались наблю-

дения и на других инструментах. На рефракторе «Цейсс-300» были получены качественные фотографии солнечных пятен и грануляции, цветные снимки Луны и планет. На АЗТ-6 студент МГУ В. Вишневецкий работает по программе «Поиск сверхновых звезд». Благодаря ему телескоп АЗТ-6 имеет хорошую фокусирующую шкалу резкости. Наблюдения проводятся в условиях городской засветки и пластинки покрываются плотной вуалью уже при пятиминутной выдержке, тем не менее удается зарегистрировать звезды до  $14,7^m$ , что говорит

о высокой проникающей способности инструмента. Мы считаем, что более целесообразно установить этот инструмент в одной из южных обсерваторий ГАИШ и проводить на нем поиск комет, новых и сверхновых звезд.

Любители астрономии горячо благодарят за поддержку и доброжелательное отношение к ним сотрудников ГАИШ Э. В. Кононовича, А. В. Засова, Т. А. Бируля и многих других.

С. В. ЖУЙКО  
В. Л. КОРНЕЕВ

## Новый кометный каталог

Недавно Нижегородское отделение ВАГО выпустило «Каталог кометных близнецов». В авторском коллективе семь членов ВАГО: астрономы - профессионалы — А. В. Артемьев, С. В. Кузьмин, В. В. Радзиевский, В. П. Томанов; учитель астрономии В. Н. Ефремов; студенты — А. В. Гобецкий и Л. Н. Кокурина.

Каталог содержит 513 пар комет, отобранных из каталога Марседена. Различие угловых элементов орбит в каждой паре не превышает для угла наклона ( $i$ ), аргумента перигелия ( $\omega$ ) и долготы восходящего узла ( $\Omega$ ) соответственно  $\Delta i < 15^\circ$ ,  $\Delta \omega < 15^\circ$ ,  $\Delta \Omega < 30^\circ$ . В каталоге использованы термины «оптические пары», относящиеся к близнецам со случайным сходством орбит, и «физические пары», ядра которых образуются в результате распада общего материнского тела.

Каталогу предпослана глава «Теоретические основы статистики кометных близнецов», в которой показано, что для физических пар должен выполняться ряд закономерностей (эффектов), свидетельствующих об одновременности старта обоих ядер из некоторой общей точки их орбит. Всего описано пять статистических эффектов. В частности, второй эффект говорит о том, что если перигелийное расстояние первого близнеца  $q_1$  меньше, чем у второго, то первый близнец приходит в перигелий раньше, чем второй. Это может быть записано так:  $E_2 = \Delta T \Delta q > 0$ . Эффект выполняется особенно хорошо у пар с  $\Delta q < 0,3$  а. е. Всего в каталоге таких пар 375, из них  $E_2 > 0$  у 260 пар и  $E_2 < 0$  у 115 пар. Вероятность случайности такого распределения практически равна нулю, роль эффектов селекции в тексте тщательно

проанализирована. Совокупность всех подтвержденных статистикой эффектов хорошо укладывается в рамки гипотезы единовременных выбросов групп кометных ядер из сфер действия транс-плутоновых массивных тел.

В этой же главе развиваются необходимые для понимания текста основы «алгебры знакоравенств», поскольку статистика кометных близнецов есть статистика знаков определенных функций.

Чтобы получить книгу (ее цена 9 руб.) **наложенным платежом**, следует обратиться в Нижегородское отделение ВАГО по адресу: 603000, Нижний Новгород, почта мт, а/я 24.

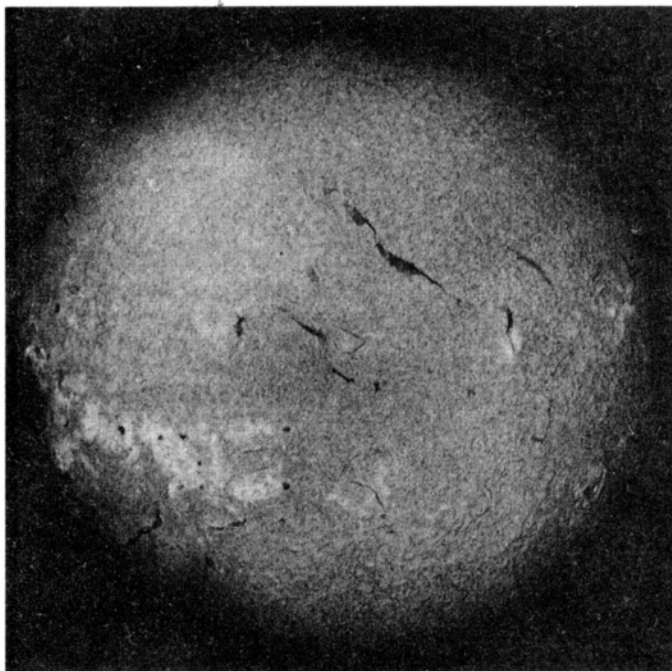
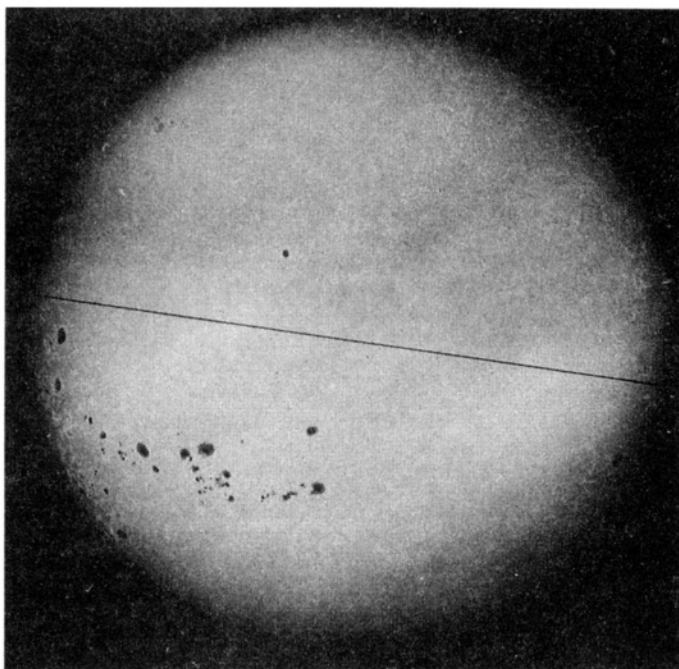
А. П. ПОРОШИН  
Директор обсерватории  
Нижегородского пединститута

## Информация

### Солнце в июне—июле 1991 года

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 полушарии 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



Активные области в хромосфере в июне—июле 1991 г.

Снимки получены в Байкальской астрофизической обсерватории СибИЗМИРА

Типичный вид фотосферы в июне—июле 1991 г.

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. 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. По-видимому, они были связаны с развитием в северном полушарии мощного очага пятнообразования, в котором в июне доминировало упоминавшееся крупное высокоширотное пятно. Следует заметить, что на фазе спада цикла число протонных вспышек обычно возрастает. Так что с подобными событиями, по всей видимости, еще не раз столкнемся в ближайшие годы.

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

## Любительское телескопостроение

# Мощный астрономический бинокляр

Каждый астроном-любитель, занимающийся поисками и наблюдениями комет, хотел бы иметь в своем распоряжении мощный бинокляр. Инструмент, в наибольшей степени удовлетворяющий таким запросам,— бинокляр БМТ-110 ( $D=$

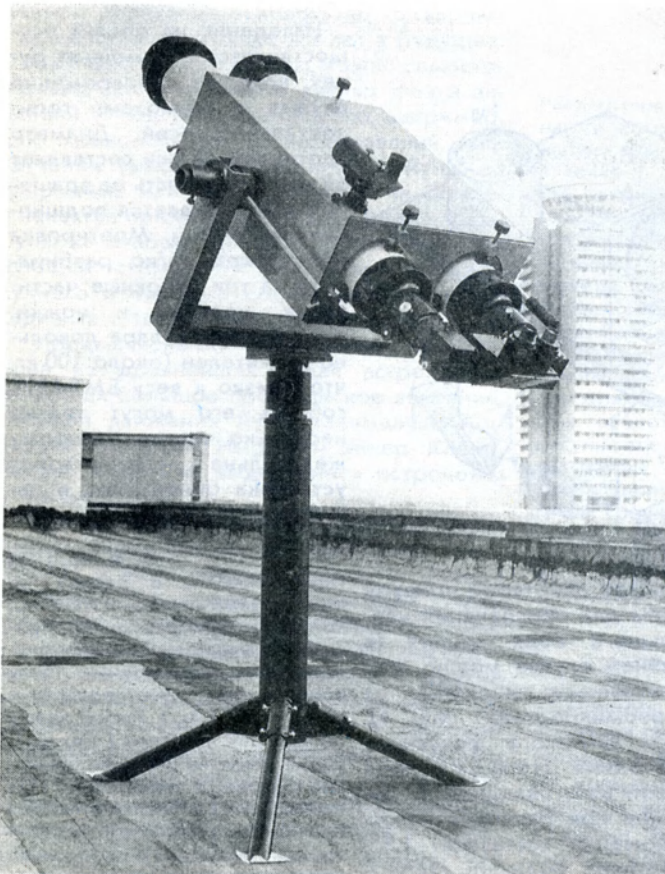
$=110$  мм,  $20^*$ ). Правда, он давно снят с производства, и лишь немногие счастливицы обладают этим инструментом. Мои многолетние и настойчивые попытки приобрести БМТ-110 оказались безуспешными. Это и послужило толчком к созданию

аналогичного инструмента собственными силами.

Основой бинокляра стали две трубы большого коллиматора ( $D=150$  мм, относительный фокус  $V=10$ ), входящего в состав комплекта оптической скамьи ОСК-2. С тем же успехом в бинокляре можно использовать и объективы И-11М ( $D=130$  мм,  $V=9$ ), объективы от профессиональных телекамер, длиннофокусные и ахроматизированные во всем видимом диапазоне спектра фотообъективы.

Оптическая система бинокляра должна удовлетворять таким основным требованиям: она должна обеспечивать прямое изображение, удобство наблюдений объектов вблизи зенита, а также возможность настраивать межзрачковое расстояние под индивидуальные особенности наблюдателя. Расстояние между оптическими осями труб, составлявшее первоначально 270 мм, должно быть уменьшено до 62—70 мм. Это осуществляется парой поворотных призм. Вместо призм можно использовать и плоские зеркала. Юстировку призм можно производить вручную, визуально контролируя совмещение двух изображений удаленных объектов в одно, после чего призмы прижимаются крышками с резиновыми прокладками.

Трубы устанавливаются на жесткий каркас, включающий в себя 12 поперечных



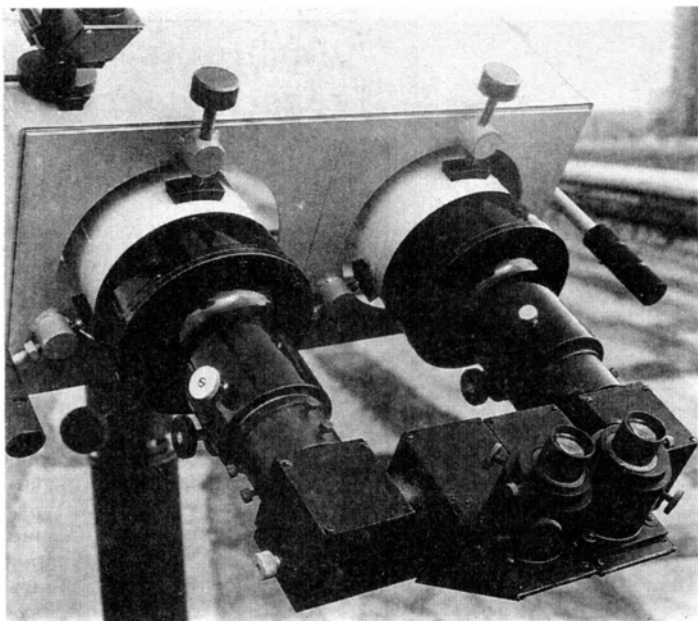
Общий вид 150-миллиметрового бинокляра



элементов. Дополнительную жесткость конструкции придают стальные листы толщиной 3 мм, приваренные сплошным швом к вертикальным граням каркаса. Верхняя панель выполняет лишь роль декоративного элемента. Каждая труба с обоих концов удерживается болтами М10, расположенными под углом 120°.

При хорошем качестве поверхности пластины юстировка призм производится лишь по вертикальным осям. При этом блоки сведения закрепляются в рабочем положении на гладкой поверхности. С учетом адаптационных способностей глаз достигается вполне приемлемая точность юстировки, и ее окончательная доводка выполняется болтами М10 уже при установке в трубах блоков сведения.

В качестве окуляров желательнее брать системы с



Окулярный узел

Наведение на объект осуществляется с помощью ручек, которые одновременно служат и тормозами горизонтальных осей. Диаметр вертикальной оси составляет 65 мм, а плавность ее вращения обеспечивается подшипниковой парой. Монтровка бинокля легко разбирается на три основные части: вилку, колонну и ножки. Т. к. вес бинокля довольно значителен (около 100 кг, что близко к весу БМТ-110), собрать его могут только несколько человек, поэтому желательна стационарная установка бинокля в павильоне.

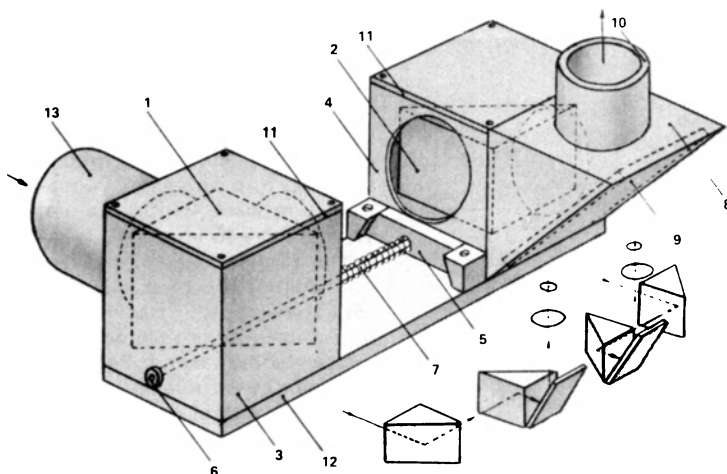


Схема системы сведения лучей бинокля. 1, 2 — поворотные линзы; 3, 4 — корпуса поворотных призм; 5 — подвижная часть соединения «ласточкин хвост», на которой закреплен корпус (4); 6 — ручка; 7 — тяга, проходящая через основание корпуса (3); 8 — зенитная насадка с плоским зеркалом (9), выводящим луч в окуляр (10); 11 — крышки с резиновыми прокладками; 12 — пластина; 13 — втулка, с помощью которой блок закрепляется в трубе

большой апертурой полевой линзы для обеспечения наибольшего поля зрения (в крайнем случае можно воспользоваться окулярами от стереомикроскопа МБС-1). Из-за большого фокусного расстояния (1500 мм) поле зрения изготовленного бинокля при равнозрачковом увеличении составляет 1,5°. Благодаря большой стереобазе впечатляющими предстают наземные объекты.

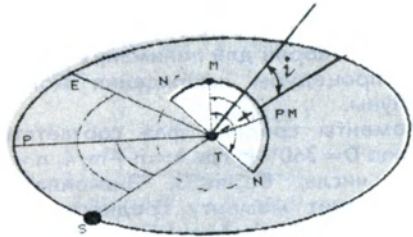
С. В. КАРПОВ

**Примечание.** С. В. Карпов построил замечательный прибор, который открывает новую страницу в отечественном любительском телескопостроении. Но у прибора есть один недостаток. Из-за того, что в блоке призм происходит нечетное (трехкратное) отражение света, изображение становится зеркальным. При наблюдениях небесных объектов приходится участок карты копировать на кальку, и только перевернув ее на другую сторону, можно легко отождествить объекты.

# Вычислительная техника в помощь любителям астрономии

## Вычисление моментов фаз Луны<sup>1</sup>

А. Е. МЕРЕМИНСКИЙ  
ГАИШ МГУ



Теперь мы рассмотрим вычисление моментов фаз Луны и, на основе этого, определение возможности затмений Луны и Солнца в данное новолуние или полнолуние. Приводимые в статье программы позволят предсказать характер и общие обстоятельства затмений в широком временном диапазоне — вплоть до 10 тыс. лет в прошлое и на столько же лет в будущее. С помощью этих программ можно самостоятельно составить канон лунных фаз и затмений, чтобы использовать его, например, для хронологических исследований или изучения (возможного) влияния Луны на природные или иные процессы на Земле. В качестве примера будут рассчитаны фазы Луны на ноябрь—декабрь 1992 г. и, в следующей статье, обстоятельства полного лунного и частного солнечного затмений, видимых с территории нашей страны.

Предвычисление положений Луны — одна из древнейших задач астрономии, имеющая большое практическое значение. Теорией движения Луны занимались Гиппарх и Птолемей, Ньютон и Эйлер, Клеро, Лаплас и другие выдающиеся астрономы и математики.

В современной теории основные параметры, описывающие движение Луны — это углы  $M$  и  $M'$ , — средние аномалии Солнца и Луны,  $D$  — средняя элонгация Луны (разность средних долгот Солнца и Луны) и  $F$  — среднее расстояние Луны от восходящего узла (иногда эти углы имеют другие обозначения). В первом приближении углы, характеризующие среднее (т. е. условно равномерное) движение Солнца и Луны), изменяются пропорционально времени. Но взаимное влияние всех объектов Солнечной системы приводит к постепенному изменению орбит планет. Чтобы учесть эти

Рассмотрим геоцентрическую систему координат, в которой Земля неподвижна, а Солнце и Луна вращаются вокруг нее. Земля находится в точке  $T$ , орбита Солнца лежит в плоскости  $ETS$ , орбита Луны — в плоскости  $NTM$ . Угол между плоскостями —  $i$ , прямая  $NN'$  — линия узлов орбиты. Луч  $TE$  направлен в точку весеннего равноденствия,  $TS$  — направление на перигей Солнца,  $T — RM$  — на перигей Луны. Пусть по круговой орбите с центром, совпадающим с центром эллипса орбиты Солнца, и радиусом, равным полуоси орбиты Солнца, равномерно движется точка, прошедшая перигей одновременно с реальным Солнцем и совершающая оборот за время оборота Солнца. На рисунке эта точка обозначена буквой  $M$ . Угол  $ETS$  называется средней долготой Солнца  $L$ , угол  $PTS$  — средней аномалией Солнца  $M$ . Аналогично, средняя аномалия Луны  $M'$  — угол  $MTPM$ , средняя долгота  $L'$  — сумма углов  $ETN$  (долгота восходящего узла) и  $NTM$  (среднего расстояния Луны от восходящего узла, обозначаемого  $F$ )

изменения, в формулы для средних углов вводятся периодические поправки, пропорциональные тригонометрическим функциям времени, и вековые члены, пропорциональные второй, третьей и т. д. степеням времени. Для обеспечения высокой точности в диапазоне  $\pm 10$  тыс. лет вполне достаточно оставить только квадратичные и кубические вековые члены, тогда общая

<sup>1</sup> Продолжение. Начало см. в №№ 1, 5, 1991.

формула для вычисления любого среднего угла будет иметь вид

$$L = a_0 + a_1 \cdot T + a_2 \cdot T^2 + a_3 \cdot T^3 + \text{периодические поправки,}$$

где  $T$  — юлианское столетие, вычисленное по формуле

$$T = (JD - 2415020) / 36525$$

Долгота и широта Луны в теории выражаются в виде суммы ряда величин типа  $C_k \cdot \sin(r_k)$ , где  $C_k$  — коэффициент, а  $r_k$  — линейная комбинация углов с целыми коэффициентами. Аналогичным образом, но через ряд косинусов, выражаются параллакс и скорость движения Луны по долготе.

Мы не будем затрагивать задачу вычисления координат Луны для любого момента времени, т. к. ограниченные возможности ПМК не позволяют решить эту задачу с достаточной точностью, но воспользуемся выводами теории для понимания предлагаемой процедуры нахождения моментов фаз Луны.

Моменты средних фаз соответствуют условию  $D = 360^\circ \cdot k$ , где  $k = n + m/4$ ,  $n$  и  $m$  — целые числа,  $0 \leq m \leq 3$ . Значение  $k = n$  соответствует моменту среднего новолуния,  $k = n + 1/4$  — моменту первой четверти,  $k = n + 1/2$  — полнолуния и  $k = n + 3/4$  —

третьей четверти. Пренебрегая вековыми членами и периодическими поправками для средних фаз, получим

$$JD = 2415020 + (360 \cdot k - a_0) 36525 / a_1.$$

Теперь, подставляя коэффициенты  $a_0$  и  $a_1$  для угла  $D$  и учитывая вековые члены, наиболее значимую периодическую поправку (так называемое большое неравенство Венеры) и солнечную абберацию окончательно получаем

$$JD = 2415020,75933 + 29,53058868 \cdot k + 7,7 \cdot 10^{-11} \cdot k^2 - 8,19 \cdot 10^{-17} \cdot k^3 + 3,3 \cdot 10^{-4} \times \sin(166,56^\circ + 0,107426^\circ \cdot k - 1^\circ \cdot 5,996 \cdot 10^{-9} \cdot k^2).$$

**Программа № 4** определяет моменты средних фаз Луны. В начале работы приближенно определяется величина  $k$  для начала расчета по формуле  $k \approx (\text{год} - 1900) \cdot 12,3685$ . Так, например, для начала ноября 1992 г. «год» =  $1992 + 10/12 = 1992,8334$  и формула дает  $k = 1148,21$ . Значит, первой фазой Луны в ноябре 1992 г. будет первая четверть с  $k = 1148,25$ .

**Инструкция к программе:** В/О; ПРГ; ввести программу; FАВТ; переключатель «Р — ГРД — Г» в положение «Г», ввести данные в регистры, «год»; В/О; С/П; на

#### Программа № 4

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	Пх3	-	Пх5	*	С/П	хП2	3	0	*	Пх6
1	+	к{х}	хП0	FBх	к{х}	хП1	Пх2	Пх7	*	↑
2	к{х}	Пх0	<->	-	хП0	<->	к{х}	Пх8	<->	-
3	Пх1	+	Пх9	Пх2	Пха	*	-	Пх2	*	Пх2
4	*	+	Пхd	Пх2	Пхе	*	-	Пх2	*	Пхс
5	+	Fsin	Пхb	*	+	2	+	хП1	Пх0	2
6	-	хП0	Пх1	к{х}	Пх0	+	хП0	Пх1	к{х}	хП1
7	Пх0	ВП	3	/-/	к{х}	1	0	0	0	*
8	+	С/П	Пх2	Пх4	+	хП2	к{х}	Fх=0	92	Пх2
9	ВП	06	3	0	Пх7	-	Пх4	*	Пх1	+
10	хП1	ВП	62							

**Регистры:** 1900=P3;  $\Delta k$ =P4; 12,3685=P5; 2415020=P6;  $4,6941132 \cdot 10^{-1}$ =P7; 0,75933=P8;  $7,7 \cdot 10^{-11}$ =P9;  $8,19 \cdot 10^{-17}$ =Pa;  $3,3 \cdot 10^{-4}$ =Pb; 166,56=Pc; 0,107426=Pd;  $5,996 \cdot 10^{-9}$ =Pe

дисплее — приближенное значение  $k$ ; ближайшее или большее допустимое значение  $k$ ; С/П; на дисплее — JD (выводятся только последние три цифры целой части и дробная часть), в регистре PO — целая часть JD; С/П; на дисплее — значение JD для  $k=k+\Delta k$ . Время одного счета — около 25 с. При чтении результата следует иметь в виду, что незначащие нули справа и слева от числа на дисплей не выводятся.

Найденные значения JD для получения моментов истинных фаз должны уточняться, и уточнение будет производиться не итеративно, поэтому для значений следует сохранить 4 знака после запятой, что даст возможность определить моменты с точностью до минут. Момент средней фазы может отличаться от момента истинной фазы не более чем на 3/4 суток, поэтому, если требуется только грубая оценка момента фазы, на полученном значении JD можно остановиться.

Зная момент средней фазы, можно вычислить для него углы  $M$ ,  $M'$  и  $F$  (угол  $D$  будет кратен  $90^\circ$ ) и, просуммировав ряд, определить разность истинных долгот Солнца и Луны. Вычислив скорость движения Луны относительно Солнца, можно определить, через какое время будет кратна  $90^\circ$  разность их истинных долгот. Оказывается, эта поправка тоже может быть представлена в виде суммы ряда, включающего косинусы и (только для первой и третьей четвертей) косинусы различных линейных комбинаций  $M$ ,  $M'$  и  $F$  с целыми коэффициентами.

Для вычисления требуемых углов напишем выражение для них через параметр фазы  $k$  (периодическими поправками пренебрежем)

$$L = a_0 + a_1 \cdot k + a_2 \cdot k^2 + a_3 \cdot k^3$$

коэффициенты  $a_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1

Угол	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$
$M$	259,2242	29,10535608	$-2,177 \cdot 10^{-11}$	$-1,8 \cdot 10^{-15}$
$M'$	306,0253	385,81691806	$7,02 \cdot 10^{-9}$	$6,5 \cdot 10^{-15}$
$F$	21,2964	390,67050646	$-1,08 \cdot 10^{-9}$	$-1,3 \cdot 10^{-15}$

### Программа № 5

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	xΠ0	3	6	0	xΠd	0	xΠ4	κΠx4	2	9
1	ΠΠ	83	Πx3	Πx5	/-/	Πxc	I	.	4	*
2	/-/	ΠΠ	94	Πx2	+	Πxe	+	ΠΠ	85	С/Π
3	κΠx4	Πx7	ΠΠ	83	Πx8	Πxb	6	.	5	*
4	Πxc	5	*	ΠΠ	94	Πx6	+	Πxe	+	ΠΠ
5	85	С/Π	κΠx4	Πx7	5	+	ΠΠ	83	Πxa	Πxb
6	/-/	Πxc	/-/	ΠΠ	94	Πx9	+	Πxe	+	ΠΠ
7	85	$F \sin$	$\kappa x $	Πxe	2	*	С/Π	Πx0	ΠxI	+
8	xΠ0	БΠ	05	Πx0	*		Πxd	÷	$\kappa(x)$	Πxd
9	*	-	xΠe	В/0	Πx0	*	+	Πx0	*	+
10	Πx0	*	В/0							

Регистры:  $\Delta k = P1$ ;  $359,2242 = P2$ ;  $1,0535608 \cdot 10^{-11} = P3$ ;  
 $2,177 \cdot 10^{-15} = P5$ ;  $306,0253 = P6$ ;  $385 = P7$ ;  $8,1691806 \cdot 10^{-9} = P8$ ;  
 $21,2964 = P9$ ;  $6,7050646 \cdot 10^{-9} = Pa$ ;  $1,08 \cdot 10^{-9} = Pb$ ;  $1,3 \cdot 10^{-15} = Pc$



**Программа № 5** для заданных значений  $k$  вычисляет углы  $M$ ,  $M'$  и  $2 \cdot F$  (т.к. для вычисления поправки требуется только удвоенное значение  $F$ ). Некоторая сложность заключается в том, что при умножении  $a_1$  на  $k$  может получиться слишком большое значение, при этом значащие цифры после запятой будут потеряны. Поэтому вычисление производится так:  $k$  умножается на целую часть  $a_1$ , результат приводится к диапазону  $0^\circ - 360^\circ$  (для отрицательных  $k$ , соответственно, к диапазону  $-360^\circ - 0^\circ$ ), для этого служит подпрограмма с начальным адресом 83. Далее к результату прибавляется значение полинома, приведенного к виду:

$$((a_3 \cdot k + a_2) \cdot k + a_1) \cdot k,$$

где  $a_1 = \text{frac}(a_1)$ ). Такая процедура вычисления полинома называется схемой Горнера. Она реализована в подпрограмме с начальным адресом 94. После этого к результату добавляется значение  $a_0$  и результат снова приводится к диапазону  $0^\circ - 360^\circ$  или  $-360^\circ - 0^\circ$ . Для этого опять происходит обращение к подпрограмме приведения, но входом в нее уже служит адрес 85 — не выполняется умножение значения в регистре  $X$  на  $k$ . Такие подпрограммы с несколькими входами используются чаще всего, когда для получения результата различные входные данные процедуры должны быть предварительно обработаны разными спо-

собами. Например, если в программе требуется вычислить сложную тригонометрическую функцию, и в качестве аргумента в ряде вызовов используются градусы, а в ряде радианы, функцию делают с двумя входами — для градусов и для радианов. Правда, современные правила хорошего стиля программирования рекомендуют избегать написания таких процедур, но ограниченность памяти ПМК вынуждает иногда использовать их.

При вычислении угла  $2F$  дополнительно находится и выводится в регистр  $Y$  модуль синуса  $F$ . Если при расчете  $F$  для новолуния или полнолуния  $|\sin(F)| \leq 0,36$ , это означает, что возможно солнечное или лунное затмение. Более подробно предвычисление затмений будет рассмотрено в следующей статье.

**Инструкция к программе:** В/О; ФПРГ; ввести программу; FАBT; переключатель «Р — ГРД — Г» в положение «Г», ввести данные в регистры, В/О;  $k$ ; С/П; на дисплее — значение  $M$ , в P4—1; С/П; на дисплее — значение  $M'$ , в P4—2; С/П; на дисплее — значение  $2F$ ;  $\leftrightarrow$ ; на дисплее — модуль синуса  $F$ , в P4—3. Далее — определение углов для  $k = k + \Delta k$ .

Время определения каждого угла — около 20 с, угол  $2F$  лежит в диапазоне  $0^\circ - 720^\circ$  или  $-720^\circ - 0^\circ$ . Значения углов должны быть записаны с точностью до четырех знаков после запятой.

### Программа № 6

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	Px4	Px3	Px5	*	-	Px0	Fsin	*	Px0	2
1	*	Fsin	Px6	*	+	Px1	Fsin	Px7	*	-
2	Px1	2	*	xPe	Fsin	Px8	*	+	Px2	Fsin
3	Pxa	*	+	Px0	Px1	+	Fsin	Pxb	*	-
4	Px0	Px1	-	Fsin	Pxc	*	-	Px2	Px0	+
5	Fsin	Px2	Px0	-	Fsin	-	Px1	3	*	Fsin
6	-	Px9	*	+	Px2	Px1	+	Fsin	Pxd	Px9
7	-	*	-	Px2	Px1	-	Fsin	Pxd	*	+
8	Px0	Pxe	+	Fsin	Pxd	2	÷	*	+	С/П

Регистры:  $M = P0$ ;  $M' = P1$ ;  $2 \cdot F = P2$ ;  $k = P3$ ;  $0,1734 = P4$ ;

$3,177 \cdot 10^{-7} = P5$ ;  $0,0021 = P6$ ;  $0,4068 = P7$ ;  $0,0161 = P8$ ;  $0,0004 = P9$ ;

$0,0104 = Pa$ ;  $0,0051 = Pb$ ;  $0,0074 = Pc$ ;  $0,001 = Pd$

Программа № 7

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	Px4	Px3	Px5	*	-	Px0	Fsin	*	Px0	2
1	*	Fsin	Px2	Px1	-	Fsin	+	Px6	*	+
2	Px1	Fsin	Px7	*	-	Px1	2	*	xΠe	Fsin
3	Px8	*	+	Px2	Fsin	Pxa	*	+	Px0	Px1
4	+	Fsin	Pxb	*	-	Px0	Px1	-	Fsin	Pxc
5	*	-	Px1	3	*	Fsin	Px2	Px0	-	Fsin
6	+	Px0	Pxe	-	Fsin	-	Px0	Fcos	$\begin{vmatrix} + \\ - \end{vmatrix}$	7
7	$\begin{vmatrix} - \\ + \end{vmatrix}$	Px9	*	-	Px2	Px0	+	Fsin	Px2	Px1
8	+	Fsin	2	*	-	Px0	Pxe	+	Fsin	+
9	Px0	2	*	Px1	+	Fsin	-	Px1	Fcos	$\begin{vmatrix} + \\ - \end{vmatrix}$
10	Pxd	*	+	C/Π						

Регистры: M=P0; M =PI; 2\*F=P2; k=P3; 0,172I=P4;  
 3,23\*10<sup>-7</sup>=P5; 0,002I=P6; 0,628=P7; 0,0089=P8; 0,0004=P9;  
 0,0079=Pa; 0,0119=Pb; 0,0047=Pc; 0,0003=Pd

Формулы для вычисления поправок к моментам средних фаз достаточно громоздки и приводить их здесь мы не будем, т. к. при написании программы были использованы практически те же формулы, что приведены в книге Ж. Мееса. Однако, для сокращения объема требуемой памяти и числа шагов программы, члены с одинаковыми коэффициентами были сгруппированы, а в вековом члене в качестве множителя

использовалось не юлианское столетие T, а параметр фазы k.

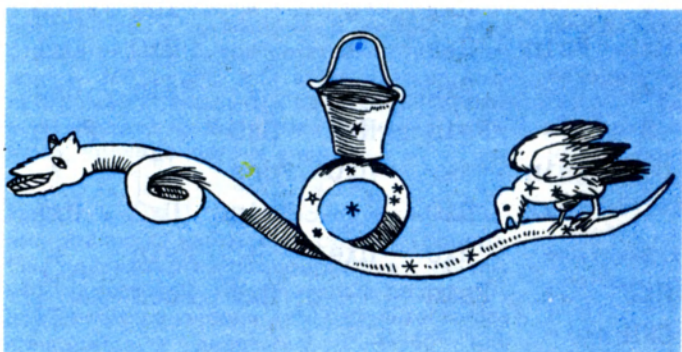
Программа № 6 служит для вычисления поправок к моментам новолуния и полнолуния. Аналогичная программа № 7 имеет два варианта — для первой и третьей четвертей. Верхние символы на шагах 68, 70 и 99 программы № 7 относятся к варианту для первой четверти, нижние — для третьей четверти.

k	JD	M	M'	2F	sin(F)	ΔJD	дата	Е. Т.	Е. Т.
1140 (ср. фазы) + 244800+									(АЕД)
8,25	929,2576	299,4493	160,3107	97,4080	-	-0,3754	2.11	9 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	9 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup>
8,5	936,6402	306,7256	256,7650	292,7133	0,554	0,2499	10.11	9 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup>	9 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup>
8,75	944,0229	314,0020	353,2192	488,0785	-	-0,0365	17.11	11 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	11 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>
9,0	951,4055	321,2783	89,6734	683,4138	0,314	-0,5222	24.11	9 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup>	9 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup>
9,25	958,7882	328,5546	186,1277	158,7490	-	-0,0265	2.12	6 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup>
9,5	966,1708	335,8310	282,5819	354,0843	0,052	0,3167	9.12	23 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup>	23 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup>
9,75	973,5535	343,1073	19,0361	549,4195	-	-0,2517	16.12	19 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup>	19 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup>
10,0	980,9361	350,3837	115,4904	24,7548	0,214	-0,4055	24.12	0 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup>	0 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup>

(1150)

# Легенды о звездном небе

## Чаша



Созвездия Чаша, Ворона и Гидры из «Математической космографической книги» П. Апиана (P. Apiani. *Matematici Cosmographicus Liber*, 1520)

В небесной чаше, как гласит предание древних шумеров, владычица всех природных стихий Тиамат смешивала тучи, дожди и ветер для огромной птицы — корвуса-ворона. Именно с этим преданием, полагают некоторые исследователи, и связаны названия двух соседних созвездий Южного полуша-

рия — Чаша и Ворона. По ассирийско-вавилонскому мифу, небесную чашу от Тиамат унаследовала богиня Иштар. Она превратила ее в сокровищницу плодородия, и древние египтяне считали, что когда появляется на небе Чаша, Нил до краев наполняется водами, предвещая плодородный год.

Геродот сообщал, будто при легендарном скифском царе Таргитае на землю скифов упала с неба золотая чаша, и как позже думали греки, упала именно с того

места, где сейчас располагается созвездие Чаша.

Существовало и много других представлений о Чаше. Она виделась как кубок вина: кубок Икаррия, индийский кубок Сома, кубок Ноя... В средние века в названии созвездия и звезд появились Чаша мук Господа, Чаша Иосифа, апокалиптическая Чаша гнева, Чаша Ильи. Китайцы в созвездии Чаша признавали злую небесную собаку, которая приносит катастрофическую темень, затмения и препятствует рождению мальчиков (для китайской семьи самое большое несчастье).

Но самыми популярными стали две легенды — о Чаше Аполлона и Чаше Медеи. В первой из них рассказывается о том, как бог солнца хотел совершить жертвоприношение, но это ему не удалось из-за нерадивости его же собственной священной птицы Ворона. Белоснежный ворон не принес воду

**Инструкция к программам:** В/О; ФПРГ; ввести программу; FАBT; переключатель «Р — ГРД — Г» в положение «Г», ввести данные в регистры; В/О; С/П; на дисплее — значение поправки. Время счета: программа № 6 — около 40 с, № 7 — около 50 с.

При многократном применении этих двух программ следует иметь в виду, что зависимость результата от параметра  $k$  в РЗ крайне слабая. Это означает, что рассчитывая поправки к моментам фаз, например, на год, можно ввести в РЗ параметр  $k$  для начала года и в дальнейшем не изменять его. Вообще, работать со всеми программами этой статьи удобнее, рассчитывая фазы Луны сразу на некоторый промежуток времени (например, на год), тогда потери времени на

набор и отладку программ минимальны. Используя калькулятор МК-61, автор за 2—3 часа рассчитал фазы Луны на весь 1992 г., при этом отклонение полученных моментов от приведенных в «Астрономическом Ежегоднике» ни разу не превысило двух минут. Таблица с расчетом фаз Луны на ноябрь — декабрь 1992 г. приводится в качестве контрольного примера к программам, при этом в последнем столбце для контроля приведены данные из «Астрономического Ежегодника» на 1992 г.

При расчете для отдельных эпох в полученные моменты необходимо ввести поправку за неравномерность вращения Земли (Земля и Вселенная, 1991, № 5).

священного источника и явился с пустой чашей. В наказание бог поместил ворона на небе рядом с наполненной водой чашей, чтобы он мучился жаждой, не смея напиться (Земля и Вселенная, 1991, № 3, с. 88.— Ред.).

По второй легенде в этом созвездии увековечена Чаша Медеи. У афинского царя Эгея не было наследника. Будучи в Трезене, Эгей сблизился с Этрой, дочерью царя Питфея, от которой ждал сына. Уходя обратно в Афины, он оставил под огромной скалой свой меч и сандали. Если родится сын — наказал Эгей — он должен сдвинуть скалу, взять меч и сандали и направиться к отцу в Афины. И в самом деле у Этры родился сын Тезей. Возмужав, юноша сдвинул скалу, достал меч и сандали и отправился в Афины. А тем временем Эгей женился на волшебнице Медее, которая тоже обещала родить ему наследника и у которой уже был сын Мед.

Когда Тезей появился в Афинах, Медея сразу же разгадала его тайну. Опасаясь, что трон не достанется Меду, она уговорила мужа



Созвездие Чаши из «Уранометрии» Иоанна Байера, 1654 г.

отравить Тезея. Эгей согласился сделать это на пиру в храме Дельфина. Медея заранее приготовила в своей чаше отраву. Но прежде чем осушить поданный Эгеем бокал, Тезей вытащил меч, чтобы отсечь, как полагалось по ритуалу, часть зажаренного, увитого цветами быка. И тут на рукоятке меча Эгей увидел вырезанного из слоновой кости ужа — знак его рода Эрихтониидов. Узнав свой меч, он выбил отравленный кубок из рук Тезея. Разоблаченная Медея мгновенно обратилась в облако и улетучилась вместе с Медом и Чашей. С тех пор небесная Чаша Медеи напо-

минает людям о человеческом коварстве.

Созвездие Чаши имеет много латинских и иных названий с другим значением: *Patera* (Жертвенная чаша), *Vas aquarium* (Ваза для воды), *Urna* (Урна), *Calis* (Бокал), *Scyphus* (Чаша). То же самое повторяется и в названиях звезд. Алькес («Чаши» означает «кубок» (от арабского Аль Кас — мелкий сосуд). На латыни «Чаши» называлась *Fundus vasis* (Дно сосуда).

И. И. НЕЯЧЕНКО

## Информация

### Самые первые звезды

Как известно, тяжелые химические элементы являются продуктом жизнедеятельности звезд. Они выбрасываются при взрывах сверхновых, смешиваются с межзвездным газом и входят в состав звезд следующих поколений. Ясно, что чем моложе звезда, тем меньше в ее атмосфере тяжелых элементов.

В поисках звезд первого поко-

ления, вообще лишенных тяжелых элементов, астрономы Европейской южной обсерватории детально исследуют спектры звезд с помощью 3,6-метрового рефлектора, установленного в Чили. Недавно итальянские ученые П. Моларо и П. Бонифацио обнаружили две звезды, содержащие в 10 тыс. раз меньше тяжелых элементов, чем Солнце. Это раз в сто меньше, чем у самых молодых звезд шаровых скоплений, которые традиционно считались первым поколением звезд Галактики.

Любопытно, что среди всех элементов относительное содержание

элементов группы железа у вновь открытых звезд такое же, как на Солнце. Это говорит об универсальности механизмов химической эволюции вещества во Вселенной: даже самые первые сверхновые «варили» химические элементы в той же пропорции, что и в наши дни.

Удастся ли астрономам обнаружить звезды, вообще не содержащие тяжелых элементов? Эти звезды могли бы многое рассказать о рождении галактик, да и всей Вселенной. Их поиски продолжают.



# Против антинаучных сенсаций

## Прогнозы и стрессы



Начиная с весны — лета 1989 г., мне, лектору общества «Знание», на встречах со слушателями приходилось жарковато от множества вопросов. И не только мне, но и моим коллегам-сейсмологам из «главного сейсмического штаба» страны — Института физики Земли АН СССР. Накал эмоций возбудила ставшая широко известной статья в «Московском комсомольце» «Час ИКС» (19 февраля 1989 г.). Реферирова книгу шведских астрономов И. Виделиуса и П. Тукера, где упоминались сейсмические катаклизмы на Земле за последние четыре столетия, газета поведала читателям их объяснение механизма землетрясений. Солнце и планеты вращаются вокруг центра масс Солнечной системы. В зависимости от взаимного положения планет изменяется положение центра масс системы, скорость вращения Солнца и его влияние на Землю, на ее сейсмичность и вулканизм. Когда же ожидать очередного солнечного «шага не с той ноги?» — ставился вопрос. Ответ: такой шаг будет сделан в июле 1989 — январе 1991 г. «Есть данные», — указывают Виделиус и Тукер, — что зоны, традиционно считающиеся сейсмически стабильными, будут охвачены общим подъемом глобальной сейсмичности... И далее: «Во всех странах, где ядерная энергия стала неотъ-

емлемой частью энергоснабжения, возможность землетрясения следует рассматривать серьезно...»

Резон большой. И эту озабоченность разделяют наши специалисты-сейсмологи. Но ведь есть у сейсмопрогнозной «медали» и обратная сторона — паника и нервозность людей. Многие специалисты по прогнозу землетрясений, а с ними психологи и социологи сомневаются, нужно ли даже при достоверном прогнозе (пока его нет, но со временем, надеемся, будет) сообщать время толчка жителям большого города. Не вызовет ли это панику у населения и жертвы, превосходящие те, что могут принести сами землетрясения?

И вот известные сейсмологи А. В. Николаев, Г. А. Соболев, О. Е. Старовойт стали успокаивать людей с телеэкранов и страниц газет. Они объясняли, что в Москве, например «собственных» землетрясений не бывает, потому что этот город находится в асейсмичной зоне, волны же от удаленных эпицентров неопасны. Что трансконтинентальные разломы в земной коре под Москвой — древние, и, стало быть, «замерзшие», пассивные. И что совпадения пиков одиннадцатилетнего и векового цикла солнечной активности уже бывали в прошлом — например, в 1957 г., но никаких катаклизмов тогда не наблюдалось. Даже одиозный «парад планет» 1982 г. не привел к гиперсейсмичности.

«...На днях «Московский комсомолец» поднял тревогу. Ну разве так можно! Гласность же не отменяет научную этику, ответственность, здравый смысл, наконец», — писал 5 марта 1989 г. в «Социалистической индустрии» профессор А. В. Николаев. И что же? Через три месяца «Московский комсомолец» повторил сеанс «шоковой терапии», опубликовав подборку на всю полосу: «Кто же предскажет «Час ИКС»?»

Однако лето 1989 г., как и последующие, прошло без всяких сейсмических ЧП и «часов ИКС».

Но история с «теневыми прогнозами» не закончилась — своеобразный «второй фронт» открыли специалисты с учеными степенями. Вот, например, как развивалась

одна из «сейсмо-трагикомедий». Заведующий кафедрой сварки металлов Тульского политехнического института О. В. Мартынов утверждал после Спитакского землетрясения, что он умеет предсказывать землетрясения за две недели. Междуведомственный совет по сейсмологии и сейсмостойкому строительству АН СССР (МССС) попросил профессора О. В. Мартынова представить его методику. Последовало долгое молчание, и вдруг 16 июня 1989 г. «Правда» разразилась сенсационной статьей «Завтра будет землетрясение». Трое корреспондентов, посетившие некую лабораторию, восхваляли таинственного Олега Викторовича, который якобы предвидел Спитакское и многие другие землетрясения. Причем прогнозы якобы были одобрены ИФЗ АН СССР. Институт подтверждений не давал, и не мудрено, ведь говорилось, что в течение двух суток где-то произойдет толчок с магнитудой 5, а таких толчков на Земле совершается несколько сотен в год. Но за ирреальный «метод разомкнутых систем» и «окутанную проводами (секретную) бочку» Олег Викторович получил от «самого» Николая Ивановича вполне реальные рубли, и в изрядном количестве («Правда», 16 июня 1989 г.).

Держа в руках статью, сотрудники ИФЗ посетили заместителя главного редактора «Правды» Д. Валового (к тому же одного из авторов статьи 16 июня 1989 г.). Тот был явно смущен неточностями и согласился участвовать в телепрограмме «Добрый вечер, Москва», дабы дезавуировать эти неточности. ИФЗ предложил Мартынову выступить на семинаре, но он отказался.

Щедро авансированный, О. В. Мартынов до дебатов с коллегами не снисходил. Поддержанный НПО «Волна» Минсвязи СССР, он организовал сеть наблюдений со своими приборами, так и не запатентованными. И от «Волны» Минсвязи побежали волны дезинформации и паники из Тульского эпицентра в разные стороны. Осенью 1989 г. на улицах Алма-Аты расклеивались предупреждения о грозящей катастрофе, ползли слухи: «Мартынов предсказывает...»

Под новый 1990 г., (а потом и 1991-й) с детьми на руках покинули дома жители Петропавловска-Камчатского — самодеятельные сейсмологи из Минсвязи напророчили катастрофу на канун новогоднего праздника. Только после выступления по телевидению директора Института вулканологии члена-корреспондента АН СССР С. А. Фэдотова люди успокоились.

Весной 1990 г. О. В. Мартынов начал новую сейсмопрогнозную «атаку» на жителей Алма-Аты. Он сообщил, что, имея его методику, алмаатинцы пока могут спать







спокойно, и... назначил землетрясение на 12—15 марта. А когда оно не произошло, сказал корреспонденту «Казахстанской правды»: «Никаких прогнозов я не давал».

Пришлось выступить в печати членам-корреспондентам В. Н. Страхову и А. В. Николаеву («Труд», 23 марта 1990 г., статья А. Ефимьева): «Кто ответит за необдуманные ложные прогнозы, которые заполнили страну? Институт физики Земли одолели звонки по поводу открытия Мартынова. Непосвященные спрашивают: правда ли это? Неправда. Всегда неправда, если сведения исходят от непрофессионалов...»

И лишь тогда в Тульском политехническом потребовали от Олега Викторовича объяснений. А в Москве, в Агентстве печати «Новости» состоялась пресс-конференция ведущих сейсмологов страны. В ней участвовали: директор ИФЗ АН СССР В. Н. Страхов, его заместители — А. В. Николаев и доктор физико-математических наук Г. А. Соболев, представители Межведомственного совета по сейсмологии и сейсмостойкому строительству, Госстроя. В зале — столичная пресса.

Вот выдержки из выступлений авторитетных ученых.

#### **В. Н. Страхов:**

— После Спитака и Сан-Франциско очень остро встал вопрос о социальном аспекте прогноза землетрясений — программе сейсмической безопасности. Между тем, дестабилизируя и без того сложную обстановку, как грибы после дождя появляются у нас многочисленные предсказатели. Особенно активны О. В. Мартынов, Э. И. Несмеянович, В. Н. Иваненков.

Что же касается существа научного предвидения момента землетрясения, то регулярного прогноза ни одна страна в мире не имеет, хотя количество отдельных оправдавшихся предупреждений растет. Будем надеяться, что за 10—15 лет проблема будет в той или иной степени разрешена.

В Академии наук СССР и министерствах работают над программой прогноза около двух тысяч сотрудников. Пока эффективность мала из-за отсутствия современной наблюдательной техники, отсутствия систем связи и обработки информации. Роковой Спитак что-то сдвинул в этом отношении. Мы работаем по научно-технической программе «Сейсмичность», объединившей сейсмологов всей страны. В 1989 г. создана Государственная комиссия по предупреждению и ликвидации последствий стихийных бедствий. Речь идет о включении Концепции Риска в хозяйственный механизм,

установлении имущественной ответственности, формировании сил быстрого реагирования.

Жаль, но приходится говорить и об ответственности прессы — она подчас увеличивает «предсказателей». Прессе не стоит быть опрометчивой.

#### Г. А. Соболев:

— Есть два сорта предсказателей землетрясений. Первые искренне хотят помочь: звонят в Комиссию по прогнозу землетрясений Межведомственного совета по сейсмологии и сейсмостойкому строительству АН СССР. Эти прогнозы регистрируются, невзирая на их априорную очевидную несостоятельность, и, действительно, они не оправдываются на 99 %. Все они, как правило, основываются на гравитационном взаимодействии планет, т. е. методе, который принципиально не может указать место будущего толчка. Но мы приветствуем такие усилия. Хотя они почти безрезультатны, но во всяком случае не опасны.

Положение гораздо серьезнее, когда прогнозы дают ученые. Ведь убедить людей в несостоятельности предрекааний околонуучных оракулов сравнительно легко. Но опровергнуть необоснованный прогноз, сделанный ученым, гораздо сложнее. И сейсмологам приходится прикладывать большие усилия, чтобы ликвидировать последствия таких прогнозов.

Опубликованные в «Московском комсомольце» материалы о сейсмическом «Часе ИКС» возбудили бурную деятельность сейсмических прорицателей (иначе их не назовешь). И основание для такой деятельности — несовершенство науки о прогнозе землетрясений. Чем же сегодня она располагает? Геофизические приборы следят за деформацией земной коры, изменениями магнитного и электрического поля, выявлены многие предвестники. Однако с удачами соседствуют ошибки, случаются досадные «просмотры». Словом, из-за отсутствия надежной службы информации и опыта конкретного предсказания официальный прогноз времени толчка у нас не дается. В Китае государственная служба прогноза уже существует, она использует мощные ЭВМ, обрабатывающие информацию в реальном времени. Начиная с успешного прогноза землетрясения 1975 г., китайские сейсмологи предсказали уже семь землетрясений.

В нашей стране разработана методика районирования сейсмически опасных зон на ближайшие годы (долго- и среднесрочный прогноз). В трех из таких зон на Кавказе землетрясения уже состоялись, включая Спитакское в 1988 г. Подчеркиваю, что

точный момент их не назывался. Правда, было несколько удачных прогнозов. Первый — прогноз Алтайского землетрясения (ноябрь 1978 г.): вначале назвали долгосрочную зону, затем была дана телеграмма за сутки до толчка. Другое предсказание — землетрясение 1986 г. в Карпатах. И еще пятибалльный толчок в марте 1989 г. — в 40 км от Фрунзе.

#### А. В. Николаев:

— Самодеятельные прогнозисты активно занимаются саморекламой. В этом им помогает пресса, падкая на сенсации. Так бывало и в США, и в Японии, и в других странах. Теперь там пресса «подросла», вопрос о прогнозной информации взят под контроль. Но это было сделано лишь после перуанской драмы в 1980 г.

Что же случилось тогда? Американский сейсмолог Б. Брэди высказал предположение, что в Перу возможна сейсмическая катастрофа. И хотя коллеги с ним не согласились, Брэди оповестил перуанскую прессу. Поднялась паника: «Землетрясение приближается!» Из Перу стали уезжать люди, сократился поток туристов. Никакого землетрясения не произошло, а страна понесла миллиардные убытки. Брэди к ответственности привлечь не смогли — не было соответствующих законов. Но после этого случая ООН подняла вопрос об этических нормах прогноза землетрясений. Специальный семинар ЮНЕСКО в 1982 г. рекомендовал ученым и властям не разглашать научную информацию прогнозного характера, касающуюся территории иностранного государства. Это — профессиональная тайна, ее могут сообщать друг другу лишь специалисты.

Подобная профессиональная тайна должна сохраняться и внутри страны — проверенную экспертами прогнозную информацию ученый обязан передать правительству. Опубликовав прогноз, власти берут на себя всю полноту ответственности. Вот почему в АН СССР существует специальная система прохождения прогнозной информации. Экспертиза осуществляется в Межведомственном совете по сейсмологии и сейсмостойкому строительству. К сожалению, эти правила нарушаются. Специалисты не сохраняют тайну, власти не знают, что делать, а для самодеятельных предсказателей «закон не писан».

Кто ответит за необдуманные, ложные прогнозы землетрясений, которые заполонили страну? Институту физики Земли АН СССР приходится постоянно вести борьбу со слухами и теми, кто их распространяет.



И пресса здесь играет не последнюю роль. Как выяснилось, многие журналисты даже не знакомы с Обращением ООН, касающимся этических норм прогноза землетрясений. Пресса, того, конечно, не желая, часто создает стрессовые ситуации; пресса же, мы полагаем, должна и исправить положение...

У каждой эпохи — свои приметы. В наше тревожное, полное крутых перемен время появление всякого рода предсказателей и прорицателей — отнюдь не неожиданность. Измученные хлынувшими на них известиями о бедствиях, катастрофах, катаклизмах люди полны тревожных ожиданий и предчувствий. А это и есть благодатная почва, на которой произрастают самодельные прогнозисты, гадалки, теле- и радиоцелители.

Только знания о землетрясениях, умение правильно вести себя в условиях приближающегося толчка и после него помогут снять далеко не всегда обоснованные страхи, избежать паники.

Необходима пропаганда геонаучных знаний, развитие сейсмической (элемент общей) культуры. Люди могут не сомневаться в гармонии и благонамеренности Природы («Бог изощрен, но не злонамерен» — А. Эйнштейн), а должны внимательно и заботливо взаимодействовать с Землей, не нарушая экологического равновесия. Тогда и Природа раскроет свои сокровенные законы, и человек сможет воспользоваться ее дарами. Это и дает основание для геооптимизма.

\* \* \*

Пока готовился к печати этот материал, произошли события, еще раз показавшие, насколько большую роль играет ответственность сейсмологов. В октябре 1991 г. в Чечено-Ингушетии, и без того переполненной социально-политическими страстями, был объявлен краткосрочный прогноз разрушительного землетрясения. В эпицентр волнений прибыл директор ИФЗ АН СССР В. Н. Страхов. По возвращении он поделился своими впечатлениями: «Рабочая группа, созданная МССС, ознакомилась с материалами, которые были положены в основу прогноза, причем прогноза очень «острого», ведь было сказано, что разрушительное землетрясение в Чечено-Ингушетии произойдет в ночь с 23 на 24 октября. Почти половина жителей города Грозного провела ночь на улице, была приостановлена работа ряда предприятий, что нанесло ущерб не менее миллиона рублей.

Однако, по мнению всех членов рабочей группы, а также некоторых местных специалистов, основания для такого прогноза, да еще с полной гарантией, было явно недостаточно. И, действительно, землетрясение не состоялось.

Подобные неоправдавшиеся прогнозы даются уже не в первый раз. И потому главное сейчас — предотвратить в будущем прогнозы, даваемые отдельными учеными. Они должны даваться ответственными группами специалистов».

И. Н. ГАЛКИН

Рис. Ю. В. ТРОФИМОВА

## К ПОДПИСЧИКАМ «ЗЕМЛИ И ВСЕЛЕННОЙ»

**Дорогие друзья и коллеги! Резкое повышение стоимости бумаги, полиграфических работ и услуг печати ввергло наш журнал в бездну убыточности, из которой нам без вашей помощи не выбраться.**

**Мы вынуждены пока лишь символически поднять со второго полугодия (с № 4, 1992) цену на наш самый дешевый научно-популярный журнал. Просим подписчиков в марте с. г. уточнить цену по новому каталогу и сделать, если понадобится, соответствующую доплату по месту подписки.**

**В очень ограниченную розничную продажу журнал поступит по цене, которая тоже будет указана в каталоге.**

**И еще: журнал нуждается в спонсорской поддержке. Будем благодарны за предложения.**

## Книги о Земле и небе

### С точки зрения историка

Издательство Московского университета выпустило книгу А. И. Еремеевой и Ф. А. Цицина «История астрономии». В основу ее лег курс истории астрономии, который вот уже около 10 лет читают авторы студентам университета. В результате получился хороший учебник, ставший библиографической редкостью сразу же после выхода в свет.

К истории науки существуют разные методы подхода. Так, известный культуролог XX в. О. Шпенглер связывал представления того или иного цикла развития цивилизации с характеризующим его общим восприятием действительности, например, представление о пространстве и времени или первоосновы мира как идеи или материи и т. п. Соответственно наука в рамках одного цикла проходила стадии развития и упадка, оставаясь чуждой другим цивилизациям с их особыми уникальными структурами. Другая концепция исходит из представления о прогрессивном характере исторического развития (хотя и с периодами регресса), что предполагает и прогресс в познании мира, т. е. в науке. Некоторые приверженцы данной концепции склонны вообще отрицать существование науки в полном значении этого слова до Галилея или даже Ньютона, считая, что о науке можно говорить лишь с начала изобретений технически совершенных инструментов и введением все более точных математических методов и моделей.



Иные авторы признают известные заслуги за учеными более ранних стадий истории человечества, отмечая те их положения, которыми смогла воспользоваться современная наука.

Такое более или менее снисходительно-пренебрежительное отношение к древней, в частности античной, науке делает труднообъяснимыми несомненные технические достижения греко-римского мира и еще менее понятной роль, которую наука, в частности астрономия, играла в мировоззрении, в системе ценностей античного человека, системе, во многом определившей философию и этику европейцев нового и новейшего времени.

Книга А. И. Еремеевой и Ф. А. Цицина выгодно отличается от работ, построенных на вышеупомянутых концепциях. История астрономии дается в ней как история развития представлений о мире с древнейших времен

до наших дней. Авторы рассказывают о самых ранних наблюдениях людей за небесными явлениями, затем дают астрономические картины мира ранних цивилизаций Египта, Месопотамии, Индии, Китая, Центральной Америки (на примере майя) и доводят изложение до открытий и теорий XX века. Авторы показывают разницу между конкретными знаниями людей той или иной эпохи, реальными возможностями в наблюдениях небесных явлений, оформлением этих наблюдений в теорию и создавшейся умозрительной картиной мира у данного народа в данную эпоху. Первое определялось уровнем развития техники и знаний, необходимых для создания астрономической теории (математики, оптики и т. п.). Знания эти накапливались из века в век, передавались и совершенствовались новыми поколениями. Здесь прогресс, притом все более ускоряющийся, несомненен. Но картина мира зависела не только от этого прогресса, но и от общих, глубинных основ культуры и идеологии тех, кто эту картину создавал.

А. И. Еремеева и Ф. А. Цицин избегают крайностей — концепции отсутствия связи и преемственности между отдельными циклами культур и концепции изолированности науки от общих характеристик того или иного социального организма.

Для историка книга интересна и поучительна. Она дает яркую, наглядную картину состояния науки в раз-

личные эпохи. Авторы отказываются от часто встречающегося абсолютного противопоставления мифологического и научного видения мира, принимая тезис о существовании некой науки, точного постижения реального мира и практического использования этого постижения на самых ранних этапах жизни человека.

Хорошо показано, каким образом именно астрономия стала одним из основных элементов построения картины мира, менявшейся с изменением условий жизни и мышления людей. В этом отношении большой интерес представляют главы, посвященные античности, т. к. на примере античного мира особенно четко прослеживается связь астрономической картины мира с другими компонентами мировоззрения. Роль науки в данной идеологической системе и определяет задачи, цель, движение науки. Для грека и римлянина главным руководством в жизни было учение о том, как сделать человека счастливым, хорошим

гражданином города, членом коллектива, добросовестно выполняющим свой долг. Этому была призвана учить философия, а задачей науки (помимо практических задач) было создать картину мира, подкрепляющую ту или иную философскую школу. При разных конкретных точках зрения основной целью было показать целесообразность, гармоничность мирового устройства, его подчинение строгому закону, превосходство целого над частью.

В этой картине могли быть не очень важны такие, с нашей точки зрения, первостепенные моменты, как гелио- и геоцентризм, множественность миров и уникальность мира, имеющего центром Землю, признание или отрицание божества, материи как первоосновы и т. п. — на всех этих постулатах можно было обосновать гармоничность мира и правящих им законов.

К сожалению, авторы опустили Рим, придерживаясь распространенного мнения, что Рим только заимствовал достижения эллинизма, сам

ничего не дав. Это, однако, не совсем верно. Римляне издавна имели свою астрономию, видимо, родившуюся из потребностей сельского хозяйства, а затем ставшую необходимой частью их жизни и деятельности. Астрономия была обязательной частью мировоззрения людей разного уровня и разных времен. Цицерон в «Сне Сципиона» из устройства мира выводил идею бессмертной души и посмертной награды героям, души которых живут в Млечном Пути. Поэт конца I в. н. э. Стаций в стихах на смерть отца утешал себя уверенностью, что душа отца, избавившись от уз тела, узнает, что такое Бог, и как устроена Вселенная.

Такова была роль картины мира в жизни людей, что вполне согласуется с идеями, лежащими в основе книги А. И. Еремеевой и Ф. А. Цицина.

В. Л. ШТАЕРМАН

## Аэрокосмическое образование

### Продолжает работать заочная радишкола «Вперед, на Марс!»

Молодежь, интересующаяся проблемами космоса, не может оставаться равнодушной к достижениям зарубежной космонавтики. В США запущен и работает космический телескоп им. Э. Хаббла, осуществляются такие важные и интересные проекты, как «Магеллан», «Галилей» и др.), Китай и Индия построили уже по три космодрома и ста-

новятся значительными космическими державами. Франция и Германия также осознали пользу, которую приносят людям космические исследования. Спутники запускают Бразилия, Израиль, Индия и многие другие страны. А вот у нас в последнее время делаются попытки ограничить, сдержать давно наметившуюся тенденцию к непрерывному развитию космонавтики под предлогом ее якобы экономической неэффективности. Не напоминает ли это усилия тех высокопоставленных политиков и философов, которые в недавнем прошлом старательно душили «в интересах народа» генетику и кибернетику?

1992 год объявлен ООН Международным годом космоса. Это хороший повод для того, чтобы

лишний раз задуматься о судьбе отечественной космонавтики, возможных путях ее развития с учетом происходящей сейчас конверсии. Этим и обусловлен подбор вопросов и задач нашего очередного тура.

Тур XIV

Задание 43.

Предложите и постарайтесь обосновать расчетами различные варианты конверсии ракетной техники (не обязательно для космических целей)

Задание 44.

Составьте хронологическую таблицу выхода советских космонавтов в открытое космическое пространство

Задание 45.

Посчитайте коэффициенты полезной нагрузки советских и зарубежных ракет-носителей и сравните их эффективность.

Г. А. ПОЛТАВЕЦ,  
доктор технических наук,  
профессор

Продолжение. Начало см. 1989, № 5, с. 15; 1990, № 5, с. 78, № 6, с. 68; 1991, № 2, с. 83; № 6, с. 60.



## В помощь лектору

# Космонавты СССР

Со времени полета Ю. А. Гагарина 71 советский космонавт побывал на орбите<sup>1</sup>.

В 1961—1963 годах для полетов использовались шесть одноместных кораблей «Восток». Перед этим в процессе летно-конструкторских испытаний (ЛКИ) было выведено на орбиту пять таких аппаратов в беспилотном варианте, которые в этом случае назывались кораблями-спутниками. В 1964 и 1965 годах было запущено с экипажами по одному многоместному кораблю «Восход». С 1967 г. начал эксплуатироваться корабль «Союз» с экипажем от одного до трех человек. На этапе ЛКИ для отработки бортовых систем с 1966 по 1974 год было запущено 13 беспилотных кораблей «Союз» под обозначениями «Космос-133, -140, -186, -188, -212, -213, -238, -496, -573, -613, -638, -656, -672». 30 октября 1967 г. впервые осуществлена автоматическая стыковка двух вышеупомянутых спутников — «Космос-186» и «Космос-188», а позже, в апреле 1968 г., состыковались «Космос-212» и «Космос-213». Всего до 1981 г. включительно на орбиту было выведено 40 кораблей серии «Союз», из которых три беспилотных («Союз-2, -20, -34»). Один из запусков оказался аварийным (в таблице он обозначен «Союз-18А»), при этом полет В. Г. Лазарева и О. Г. Макарова продолжался 21 мин 27 с, была достигнута высота 192 км.

16 декабря 1979 г. стартовал беспилотный корабль новой модификации «Союз Т», и до 1986 г. выведено на орбиту 14 пилотируемых аппаратов с экипажами из двух-трех космонавтов.

21 мая 1986 г. стартовал в беспилотном варианте корабль новой модификации «Союз ТМ» (в дальнейшем он запускался с экипажем и успешно эксплуатируется в настоящее время). Транспортные грузопассажирские корабли типа «Союз» первых двух модификаций использовались для доставки и смены экипажей орбитальных станций «Салют» и «Салют-3, -4, -5, -6, -7», а для транспортно-технического обеспечения станции «Мир» и сейчас применяются грузопассажирские корабли «Союз ТМ». Следует отметить, что при сохранении внешних форм, основных массовых и габаритных характеристик указанные три модификации кораблей серии «Союз» существенно отличаются составом бортовых систем и аппаратурой. Это позволило заметно улучшить показатели их эффективности и технические возможности.

Корабли «Союз-16» (ЛКИ) и «Союз-19» запускались в рамках советско-американской программы «Союз—Аполлон».

Обобщенную картину сказанного содержат таблицы № 1 и № 2.

ТАБЛИЦА 1

СОВЕТСКИЕ КОСМИЧЕСКИЕ КОРАБЛИ

Наименование кораблей	«Восток»	«Восход»	«Союз»	«Союз Т»	«Союз ТМ»	Всего
Выведено на орбиту с экипажем	6	2	37	14	11	70
Количество человеко-полетов	6	5	75	36	29	151
Число космонавтов:						
— советских	6	5	40	24	19	71
— иностранных	—	—	9	2	6	16
Годы эксплуатации:	1961/1963	1964/1965	1967/1981	1979/1986	1986/1991	1961/1991

<sup>1</sup> Все сведения в этом информационном материале даны на 1 сентября 1991 г.



## КОСМОНАВТЫ СССР (1961—1991 ГГ.)

Порядковый номер космонавта		Фамилия, имя, отчество, ученая степень	Дата и год рождения	Число полетов	Годы старта и полета	Космический аппарат (корабль, орбитальная станция)	Чем занят в настоящее время
в мире	в СССР						
79	36	кtn АКСЕНОВ Владимир Викторович	1.2.1935	2	1976 1980	Союз-22 Союз Т-2 + Салют-6	Ген. директор НПО «Планета»
123	55	кtn АЛЕКСАНДРОВ Александр Павлович	20.2.1943	2	1983 1987	Союз Т-9 + Салют-7 Союз ТМ-3 + Мир	Рук. ЛИС НПО «Энергия»
71	30	кtn АРТЮХИН Юрий Петрович	22.7.1930	1	1974	Союз-14 + Салют-3	Сотрудник НПО «Молния»
248	71	АРЦЕБАРСКИЙ Анатолий Павлович	9.9.1956	1	1991	Союз ТМ-12 + Мир	Сотрудник ЦПК
137	57/58	кtn АТЬКОВ Олег Юрьевич	9.5.1949	1	1984	Союз Т-10/Т-11 + Салют-7	Зав. отделом ВКНЦ
238	70	АФАНАСЬЕВ Виктор Михайлович	31.12.1948	1	1990/91	Союз ТМ-11 + Мир	Сотрудник ЦПК
226	68	БАЛАНДИН Александр Николаевич	30.7.1953	1	1990	Союз ТМ-9 + Мир	Сотрудник НПО «Энергия»
14	10	БЕЛЯЕВ Павел Иванович	26.6.1925	1	1965	Восход-2	Умер 10.1.1970
32	12	кtn БЕРЕГОВОЙ Георгий Тимофеевич	15.4.1921	1	1968	Союз-3	Консультант ДВФ «Босфор-В»
107	51/53	БЕРЕЗОВОЙ Анатолий Николаевич	11.4.1942	1	1982	Союз Т-5/Т-7 + Салют-7	Сотрудник ЦПК
9	5	кtn БЫКОВСКИЙ Валерий Федорович	2.8.1934	3	1963 1976 1978	Восток-5 Союз-22 Союз-31/29 + Салют-6	В отставке
182	59	кtn ВАСЮТИН Владимир Владимирович	8.3.1952	1	1985	Союз Т-14/Т-13 + Салют-7	Зам. нач. факультета ВВА
201	62/61	ВИКТОРЕНКО Александр Степанович	29.3.1947	2	1987 1989/90	Союз ТМ-3/ТМ-2 + Мир Союз ТМ-8 + Мир	Сотрудник ЦПК
143	58/56	ВОЛК Игорь Петрович	12.4.1937	1	1984	Союз Т-12 + Салют-7	Начальник ОКПКИ ЛИИ
183	60	ВОЛКОВ Александр Александрович	27.5.1948	2	1985 1988/89	Союз Т-14/Т-13 + Салют-7 Союз ТМ-7 + Мир	Командир отряда в ЦПК
42	20	кtn ВОЛКОВ Владислав Николаевич	23.11.1935	2	1969 1971	Союз-7 Союз-11 + Салют	Погиб 30.6.1971
35	14	кtn ВОЛЫНОВ Борис Валентинович	18.12.1934	2	1969 1976	Союз-5 + (Союз-4) Союз-21 + Салют-5	Вице-президент РФСМ
1	1	ГАГАРИН Юрий Алексеевич	9.3.1934	1	1961	Восток	Погиб 27.3.1968
82	39	кtn ГЛАЗКОВ Юрий Николаевич	2.10.1939	1	1977	Союз-24 + Салют-5	Зам. нач. ЦПК
43	21	ГОРБАТКО Виктор Васильевич	3.12.1934	3	1969 1977 1980	Союз-7 Союз-24 + Салют-5 Союз-37/36 + Салют-6	Нач. факультета ВВИА
75	34	д. ф.-м. ГРЕЧКО Георгий Михайлович	25.5.1931	3	1975 1977/78 1985	Союз-17 + Салют-4 Союз-26/27 + Салют-6 Союз Т-14 + Салют-7	Заведующий лабораторией ИФА АН СССР
74	33	ГУБАРЕВ Алексей Александрович	29.3.1931	2	1975 1978	Союз-17 + Салют-4 Союз-28 + Салют-6	В отставке
73	32	кtn ДЕМИН Лев Степанович	11.1.1926	1	1974	Союз-15	В отставке

Порядковый номер космонавта		Фамилия, имя, отчество, ученая степень	Дата и год рождения	Число полетов	Годы старта и полета	Космический аппарат (корабль, орбитальная станция)	Чем занят в настоящее время
в мире	в СССР						
86	43/42	ДЖАНИБЕКОВ Владимир Александрович	13.5.1942	5	1978 1981 1982 1984 1985	Союз-27/26 + Салют-6 Союз-39 + Салют-6 Союз Т-6 + Салют-7 Союз Т-12 + Салют-7 Союз Т-13 + Салют-7	Начальник управления ЦПК
52	24	ДОБРОВОЛЬСКИЙ Георгий Тимофеевич	1.6.1928	1	1971	Союз-11 + Салют	Погиб 30.6.1971
13	9	дмн ЕГОРОВ Борис Борисович	26.11.1937	1	1964	Восход	Директор НПЦ ИМБТ
37	16	дтн ЕЛИСЕЕВ Алексей Станиславович	13.7.1934	3	1969 1969 1971	Союз-5/4 Союз-8 Союз-10 + (Салют)	Верховный Совет СССР
78	35	ЖОЛОбОВ Виталий Михайлович	18.6.1937	1	1976	Союз-21 + Салют-5	Зав. кафедрой ГК и АКС
80	37	ЗУДОВ Вячеслав Дмитриевич	8.1.1942	1	1976	Союз-23	Сотрудник ЦПК
88	44	ИВАНЧЕНКОВ Александр Сергеевич	28.9.1940	2	1978 1982	Союз-29/31 + Салют-6 Союз Т-6 + Салют-7	Зам. нач. отделения НПО «Энергия»
98	48	КИЗИМ Леонид Денисович	5.8.1941	3	1980 1984 1986	Союз Т-3 + Салют-6 Союз Т-10/Т-11 + Салют-7 Союз Т-15 + Мир + Салют-7	Зам. нач. ГЦ КИКА МО
69	28	КЛИМУК Петр Ильич	10.7.1942	3	1973 1975 1978	Союз-13 Союз-18 + Салют-4 Союз-30 + Салют-6	Зам. нач. ЦПК
83	40	квн КОВАЛЕНКО Владимир Васильевич	3.3.1942	3	1977 1978 1981	Союз-25 Союз-29/31 + Салют-6 Союз Т-4 + Салют-6	Командир войсковой части
11	7	КОМАРОВ Владимир Михайлович	16.3.1927	2	1964 1967	Восход Союз	Погиб 24.4.1967
209	66	КРИКАЛЁВ Сергей Константинович	27.8.1958	2	1988/89 1991	Союз ТМ-7 + Мир Союз ТМ-12 + Мир	Сотрудник НПО «Энергия»
40	18	ктн КУБАСОВ Валерий Николаевич	7.1.1935	3	1969 1975 1980	Союз-6 Союз-19 + Аполлон Союз-36/35 + Салют-6	Зам. нач. отделения НПО «Энергия»
200	61/62	ЛАВЕЙКИН Александр Иванович	21.4.1951	1	1987	Союз ТМ-2 + Мир	Сотрудник НПО «Энергия»
64	26	ЛАЗАРЕВ Василий Григорьевич	23.2.1928	(2)	1973 1975	Союз-12 (Союз-18А)	Умер 31.12.90
70	29	дтн ЛЕБЕДЕВ Валентин Витальевич	14.4.1942	2	1973 1982	Союз-13 Союз Т-5/Т-7 + Салют-7	Директор геоинформационного центра АН СССР
204	64/63	ЛЕВЧЕНКО Анатолий Семенович	21.5.1941	1	1987	Союз ТМ-4/ТМ-3 + Мир	Умер 6.8.1988
15	11	ктн ЛЕОНОВ Алексей Архипович	30.5.1934	2	1965 1975	Восход-2 Союз-19 + Аполлон	Зам. нач. ЦПК
91	45	ЛЯХОВ Владимир Афанасьевич	20.7.1941	3	1979 1983 1988	Союз-32/34 + Салют-6 Союз Т-9 + Салют-7 Союз ТМ-6/ТМ-5 + Мир	Сотрудник ЦПК

Порядковый номер космонавта		Фамилия, имя, отчество, ученая степень	Дата и год рождения	Число полетов	Годы старта и полета	Космический аппарат (корабль, орбитальная станция)	Чем занят в настоящее время
в мире	в СССР						
65	27	кtn МАКАРОВ Олег Григорьевич	6.1.1933	(4)	1973 1975 1978 1980	Союз-12 (Союз-18А) Союз-27/26 + Салют-6 Союз Т-3 + Салют-6	Зам. нач. отделения НПО «Энергия»
95	47/46	МАЛЫШЕВ Юрий Васильевич	27.8.1941	2	1980 1984	Союз Т-2 + Салют-6 Союз Т-11/Т-10 + Салют-7	Сотрудник ЦПК
229	69	МАНАКОВ Геннадий Михайлович	1.6.1950	1	1990	Союз ТМ-10 + Мир	Сотрудник ЦПК
203	63/65	МАНАРОВ Муса Хираманович	22.3.1951	2	1987/88 1990/91	Союз ТМ-4/ТМ-6 + Мир Союз ТМ-11 + Мир	Сотрудник НПО «Энергия»
5	3	кtn НИКОЛАЕВ Андрян Григорьевич	5.9.1929	2	1962 1970	Восток-3 Союз-9	Первый зам. нач. ЦПК
53	25	ПАЦАЕВ Виктор Иванович	19.6.1933	1	1971	Союз-11 + Салют	Погиб 30.6.71
207	66/67	дмн ПОЛЯКОВ Валерий Владимирович	27.4.1942	1	1988/89	Союз ТМ-6/ТМ-7 + Мир	Зам. директора ИМБП
93	46/47	ПОПОВ Леонид Иванович	31.8.1945	3	1980 1981 1982	Союз-35/37 + Салют-6 Союз-40 + Салют-6 Союз Т-7/Т-5 + Салют-7	Нач. управления вооружения ВВС
6	4	кtn ПОПОВИЧ Павел Романович	5.10.1930	2	1962 1974	Восток-4 Союз-14 + Салют-3	Директор ВНИЦ
81	38	РОЖДЕСТВЕНСКИЙ Валерий Ильич	13.2.1939	1	1976	Союз-23	Нач. управления ЦПК
85	42	РОМАНЕНКО Юрий Викторович	1.8.1944	3	1977/78 1980 1987	Союз-26/27 + Салют-6 Союз-38 + Салют-6 Союз ТМ-2/ТМ-3 + Мир	Нач. управления ЦПК
51	23	кtn РУКАВИШНИКОВ Николай Николаевич	18.9.1932	3	1971 1974 1979	Союз-10 + (Салют) Союз-16 Союз-23	Зам. нач. отделения НПО «Энергия»
84	41	РЮМИН Валерий Викторович	16.8.1939	3	1977 1979 1980	Союз-25 Союз-32/34 + Салют-6 Союз-35/37 + Салют-6	Зам. генерального конструктора НПО «Энергия»
100	50	дфмн САВИНЫХ Виктор Петрович	7.3.1940	3	1981 1985 1988	Союз Т-4 + Салют-6 Союз Т-13/Т-14 + Салют-7 Союз ТМ-5/ТМ-4 + Мир	Ректор МИИГАиК
111	53/52	кtn САВИЦКАЯ Светлана Евгеньевна	8.8.1948	2	1982 1984	Союз Т-7/Т-5 + Салют-7 Союз Т-12 + Салют-7	Сотрудник НПО «Энергия»
72	31	кtn САРАФАНОВ Геннадий Васильевич	1.1.1942	1	1974	Союз-15	В отставке
47	22	кtn СЕВАСТЬЯНОВ Виталий Иванович	8.7.1935	2	1970 1975	Союз-9 Союз-18 + Салют-4	Сотрудник НПО «Энергия»
110	52/51	кtn СЕРЕБРОВ Александр Александрович	15.2.1944	3	1982 1983 1989/90	Союз Т-7/Т-5 + Салют-7 Союз Т-8 Союз ТМ-8 + Мир	Сотрудник НПО «Энергия»

Порядковый номер космонавта		Фамилия, имя, отчество, ученая степень	Дата и год рождения	Число полетов	Годы старта и полета	Космический аппарат (корабль, орбитальная станция)	Чем занят в настоящее время
в мире	в СССР						
205	65/64	СОЛОВЬЕВ Анатолий Яковлевич	16.1.1948	2	1988	Союз ТМ-5/ТМ-4 + Мир	Сотрудник ЦПК
136	56/57	СОЛОВЬЕВ Владимир Алексеевич	11.11.1946	2	1984 1986	Союз ТМ-9 + Мир Союз Т-10/Т-11 + Салют-7 Союз Т-15 + Мир + Салют-7	РПК «Мир», НО НПО «Энергия»
99	49	кнн СТРЕКАЛОВ Геннадий Михайлович	28.10.1940	(5)	1980 1983 1983 1984 1990	Союз Т-3+ Салют-6 Союз Т-8 (Союз Т-10А) Союз Т-11/Т-10 + Салют-7 Союз ТМ-10 + Мир	Командир отря- да космонавтов НПО «Энергия»
10	6	кнн ТЕРЕШКОВА Валентина Владими- ровна	6.3.1937	1	1963	Восток-6	Сотрудник ЦПК
118	54	ТИТОВ Владимир Георгиевич	1.1.1947	(3)	1983 1983 1987/88	Союз Т-8 (Союз Т-10А) Союз ТМ-4/ТМ-6 + Мир	Сотрудник ЦПК
2	2	кнн ТИТОВ Герман Степанович	11.9.1935	1	1961	Восток-2	Первый зам. нач. КЧ МО
12	8	дтн ФЕОКТИСТОВ Константин Петрович	7.2.1926	1	1964	Восход	Профессор МГУ
41	19	кнн ФИЛИПЧЕНКО Анатолий Васильевич	26.2.1928	2	1969 1974	Союз-7 Союз-16	Зам. директора ОКБ ТСО
36	15	кнн ХРУНОВ Евгений Васильевич	10.9.1933	1	1969	Союз-5/4	В отставке
34	13	кнн ШАТАЛОВ Владимир Александр- ович	8.12.1927	3	1969 1969 1971	Союз-4 + (Союз-5) Союз-8 Союз-10 + (Салют)	Начальник ЦПК
39	17	кнн ШОНИН Георгий Степанович	3.8.1935	1	1969	Союз-6	В отставке

**Примечание 1.** Рассмотрим пример расшифровки сведений, содержащихся в таблице № 2. В. В. Аксенов — 79-й по счету среди всех участников космических полетов в мире и 36-й космонавт СССР. Он участвовал в полетах кораблей «Союз-22» и «Союз Т-2», во втором полете была осуществлена стыковка с орбитальной станцией «Салют-6». Указанная нумерация соответствует порядку стартов. Однако в Советском Союзе звание «Летчик-космонавт СССР» присваивается после возвращения с орбиты на Землю, в соответствии с этим ведется и нумерация космонавтов. Например, А. Н. Березовой вместе с В. В. Лебедевым стартовал на корабле «Союз Т-5» 13 мая 1982 г. Они работали на станции «Салют-5», когда 19 августа к ним был направлен корабль «Союз Т-7» с экипажем посещения в составе Л. И. Попова, А. А. Сереброва и С. Е. Савицкой. Этот экипаж вернулся на Землю 27 августа в спускаемом аппарате корабля «Союз Т-5», а Березовой с Лебеде-

вым остались на орбите до 10 декабря и возвращались на «Союзе Т-7». Поэтому, во втором столбце таблицы у Березовой фигурирует номер 51/53, т. е. ему присвоено «советский космический номер» 53, хотя стартовал он 51-ым. Соответственно у Сереброва записано 52/51 и у Савицкой 53/52. Если космонавт прибыл на станцию в одном корабле, а возвращался на Землю в другом, то используется дробная нумерация, например, у О. Ю. Атькова записано «Союз Т-10/Т-11». Если название орбитальной станции указано в скобках, то это означает, что корабль состыковался, но космонавт в станцию не переходил. В скобках указано количество полетов с учетом аварийного старта. Например, О. Г. Макаров участвовал в трех орбитальных полетах и одном аварийном.

Обозначение в скобках «Союз Т-10А» с индексом А указывает, что данный пуск был аварийным. На ракете-носителе 26 сентября 1983 г. возник пожар (когда она



находилась на стартовом комплексе), космонавты В. Г. Титов и Г. М. Стрекалов были эвакуированы с помощью системы аварийного спасения.

Отметим, что большинство космонавтов ведет большую общественную работу, например, многие из них — народные депутаты СССР, республик и местных советов. Терешкова В. В. возглавляет Союз советских обществ дружбы и культурных связей с зарубежными странами. Н. Н. Рукавишников — председатель Федерации космонавтики СССР. А. А. Серебров — президент Молодежного аэрокосмического общества «Союз». П. Р. Попович — президент Ассоциации музеев космонавтики СССР. А. А. Леонов — сопредседатель международной Ассоциации участников космических полетов, а О. Г. Макаров — председатель советской секции в ней.

#### Примечание 2

В таблице № 2 приняты следующие сокращения:

- ВВС — Военно-воздушные силы,  
ВВА — Военно-воздушная академия им. Ю. А. Гагарина,  
ВВИА — Военно-воздушная инженерная академия им. Н. Е. Жуковского,  
ВКНЦ — Всесоюзный кардиологический научный центр  
ВНИЦ — Всесоюзный научно-исследовательский центр агропромышленного комплекса СССР («АИУС — Агроресурсы»),  
ГК и АКС — (кафедра) геодезии, картографии и аэрокосмической съемки Киевского филиала Института повышения квалификации Министерства геологии СССР,  
ГЦ КИКа МО — Главный центр Командно-измерительного комплекса Министерства обороны СССР,  
ДВФ — Дальневосточная фирма «Босфор-В» при детском фонде им. В. И. Ленина,

- ДМН, ДТН,  
ДФМН — доктора медицинских, технических, физико-математических наук,  
ИМБП — Институт медико-биологических проблем,  
ИФА — Институт физики атмосферы АН СССР,  
квн, кмн, ктн,  
кпн — кандидаты военных, медицинских, технических, психологических наук,  
КЧ МО — Космические части Министерства обороны СССР,  
ЛИС — летно-испытательная служба,  
МГТУ — Московский государственный университет им. Н. Э. Баумана,  
МИИГАиК — Московский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии  
НПЦ ИМБТ — Научно-производственный центр Института медицинской биотехнологии,  
НПО — научно-производственное объединение,  
ОКБ ТСО — опытно-конструкторские бюро технических средств обучения (г. Харьков)  
ОКПКИ ЛИИ — отраслевой комплекс подготовки космонавтов-испытателей Летно-исследовательского института им. М. М. Громова,  
РПК «Мир»,  
НО — руководитель полета комплекса «Мир», начальник отделения,  
РФСМ — Российская федерация международного сотрудничества,  
ЦПК — Центр подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина

А. Г. ПОЛТАВЕЦ  
Г. А. ПОЛТАВЕЦ

Сдано в набор 13.11.91. Подписано в печать 09.01.92. Формат бумаги 70×100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Офсетная печать. Усл.-изд. л. 10,5. Усл.-печ. л. 9,4. Усл.-кр.-отт. 845 тыс. Бум. л. 3,0. Тираж 28930 экз. Зак. 1817.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука»  
117810, ГСП-1, Москва, Мароновский пер., 26.

Ордена Трудового Красного Знамени Чеховский полиграфический комбинат  
Министерства печати и информации Российской Федерации  
142300, г. Чехов Московской области

## Фотографируют любители астрономии



Объект M42 в созвездии Ориона. Объектив МС ЗМ-5А (F=1 м, 1:10), t=60 мин. Ноябрь 1990 г.



Галактика M31 в созвездии Андромеды. Объектив МС ЗМ-5А, t=60 мин. Ноябрь 1990 г.



Объекты скопления X и h Персея. Объектив МС ЗМ-5А (F=500 мм, 1:8), экспозиция t=20 мин. Ноябрь 1990 г.



Туманности M8 («Лагуна») и M20 («Трехраздельная») в созвездии Стрельца. Объектив МС ЗМ-5А. T=20 мин. Август 1991 г.

Снимки получены на г. Майданак московским любителем астрономии А. В. Поповым (129327, Москва, ул. Ленская, д. 8, корп. 2, кв. 2). Использовалась гиперсенситивизированная водородом пленка «Ektachrome-400».





ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“

ЦЕНА 90 КОП

ИНДЕКС 70336