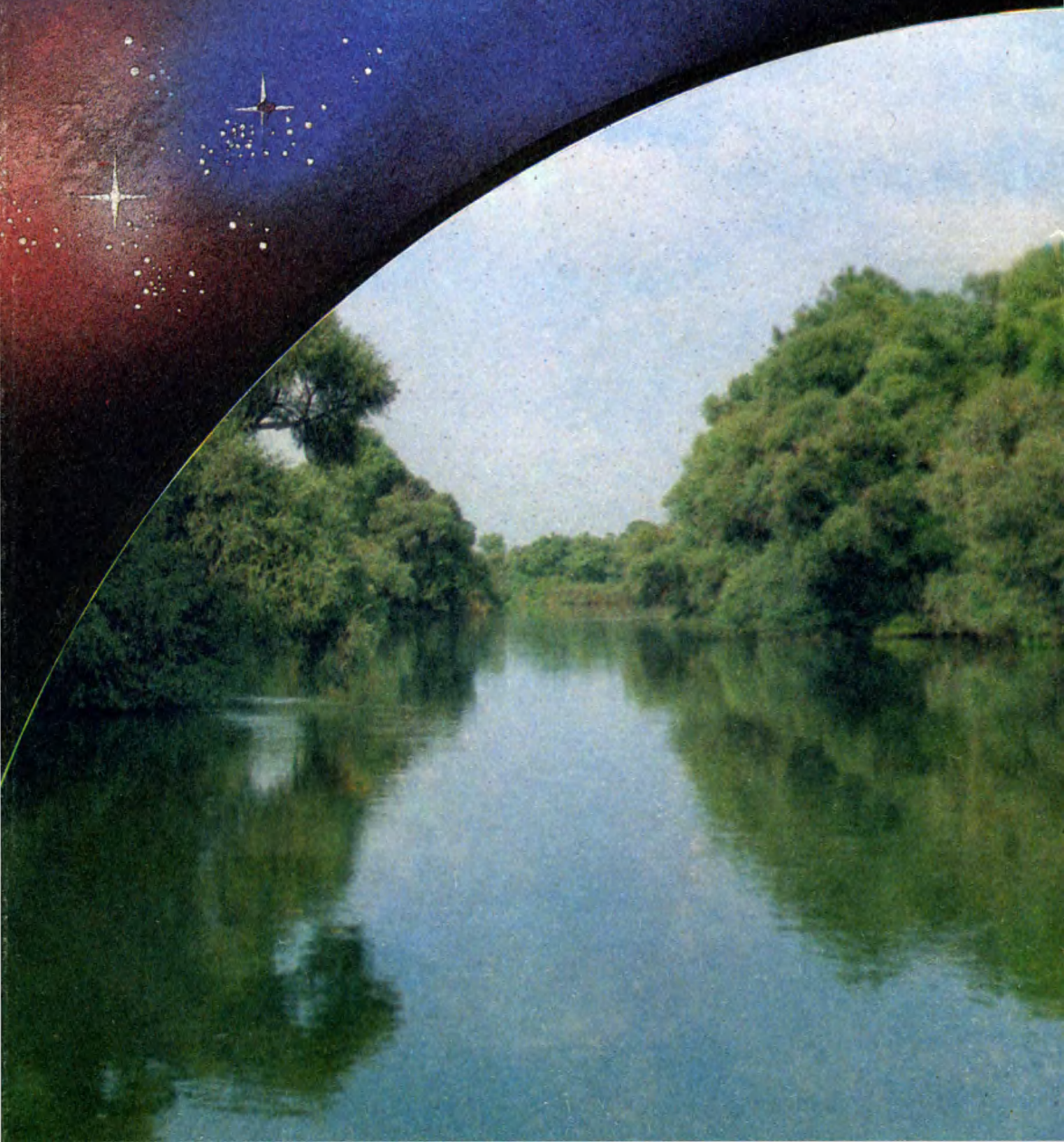


ЗЕМЛЯ И ЮЛЬ-АВГУСТ 4/90

ISSN 0044-3948

КОСМОНАВТИКА  
АСТРОНОМИЯ  
ГЕОФИЗИКА

ВСЕЛЕННАЯ







Общий вид обсерватории Джантар-Мантар и инструмент Самрат-Янтра

---



Инструмент Мисра Янтра

---



Инструменты Джей-Пракаш Янтра и Рама Янтра (на заднем плане)

---



Вид поселка Нени Тал

---



Встреча на обсерватории Нени Тал. Справа доктор Синвал, слева — доктор Махеш Пандей

---

Фото к ст. Н. П. Грушинского «Фрагменты истории индийской астрономии» (см. стр. 54)

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



# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

## Редакционная коллегия:

Главный редактор  
Член-корреспондент АН СССР  
**В. К. БАЛАКИН**  
Зам. главного редактора  
Член-корреспондент АН СССР  
**В. М. КОТЛЯКОВ**  
Зам. главного редактора  
Кандидат педагогических наук  
**Е. П. ЛЕВИТАН**  
Доктор географических наук  
**А. А. АКСЕНОВ**  
Академик  
**В. А. АМБАРЦУМЯН**  
Академик  
**А. А. БОЯРЧУК**  
Член-корреспондент АН СССР  
**Ю. Д. БУЛАНЖЕ**  
Кандидат технических наук  
**Ю. Н. ГЛАЗКОВ**  
Доктор физико-математических наук  
**А. А. ГУРШТЕЙН**  
Доктор физико-математических наук  
**И. А. КЛИМИШИН**  
Доктор физико-математических наук  
**Л. И. МАТВЕЕНКО**  
Доктор физико-математических наук  
**И. Н. МИНИН**  
Доктор физико-математических наук  
**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 МССР  
**А. Д. УRSУЛ**  
Доктор физико-математических наук  
**А. М. ЧЕРЕПАЩУК**  
Доктор физико-математических наук  
**В. В. ШЕВЧЕНКО**  
Кандидат географических наук  
**В. Р. ЯЩЕНКО**

## В номере:

- 3 ЛЮТЫЙ В. М., ЧЕРЕПАЩУК А. М. Новое о спектрах ядер активных галактик  
8 АВДУЕВСКИЙ В. С., СЕНКЕВИЧ В. П. Советская космонавтика: достижения и перспективы  
47 ХЕГАЙ В. В. Возможные ионосферные предвестники землетрясений

## ЭКОЛОГИЯ

- 22 Спасти Волгу

## ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ

- 26 Гиндилис Л. М. Миллиметровый радиотелескоп РТ-70

## СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 32 БАЛАШОВ Ю. В. Антропный принцип в космологии: 16 лет спустя  
37 БОЧКАРЕВ Н. Г., СУРДИН В. Г. Создано Астрономическое общество СССР  
41 ГЛАЗКОВ Ю. Н. Конгресс в Эр-Рияде

## ЗАРУБЕЖНАЯ АСТРОНОМИЯ

- 54 ГРУШИНСКИЙ Н. П. Фрагменты истории индийской астрономии

## ЭКСПЕДИЦИИ

- 59 ОЗМИДОВ Р. В. В энергоактивном районе океана

## ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

- 65 БРОНШТЭН В. А. Восстанавливая страницы истории. Очерк четвертый. Иосиф Клейбер и Анатолий Вильев  
70 ОСТРОВЕРХОВ С. С. Календарь и счет времени в древней Ольвии  
**ГОТОВИТСЯ К ПЕЧАТИ**

- 75 ПЛАТОВ Ю. В., РУБЦОВ В. В. НЛО: от полемики к исследованиям  
**ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ**

- 85 ПОНОМАРЕВ В. С. Излучение Солнца и тектоники Земли

## ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 90 МАРТЫНЕНКО В. В., ЛЕВИНА А. С., ГРИЩЕНЮК А. И., СУХОВ Д. Г. Персенды в 1988 и 1989 годах

## ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ

- 98 ВАСИЛЕНКО Н. П. Работы клуба «Сириус»

## КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 103 ШОЛПО В. Н. Меняющийся облик Земли

## КОСМИЧЕСКАЯ ПОЭЗИЯ

- 105 Владимир Высоцкий

## 108 ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ

## В КОНЦЕ НОМЕРА

- 112 ХОНОРАТА КОРНИКЕВИЧ—АНД. Академия абсурда

**НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ:** Близится новая комета [7]; Еще одно кольцо вокруг Нептуна [21]; Крупнейший детектор нейтрино [36]; Семинар в Киеве [40]; Новости зарубежной космонавтики [46]; На орбите — комплекс «Мир» [52]; День Земли [53]; Япония становится «лунной державой» [53]; Новые книги [53, 58, 74, 111]; Самые маленькие звезды [69]; Открыта новая комета [69]; Землетрясение, которое не должно было случиться [89]; Наблюдения кометы Брорзена-Меткофа [94]; Солнце в феврале—марте 1990 года [94]; Магнитное поле Урана подтверждается [97]; Астероид оказался двойным [97]; Уильям Бредфорд, знаменитый «охотник» за кометами [100]; Рождение квазаров-близнецов [101]; Столь долгое странствие к Земле [102]; Озера серы — на Земле и в космосе [102]

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

Заведующая редакцией  
**Н. Г. Мальнцук**

Научные редакторы:  
**Н. М. Дудолодов**  
(космонавтика)

**Э. К. Соломатина**  
(науки о Земле)

**Э. А. Стрельцова**  
(астрономия)

Лит. сотрудник  
**В. Ф. Блинова**

Младший редактор  
**Г. В. Матросова**

Художественный редактор  
**Е. А. Проценко**

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:  
117049, Москва,  
Мароновский пер., д. 26  
ж-л «Земля и Вселенная»  
Телефоны: 238-42-32  
238-29-66

На 1-й странице обложки: Уголок Астраханского заповедника в приморской части дельты Волги [к статье «Спасти Волгу»]. Фото ТАСС.  
На 2-й странице обложки: Фото к статье Н. П. Грушинского «Фрагменты истории индийской астрономии»

## In this issue

- 3 LYUTYI V. M., CHEREPASHYUK A. M. News on the Spectra of Nuclei of Active Galaxies  
8 AVDUEVSKY V. S., SENKEVICH V. P. Soviet Cosmonautics; Prospects and Achievements  
17 KHEGAI V. V. Possible Ionospheric Precursors of Earthquakes

## ECOLOGY

- 22 Save the Volga

## OBSERVATORIES AND INSTITUTES

- 26 GINDILIS L. M. The Millimeter Radio—Telescope PT—70

## SYMPOSIUMS, CONFERENCES, CONGRESSES

- 32 BALASHOV YU. V. The Anthropic Principle in Cosmology: 16 Years After  
37 BOCHKARYOV N. G., SURDIN V. G. The USSR Astronomical Society is Greated  
41 GLAZKOV YU. The Congress in Riyadh

## FOREIGN ASTRONOMY

- 54 GRUSHINSKY N. P. Fragments of the History of Indian Astronomy

## EXPEDITIONS

- 59 OZNIDOV R. V. In the Energetic Zone of the Ocean

## FROM THE HISTORY OF SCIENCE

- 65 BRONSHEIN V. A. Restoring the History. Essay No. 4. Iosif Kleider and Anatoly Viliev  
70 OSTROVERKHOV A. S. The Calendar and Time in Ancient Olvia

## PREPARING FOR THE PRESS

- 75 PLATOV YU. V., RUBTSOV V. V. UFO: From Polemics to Research

## HYPOTHESES, DISCUSSION, SUGGESTIONS

- 85 PONOMARYOV V. S. Sun Radiation and Earth Tectonics

## AMATEUR ASTRONOMY

- 90 MARTYNNENKO V. V., LEVINA A. S., GRISCHENYUK A. I., SYKHOV D. G. Rercriids in 1988—1989

## AMAREUR TELESCOPE MAKING

- 98 VASILENKO N. P. The Club "Sirius"

## BOOKS ABOUT THE EARTH AND THE SKY

- 103 SCHOLPO V. N. The Changing Aspect of the Earth

## COSMIC POETRY

- 105 Vladimir Vysotsky

## 108 ANSWERS TO THE READERS QUESTIONS

## AT THE END OF THE ISSUE

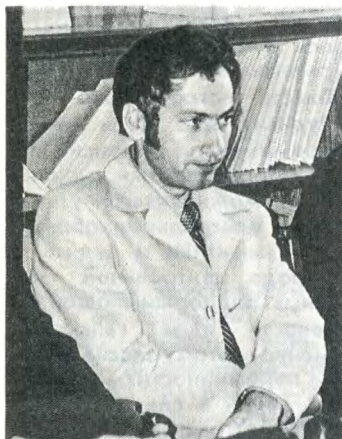
- 112 HONORATA KORNIKEVICH. And The Academy of Absurdity



# Новое о спектрах ядер активных галактик

В. М. ЛЮТЫЙ,  
доктор физико-математических наук  
ГАИШ МГУ

А. М. ЧЕРЕПАЩУК,  
доктор физико-математических наук  
директор ГАИШа МГУ



Открыта быстрая спектральная и фотометрическая переменность излучения ядер активных галактик. Интерпретация этого явления подтверждает вывод авторов о возможном существовании сверхмассивных черных дыр в ядрах активных галактик.



### КАК ОТКРЫЛИ БЫСТРУЮ ПЕРЕМЕННОСТЬ ЛИНИЙ

В спектрах активных ядер галактик выделяются эмиссионные линии водорода, гелия, углерода, азота и других химических элементов. Скорости движения вещества, определяемые по ширине этих линий, соответствуют тысячам километров в секунду. К числу галактик с активными ядрами принадлежат сейфертовские галактики, открытые в 1943 году американским астрофизиком Карлом Сейфертом (1911—1960). По виду спектра сейфертовские галактики делятся на два основных типа, которые принято обозначать Sy 1 и Sy 2. В спектрах Sy 1 все разрешенные линии очень широкие (до 20 тыс.

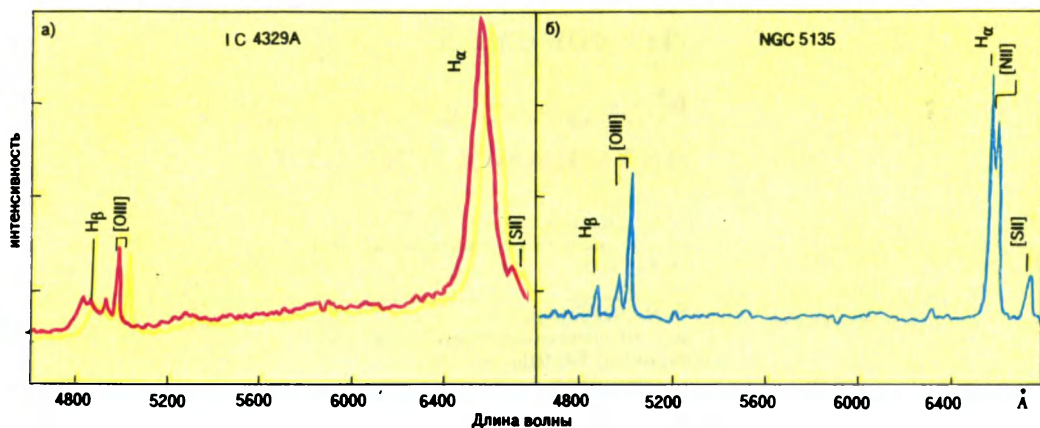
км/с). В спектрах Sy 2 разрешенные и запрещенные линии одинаково узкие. Напомним, что запрещенными называются линии, у которых вероятность соответствующих квантовых переходов мала (их нельзя наблюдать в лабораторных условиях).

Широкие разрешенные эмиссионные линии наблюдаются и в спектрах некоторых нестационарных звезд, в частности, звезд Вольфа-Райе (Земля и Вселенная, 1985, № 1, с. 16.— Ред.). Наличие таких линий — свидетельство неравновесных процессов формирования спектра в сравнительно разреженной плазме, движущейся со скоростями в тысячи километров в секунду.

Один из авторов этой статьи (А. М. Черепашчук) долго занимался исследова-

нием переменности интенсивностей эмиссионных линий в спектрах звезд Вольфа-Райе и не нашел значительной переменности линий (более 5%) в промежутках времени от минут до нескольких лет. Тем более безнадёжным делом казалось обнаружить значительную быструю переменность (порядка нескольких суток) эмиссионных линий в спектрах ядер сейфертовских галактик.

Тем не менее, в 1970 г. мы решили исследовать быструю переменность ядер сейфертовских галактик в частотах эмиссионной линии водорода  $H_{\alpha}$ , с помощью прибора, обычно применяемого для исследований звезд: узкополосного электрофотометра с интерференционным клиновым светофильтром. Нас



обнадеживало, что почти одновременно с открытием переменности ядер сейфертовских галактик в непрерывном спектре (1967—1968 гг.) французские астрономы И. Андрия и С. Суфрен сообщили о переменности эмиссионной линии в спектре ядра сейфертовской галактики NGC 3516 (за 25 лет линия  $H_{\beta}$  почти полностью исчезла). Годом раньше советские астрофизики Э. А. Дибай и В. Ф. Есипов обнаружили переменность резонансной линии Mg II в спектре квазара 3C345 (это также ядро активной галактики) за время порядка года. И вот, вдохновленные такими результатами, мы решили поискать быструю переменность линий в спектрах ядер сейфертовских галактик с теми же характерными временами, что и у звезд, то есть порядка нескольких суток.

Первые же месяцы наблюдений ядра сейфертовской галактики NGC 4151 в начале 1970 г. показали быструю переменность эмиссии линии  $H_{\alpha}$ . Однако самым удивительным оказалось то, что изменения интенсивности эмиссионной линии  $H_{\alpha}$  в точности повторяли изменения интенсивности непрерывного спектра, но с запаздыванием примерно на месяц. Мы так объяснили этот эффект: за быструю переменность интенсивности эмиссии  $H_{\alpha}$  ответственна широкая компо-

Эмиссионные линии в спектрах сейфертовских галактик а) тип Sy 1, б) тип Sy 2. Разрешенные линии  $H_{\alpha}$  и  $H_{\beta}$  в Sy 1 широкое, в Sy 2 — узкие

нента профиля этой линии, которая возникает, как было показано Э. А. Дибаем и В. И. Проником в 60-х годах, в области с наибольшей плотностью плазмы, то есть в ядре галактики. Запаздывание изменений интенсивности линии  $H_{\alpha}$  по отношению к переменной непрерывного спектра можно объяснить временем, которое необходимо, чтобы ионизирующее излучение дошло от центральной области ядра галактики до газовых облаков, излучающих в линии  $H_{\alpha}$ . Это означает, что характерные размеры области ядра галактики, излучающей в линии  $H_{\alpha}$  (широкая компонента профиля) — порядка светового месяца. Плотность плазмы в области формирования широкой компоненты эмиссии  $H_{\alpha}$  оцененная по ее минимальному времени переменности, составляет  $10^7$ — $10^8$  частиц в  $\text{см}^3$ .

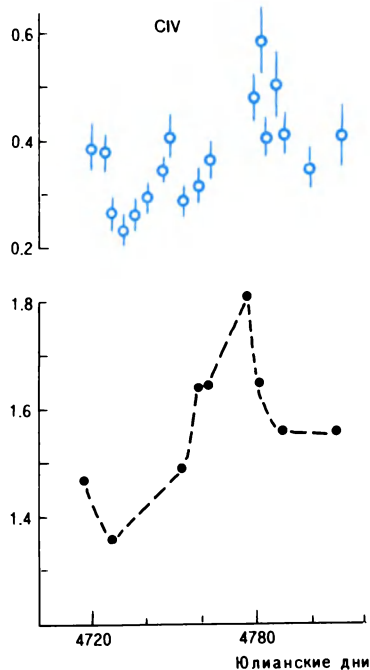
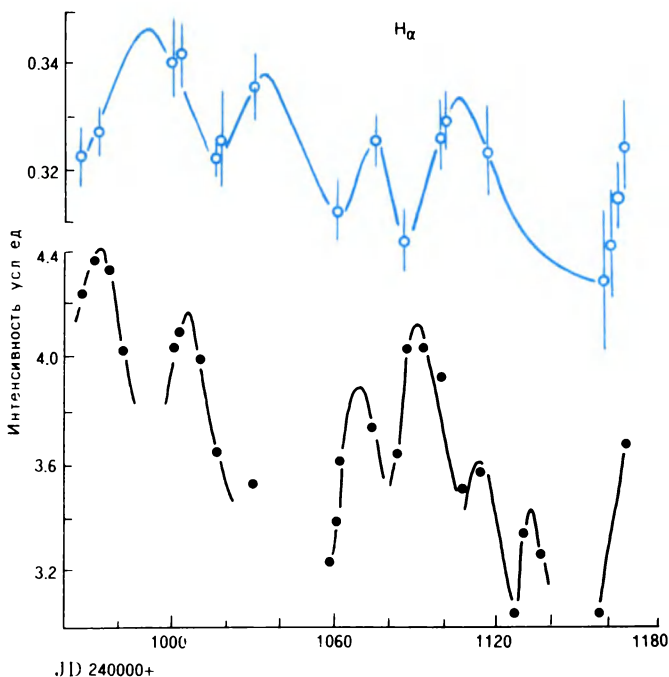
Спустя несколько лет эти результаты и их интерпретация были подтверждены многими исследователями для ряда активных галактик. За последние полтора десятилетия изучение спектральной переменности ядер ак-

тивных галактик превратилось в самостоятельную и чрезвычайно перспективную область астрофизики. Это неудивительно: ведь изучая переменность интенсивностей и профилей эмиссионных линий, можно «заглянуть» в самые центральные области ядра галактики и судить о природе центральной «машин», поддерживающей активность ядра галактики. Именно поэтому задача изучения переменности эмиссионных линий в спектрах ядер активных галактик включена как одна из важнейших в программу спектральных наблюдений космического телескопа имени Хаббла (Земля и Вселенная, 1987, № 4, с. 49.— Ред.).

#### ЧТО ДАЕТ ИЗУЧЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЕРЕМЕННОСТИ

Профиль и интенсивность эмиссионной линии определяют свечением и характером движения газовых облаков, окружающих центральный источник ядра галактики. Схематически модель ядерной области галактики можно представить следующим образом. В газовых облаках, возбуждаемых излучением центрального источника, формируются отдельные, сравнимые узкие компоненты линии. Движение облаков вызывает доплеровские смещения отдельных





компонент эмиссионной линии и ее уширение.

Таким образом, газовые облака, окружающие центральный источник — это своеобразные «пробные тела» в поле тяжести и в поле излучения центрального источника. Наблюдая переменность линии, мы исследуем движение и изменение условий возбуждения газовых облаков, что дает возможность судить о физических характеристиках центрального источника, например, о его массе, светимости и характере нестационарности. В то же время, рентгеновские наблюдения последних лет, выполненные с бортов космических аппаратов, позволяют непосредственно изучать энергетику и параметры нестационарности центрального источника. Здесь можно провести некоторую аналогию между галактическими рентгеновскими источниками (двойными системами) и внегалактическими (ядрами активных галактик). В двойных системах с рентгеновскими источниками (Земля и Вселенная, 1986, № 5, с. 18.—

Корреляция быстрой переменности линий  $H_{\alpha}$  и CIV в ядре галактики NGC 4151. Вспышки в  $H_{\alpha}$  на 20—25 дней запаздывают относительно переменности непрерывного спектра, запаздывание в CIV — меньше 10 дней

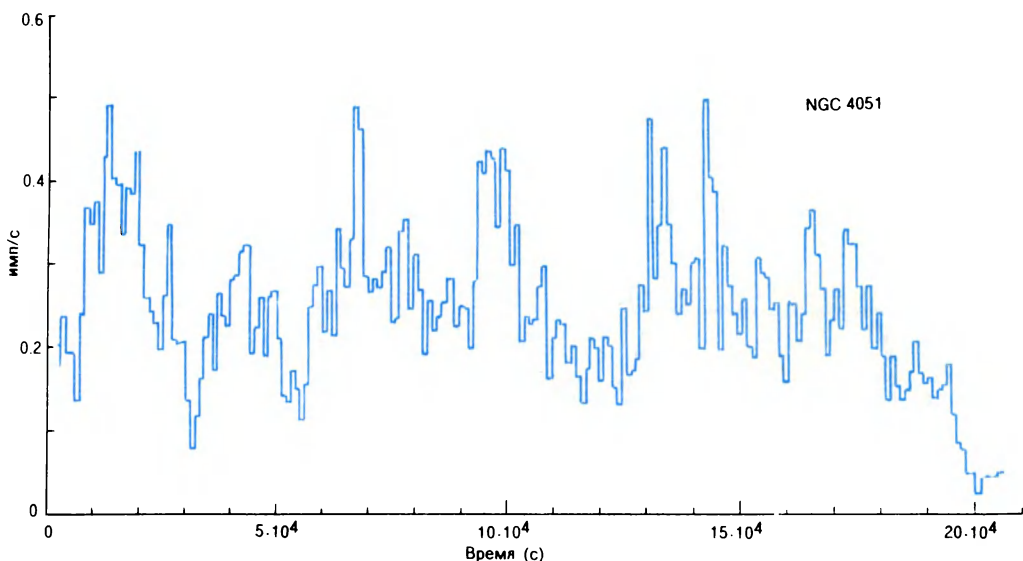
Ред.) информацию о массе, светимости и других характеристиках невидимой компоненты — рентгеновского источника — дает исследование движения, деформации и прогрева рентгеновским излучением оптической звезды. Рентгеновские и оптические наблюдения ядер активных галактик, таким образом, прекрасно дополняют друг друга и позволяют поставить задачу исследования активности галактических ядер на прочный наблюдательный базис.

#### БЫСТРАЯ ПЕРЕМЕННОСТЬ ЛИНИИ $H_{\alpha}$

С 1970 по 1976 гг. мы проводили наблюдения быстрой переменности эмиссии  $H_{\alpha}$  в спектрах сейфертовских галактик NGC 4151, NGC 3516 и NGC 1068. Для всех объектов

не только была обнаружена быстрая переменность интенсивности  $H_{\alpha}$  (на  $\sim 15\%$  за 10 дней), но оказалось, что **вспышки в линии  $H_{\alpha}$  повторяют вспышки ультрафиолетового континуума с запаздыванием на 2—4 недели.**

Наиболее простая интерпретация этого явления (переменность широкой компоненты линии), сразу же предложенная авторами, в дальнейшем подтвердилась наземными и космическими наблюдениями (на ультрафиолетовом спутнике IUE). Корреляция переменности интенсивности линии  $H_{\alpha}$  со вспышками ультрафиолетового континуума указывает на природу возбуждения эмиссионных линий — **ионизация газа ультрафиолетовыми квантами с последующим высвечиванием в линиях.** Запаздывание же вспышек в линии означает, как уже отмечалось, что область, которая эффективно излучает в линии  $H_{\alpha}$ , находится на расстоянии 2—4 световых недель от центрального источника. Следовательно, запаздывание — это, прежде все-



го, время распространения ионизирующих квантов от центрального источника до области, где возникает линия  $H_{\alpha}$ .

В дальнейшем корреляция переменности в эмиссионных линиях с переменностью ионизирующего континуума с запаздыванием, была обнаружена и для других объектов. Например, для сейфертовской галактики Аракелян 120 запаздывание переменности в линии  $H_{\beta}$  составляет около одной недели, для NGC 5548 — около 4 недель.

По наблюдениям сейфертовской галактики NGC 4151 с ультрафиолетового спутника IUE группа английских астрофизиков обнаружила, что сильная эмиссионная линия трехкратно ионизованного углерода C IV ( $\lambda=1550 \text{ \AA}$ ) меняет свою интенсивность с запаздыванием примерно на неделю относительно изменений континуума. При этом меняется именно широкая компонента линии.

У наиболее подробно исследованной сейфертовской галактики NGC 4151 у линий разных ионов обнаружено разное время запаздывания: линии высокой ионизации (ионы HeII, CIV) имеют меньшее время запаздывания (от 2 до 6 дней), чем

быстрая переменность ядра галактики NGC 4051 в рентгеновском диапазоне (2—10 кэВ). За 2 тыс. с рентгеновский поток может измениться почти в 2 раза. (По данным со спутника EXOSAT)

линии низкой ионизации Mg II,  $H_{\alpha}$  (~ 15—25 дней). Следовательно, существует стратификация ионов (разные зоны «отвечают» за излучение линий).

Быстрая переменность и очень малые размеры области, излучающей широкие спектральные линии, совершенно меняют представление о плотности среды в активных ядрах галактик. Оказывается, плотность в таких областях, излучающих широкие спектральные линии, может достигать  $10^{10}$  —  $10^{11}$  частиц в  $\text{см}^3$  (NGC 4151) и даже  $10^{12}$  частиц в  $\text{см}^3$  для ядра галактики Маркарян 509 (обычно, плотность в ядре составляет  $10^2$ — $10^4$  частиц в  $\text{см}^3$ ).

Экстремальный случай подобной быстрой переменности эмиссионных линий — изменения в континууме и линиях, происходившие в ядре NGC 4151 в апреле — июне 1984 года. Тогда во время сильного ослабления

блеска почти полностью всего за 2—3 месяца исчезла широкая компонента линии  $H_{\beta}$ . Изменились, следовательно, и условия ионизации газа, так как время движения газовых облаков в ядре составляет тысячи лет.

Надо сказать, что сейфертовские галактики — довольно далекие объекты. Они находятся на расстояниях десятков-сотен мегапарсек, а наблюдаем мы переменность их ядер в области с линейными размерами в несколько килопарсек. В таком объеме может находиться до 10 млн звезд. На фоне их излучения просматривается в оптическом диапазоне центральный источник с размерами меньше 0,01 пк. Несмотря на это, излучение такой «центральной машины» может во много раз превышать излучение фоновых звезд галактики. Например, во время сильных вспышек излучение центрального источника NGC 4151 в непрерывном спектре в 5—8 раз превосходило суммарное излучение миллионов звезд.

Во время минимума 1984 г. непрерывное оптическое излучение переменного источника не превышало нескольких процентов от излучения этих звезд. Именно в этот



период почти полностью исчезла широкая компонента эмиссионной линии  $H_{\beta}$ .

## ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Мы рассказали лишь о временности спектральных линий активных ядер в оптическом диапазоне. Но уже более 10 лет проводятся исследования переменности этих объектов в рентгеновском диапазоне. К настоящему времени накоплен богатый фактический материал, включающий также наблюдения и в инфракрасном диапазоне.

Рентгеновские наблюдения активных ядер дали два принципиально новых результата. Во-первых, оказалось, что основное энерговыделение происходит в жестком диапазоне электромагнитного спектра (от 2—3 кэВ до 2—3 МэВ) и, во-вторых, наблюдается на 1—2 порядка более быстрая переменность по сравнению с оптическим диапазоном (рентгеновский поток может

меняться в 2—3 раза за 300—3000 с).

Отсюда главный вывод, подтверждающий что основная энергия в активном ядре выделяется в области очень малых размеров (порядка десятков световых минут). А чтобы обеспечить наблюдаемую светимость, масса, сосредоточенная в этой области, должна быть порядка  $10^8 M_{\odot}$ .

Обнаружение и исследование быстрой переменности эмиссионных линий в активных ядрах дает нам принципиально новые результаты: эмиссионный спектр этих объектов, который всегда считался их главным отличительным признаком, заслуживает, в первую очередь, от активности центрального источника. Причем, зависит настолько, что состояние центрального источника может определять тип ядра ( $Sy 1$  или  $Sy 2$ ). Таким образом, изучение активных ядер в рентгеновском диапазоне и исследование их быстрой спектральной переменности независимо привели к одному выводу: «центральная машина» в ядре играет доминирующую роль. Сейчас мы еще не можем говорить, что знаем природу этой «машины», однако совокупность наблюдательных фактов (рентгеновские данные, быстрая переменность эмиссионных линий и ее связь с ионизирующим источником, инфракрасные измерения, «джеты») в настоящее время лучше всего объясняется моделью дисковой аккреции на сверхмассивную черную дыру (Земля и Вселенная, 1985, № 2, с. 24.— Ред.).

Весьма перспективным для выяснения природы «центральной машины» нам представляется также исследование быстрой (десятики минут) переменности оптического континуума. Такие наблюдения начинают проводиться, и первые результаты указывают на их важность. Особенное значение имели бы одновременные наблюдения быстрой переменности в оптическом континууме, эмиссионных линиях и в рентгеновском диапазоне спектра.

Весьма перспективным для выяснения природы «центральной машины» нам представляется также исследование быстрой (десятики минут) переменности оптического континуума. Такие наблюдения начинают проводиться, и первые результаты указывают на их важность. Особенное значение имели бы одновременные наблюдения быстрой переменности в оптическом континууме, эмиссионных линиях и в рентгеновском диапазоне спектра.

## Информация

### Близится новая комета

В декабре 1989 г. новозеландский астроном-любитель из Нью-Плимута Родни Остин обнаружил неизвестную комету. Выдающимся это событие назвать было нельзя, так как сейчас астрономы открывают ежегодно в среднем около 30 новых небесных тел.

Однако в дальнейшем, когда известный специалист Б. Марсден

из Гарвардско-Смитсоновской астрофизической обсерватории (США) вычислил ее орбиту, комета Остина привлекла к себе широкое внимание.

Оказалось, что она обещает быть самой яркой из тех, что «удостоили» нас своим посещением за последние 14 лет. Первоначально она наблюдалась только в телескоп, да и то лишь в Южном полушарии. Однако в марте 1990 г. ее уже можно было увидеть в небе нашего полушария.

Наилучшие условия видимости кометы: перед самым рассветом в конце апреля — начале мая, когда

Луна еще не восходит на утреннем небе.

Специалисты из Университета им. Джонса Гопкинса (США) уже приступили к наблюдениям кометы. Так, контролируемые ими приборы искусственного спутника «IUE» («International Ultraviolet Explorer») обнаружили, что комета Остина обладает сильным излучением радикалов гидроксила. Это свидетельствует о том, что тело «вырабатывает» примерно вдвое больше воды, чем известная комета Галлея.

New Scientist, 1990, 1700, 23

# Советская космонавтика: достижения и перспективы

В. С. АВДУЕВСКИЙ,  
академик  
Институт машиноведения АН СССР  
им. А. А. Благонравова  
В. П. СЕНКЕВИЧ,  
доктор технических наук  
Центр управления полетами

---



В последнее время активно обсуждаются перспективы развития космонавтики у нас в стране. Немало критических замечаний в ее адрес было обусловлено излишней секретностью, неинформированностью о советской космической программе. В предлагаемой статье характеризуются основные направления и тенденции этой программы, разрабатываемые в рамках ее проекты.



### ДОСТИГНУТОЕ

С 4 октября 1957 г., когда запуск первого искусственного спутника Земли ознаменовал начало космической эры, советской космонавтикой пройден большой и сложный путь.

Сегодня мы обладаем мощной ракетно-космической техникой и наземными обеспечивающими системами и средствами. Для решения многочисленных задач, связанных с освоением космоса, в СССР созданы несколько типов ракет-носителей: от «Спутника» и «Востока» до тяжелой «Протон» и сверхтяжелой «Энергия». Построены три первоклассных

космодрома (казахстанский Байконур, волжский Капустин Яр, архангельский Плесецк), имеются центры управления полетами автоматических и пилотируемых космических аппаратов (КА) (Центр управления полетами в Калининграде Московской области, Центр дальней космической связи вблизи Евпатории, многочисленные региональные центры и пункты приема народнохозяйственной и научной информации с КА), разветвленная сеть наземных и плавучих пунктов связи и приема космической информации в структуре командно-измерительного и управляющего комплексов. В космическое пространство

выведены десятки типов автоматических и пилотируемых КА различного целевого назначения.

Потребности космонавтики играют роль важного стимула для развития и совершенствования электроники и вычислительной техники, энергетики и машиностроения, химии и многих других отраслей промышленности. Им предъявляются исключительно жесткие требования к эффективности аппаратуры, высокой надежности и ресурсу работы, уменьшению массогабаритных характеристик всех составных частей КА. Космонавтика поставила ряд сложных проблем и перед прикладной наукой. Их реше-



ние обеспечивает прогресс в материаловедении, технологии обработки металлов, энергетике, аэродинамике, создании систем автоматического управления и многом другом.

Технические решения, технологии, опыт организации управления сложными проектами и разработками в космонавтике находят теперь широкое применение и в других отраслях. При создании многоразового корабля «Буран» и сверхтяжелой ракеты-носителя «Энергия» было разработано более 240 новых технологических процессов, 130 типов оборудования, свыше 100 новых материалов, которые переданы предприятиям и организациям авиационной, судостроительной, атомной, легкой, химической и радиопромышленности, в медицину.

Однако этого сейчас недостаточно. США, по сравнению с СССР, например, имеют значительно большую экономическую отдачу от создания космической техники. Известно, что, израсходовав на программу «Аполлон» порядка 25 млрд долл., американская космическая промышленность в результате продажи патентов получила до 300 млрд долл. (в сопоставимых ценах с 1970 г.—100 млрд долл.).

Неинформированность общественности о работе космической отрасли, излишняя ведомственная закрытость привели к искаженному представлению о ее действительных расходах, а также о ее якобы малом вкладе в решение насущных задач народного хозяйства. Лишь в период работы I Съезда народных депутатов СССР в июне 1989 г. достоянием гласности стали выделяемые на развитие космонавтики ассигнования. Объявлено, что в 1989 г. они составили 6,9 млрд руб.

По прогнозам специалистов отрасли, экономический эффект от применения отечественных космических систем народнохозяйственного назначения в 1986—1990 гг. составит 19,2 млрд руб., 1991—1995 гг.—19,7—26,7 млрд, а в 1996—2000 гг. уже 32,3—52,1 млрд руб. Ожидается, что каждый вложенный в гражданскую космонавтику рубль станет приносить 12-17 руб. прибыли.

Космические исследования обогащают нас открытиями, новыми научными результатами. Благодаря им получен обширный экспериментальный материал об околоземном космическом пространстве, о Луне и планетах, о процессах, протекающих в атмосфере Земли, на Солнце, о строении вещества.

Эти новые факты существенно уточняют, а иногда и коренным образом меняют представления об окружающем нас мире.

После полетов 10 автоматических аппаратов серий «Марс», «Зонд» и «Фобос» кардинальным образом изменились наши представления о Марсе, много новых данных о Венере получено в результате исследований, проведенных 16 автоматическими станциями «Венера» и 2 аппаратами «Вега». Полеты 24 автоматических аппаратов серии «Луна», нескольких аппаратов «Зонд» обеспечили изучение окололунного пространства, поверхности Луны, перемещение по ней луноходов и доставку лунного грунта на Землю.

Трудно переоценить значение астрофизических и радиофизических исследований из космоса для решения многих кардинальных проблем современной науки. Вместо доступных ранее для земных наблюдений двух небольших «окон» спектра электромагнитных волн (оптического и радио), современная наука получила возможность проводить исследования в космосе во всем спектре длин волн от гамма-излучения (с длинами менее  $2 \cdot 10^{-8}$  см) до радиоволн (с длинами более  $10^{-2}$  см). В интересах космической фи-

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ (В МЛРД РУБ.) ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ НАРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ (ПО ДАННЫМ КОЛЛЕГИИ МИНИСТЕРСТВА ОБЩЕГО МАШИНОСТРОЕНИЯ, АВГУСТ 1989 Г.)

Направление	1981—1985	Прогноз на		
		1986—1990	1991—1995	1996—2000
Метеорология и экология	2,8	3,9	5,8	9,6
Изучение природных ресурсов Земли	0,3	2,2	4,8	5,8
Космическая связь, телевидение, ретрансляция	0,3	0,2	4,1	5,6
Космическая навигация	—	0,4	0,8	3,8
Космическое производство, материаловедение и технология	4,9	12,5	4,2—11,2	7,5—27,3
Итого	8,8	19,2	19,7—26,7	32,3—52,1

зики и астрофизики созданы несколько типов унифицированных КА, работы проводятся также на орбитальных станциях и пилотируемых кораблях.

Особое место в советской космической программе занимают пилотируемые полеты. С тех пор как 12 апреля 1961 г. Ю. А. Гагарин совершил первый в мире орбитальный полет, более 200 мужчин и 13 отважных женщин из 20 стран побывали в космосе и среди них 68 наших соотечественников. Экипаж советских космонавтов В. Титов и М. Манаров довели максимальную длительность пребывания в космосе до одного года.

Орбитальные станции сейчас способны в течение многих лет надежно функционировать в околосемном космосе, успешно выполняя при этом запланированную программу работ, основными направлениями которой являются: комплексное изучение природных ресурсов Земли и картографирование (заметим, что за 5 мин с орбиты, обеспечив необходимое разрешение, можно отснять территорию, на съемку которой с борта самолета потребовалось бы 1,5—2 года летной работы), изучение земной атмосферы, исследование различных физических явлений и процессов в космическом пространстве, астрономические наблюдения, медико-биологические исследования, отработка новых бортовых систем и приборов, эксперименты и полупромышленные работы по космической технологии и материаловедению.

Как выглядит советская космическая программа в сравнении с американской? Если посмотреть на решаемые в них задачи, то пути и масштабы их решения во многом сходны. Все же надо признать, что Соединенные Штаты опередили нас в осуществлении экспедиций

человека к Луне и на Луну и в изучении дальних планет, таких как Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, автоматически-ми аппаратами.

Несколько больше, чем в США, у нас производилась разработка сверхтяжелой ракеты-носителя «Энергия», орбитального корабля «Буран», стартовых сооружений, средств управления и аэродромной посадки.

Не секрет, что СССР уступает США, Японии и некоторым другим странам по техническому уровню элементной базы вычислительной техники, средств обработки информации, микроминиатюризации аппаратуры и приборов и в некоторых других областях. Это сказывается на технических характеристиках радиоэлектронной аппаратуры для КА и орбитальных станций. Поэтому бортовые системы недостаточно надежны и требуют дублирования, что ведет к увеличению их массы. Но и это не всегда обеспечивает достаточных сроков активного функционирования космических средств (т. е. времени, когда спутник работает и передает информацию на Землю). Наши спутники связи, например, работают от 3 до 5 лет, что вдвое и более раз меньше, чем у аналогичных аппаратов США.

Баллистическое построение конкретных космических систем (связи и телевидения, навигации, метеорологии) требует, чтобы на орбиту одновременно находилось строго определенное число спутников. При сравнительно небольшом времени активного функционирования приходится часто восполнять выходящие из строя спутники, запуская новые. Учитывая еще и недостаточно высокую информативность некоторых видов отечественной приемопередающей радиоэлектронной аппаратуры, легко понять, почему в СССР ежегодно запускается 110—115

космических объектов, а в США в последние годы в 5 и более раз меньше. И тем не менее, сегодня на орбитах находятся 180—220 американских спутников, передающих информацию, и только 150—180 советских (данные из открытой зарубежной печати, полученные на основе информации от наземных приемных радиотехнических средств).

## ЗАВТРАШНИЕ ТЕНДЕНЦИИ

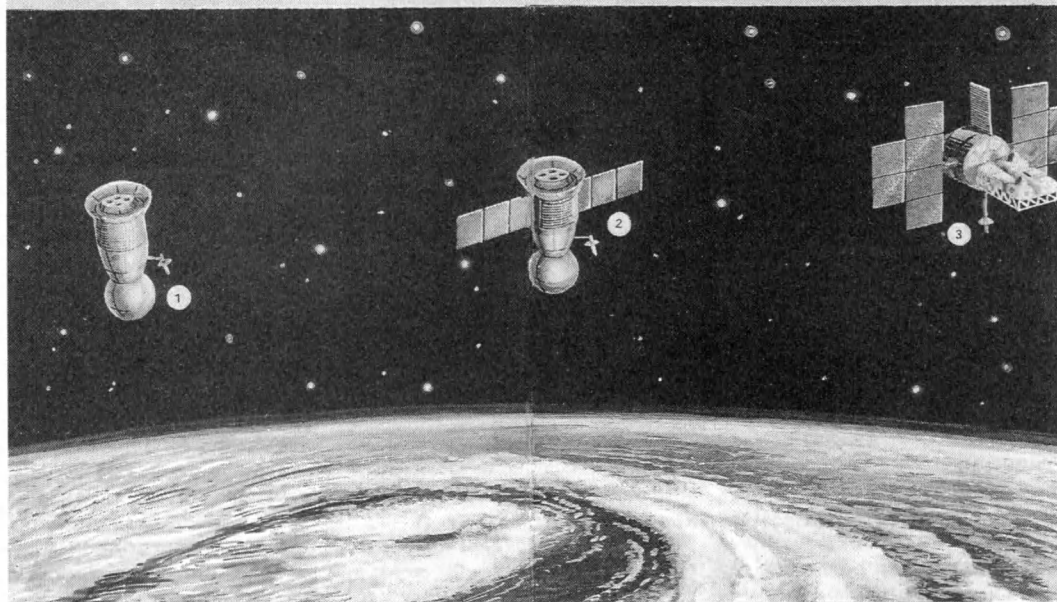
Рассмотрим прогнозируемые тенденции советской космонавтики, которые, кстати, характерны и для американской космической программы.

Многое определяет стремление не увеличивать номенклатуру разработок, несмотря на то, что количество заявок на космическую технику растет почти лавинообразно. Сегодня существуют уже десятки типов одноцелевых космических аппаратов и, если продолжать идти прежним путем, к 2000 году их число превысило бы 300. Значит нужно искать новые прогрессивные технические решения. Каковы же они?

**Первое. Переход к созданию многоцелевых орбитальных платформ-спутников.** Это позволит на основе одной базовой конструкции решать сразу несколько различных целевых задач. Весьма перспективно использовать межпроектную унификацию и блочно-модульное исполнение космических аппаратов, их составных частей, быстросъемную аппаратуру.

Переход на многоцелевые платформы-спутники позволит уменьшить число выводимых в космос объектов, более интенсивно использовать тяжелые и сверхтяжелые ракеты-носители. Такую стратегию непросто реализовать — необходимо овладеть новыми приемами проектирования (аппаратура на платформах должна быть совмести-





мой), усложнится организация работ. Потребуется расширить производственные площади сборочных цехов для работы в них с крупногабаритными изделиями и сменить технологическое оборудование и оснастку. Часть сборочных работ должна будет выполняться в космосе. На все это, конечно, нужны дополнительные средства, которых пока нет. Для оценки технико-экономической эффективности данного направления работ требуются дополнительные исследования.

Второе. **Многоразовое использование космической техники.** При этом речь идет не только о пилотируемых кораблях многоразового использования типа «Буран» или «Шаттл». Можно, например, многократно использовать обычные ракеты-носители с парашютируемыми ступенями. В определенных случаях оказывается целесообразным возвращать на Землю целые КА, а также сменяемые модули и блоки, аппаратуру, которые после наземных восстановительных работ могут быть снова от-

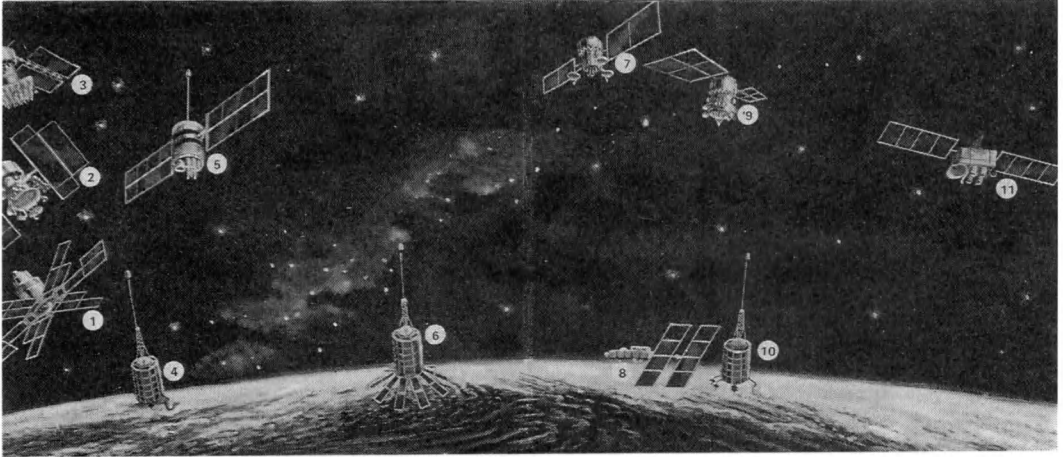
Спутники для космического производства: 1 — технологический спутник «Фотон»; 2 — технологический спутник нового поколения, 3 — многоцелевая космическая технологическая платформа

правлены в космос. Например, если в космос будет запущен большой оптический телескоп с диаметром зеркала 2,5—3 м, изготовление которого исключительно трудоемко и сложно, то он после определенного срока работы в космосе должен быть возвращен на Землю (скажем, кораблем «Буран») для восстановления и последующего повторного применения.

В перспективе могут найти применение авиационно-космические системы, работающие по схеме самолет-разгонщик и либо орбитальный самолет, либо многоразовая крылатая ракета (Земля и Вселенная, 1989, № 3, с. 37.— Ред.).

Третье. **Создание эффективной системы транспортно-технического обслуживания**

**и ремонта в космосе.** На орбите необходимо иметь ангары, склады и другие сооружения для хранения топлива, расходуемых материалов, аппаратуры, приборов, инструментов. На помощь космонавтам должны прийти автоматические робототехнические системы. Они будут обладать телевизионным зрением, оснащены манипуляторами, подвижными реактивными тележками для транспортировки в космосе, фермопостроителями, оборудованием для сборки и ремонта крупногабаритных конструкций и замены модулей и приборов на многоцелевых орбитальных платформах или орбитальных станциях. Базовой основой для размещения средств транспортно-технического обслуживания и ремонта в космосе могут стать советская орбитальная станция нового поколения «Мир-2» (запуск возможен в 1997—1998 гг.) или американская «Фридом», которые при полном развертывании превратятся в мощные сборочно-эксплуатационные космические центры на орбите.



## НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ

Перспективы развития отдельных направлений космонавтики многообещающи. К настоящему времени уже разработан ряд советских и международных проектов космических средств народнохозяйственного и научного назначения. Рассмотрим некоторые из них.

**Космические системы связи и телевидения.** Сейчас постоянно возрастают потребности в каналах связи, увеличивается количество потребителей информации. Советской космической программой предполагается создание новых спутников связи с большой мощностью передатчиков. Новая система спутникового телевидения СТВ-12 позволит повсеместно принимать телесигналы непосредственно на антенны коллективного или индивидуального пользования. Спутники обеспечат многопрограммное вещание на всю территорию СССР и ряда зарубежных стран. У новых аппаратов, которые заменят нынешние «Горизонты», будет более высокая пропускная способность, обеспеченная за счет большего числа стволов ретрансляции, расширения полосы пропускания сигналов и использования более совершенных

Космические аппараты систем навигации, связи, телевидения и геодезии: 1 — спутник «Молния-3», 2 — спутник «Горизонт», 3 — спутник «Экран-М», 4 — спутник «КОСПАС», 5 — спутник «ГЛОНАСС», 6 — спутник «ГЕО-ИК», 7 — спутник системы СТВ-12, 8 — перспективный геодезический спутник, 9 — спутник связи нового поколения с повышенной пропускной способностью, 10 — многоцелевой спутник «КОСПАС-2», 11 — перспективный спутник мобильной связи

остронаправленных бортовых передатчиков антенн.

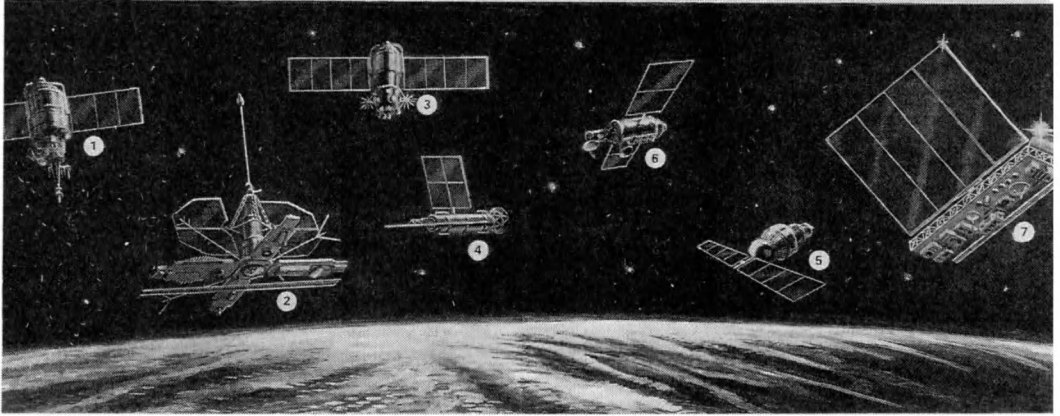
Представляет интерес проект сверхтяжелого геостационарного спутника (запускаемого ракетой-носителем «Энергия») с повышенной информативностью передачи радиотелефонной информации, который может обслуживать до нескольких миллионов телефонных абонентов. Но для этого надо изготовить и огромное число наземных передатчиков средств. У этого проекта имеются как сторонники, так и противники, и он требует дополнительного рассмотрения.

Возможно использование космических спутников и для поддержания связи с отдель-

ными абонентами (например, геологами, геодезистами и др.) с помощью портативных средств, вплоть до наручных приемопередатчиков.

**Космические навигационные и геодезические системы.** Сейчас в интересах морского флота постоянно эксплуатируются до 5 спутников системы «Цикада», позволяющих каждые 1—2 ч с точностью до 100 м определять координаты кораблей. В результате на 8—10 % сокращается ходовое время судов, что дает экономический эффект свыше 100 млрд руб. в год. Для непрерывного определения координат и скорости движения морских судов и самолетов создается навигационная спутниковая система «ГЛОНАСС» (начало эксплуатации 1989—1990 гг.) (Земля и Вселенная, 1990, № 3, с. 13.— Ред.).

Во взаимодействии с системой «ГЛОНАСС» и другими спутниковыми системами международная система «КОСПАС-САРСАТ» (СССР, США, Франция, Канада) сможет осуществлять диспетчерские функции при определении координат терпящих бедствие судов и самолетов и передаче потребителям оперативной информации о надвигающихся стихийных бедствиях.



Новый этап в космической геодезии начат запусками советских спутников «ГЕО-ИК», которые с более высокой точностью, чем специализированные спутники серии «Космос», обеспечат геодезические измерения, включая построение геодезических сетей и определение параметров гравитационного поля Земли. К 1995—1997 гг. возможно создание геодезических спутников нового типа, оснащенных бортовой геодезической аппаратурой, обеспечивающей точность геодезической привязки менее 1 м.

**Космические средства для изучения природных ресурсов, гидрометеорологии и контроля окружающей среды.** Важная роль отводится искусственным спутникам Земли и орбитальным станциям в систематических наблюдениях ледового покрова северных морей, морских течений, движения льдов, температуры и солености Мирового океана, регистрации перемещения планктона, контроле лесных массивов и районов сельскохозяйственной деятельности, поисках полезных ископаемых. Для решения многих из этих задач в недалеком будущем в распоряжение ученых и практиков поступят автоматические комплексы-платформы многоцелевого назначения с аппаратурой, рассчитан-

Космические аппараты для исследования природных ресурсов Земли и метеорологии: 1 — спутник «Метеор-Природа» для многозональной съемки земной поверхности; 2 — океанографический спутник «Космос-1500»; 3 — метеорологический спутник для получения глобальной гидрометеорологической информации об атмосфере и подстилающей поверхности; 4 — спутник для оперативного наблюдения суши и океана; 5 — спутник фотографического наблюдения, обеспечивающий получение многозональной фотоинформации с высоким разрешением; 6 — метеорологический спутник нового поколения для получения оперативной информации о глобальных атмосферных процессах; 7 — унифицированная платформа постоянно действующей системы наблюдения суши, океана и атмосферы

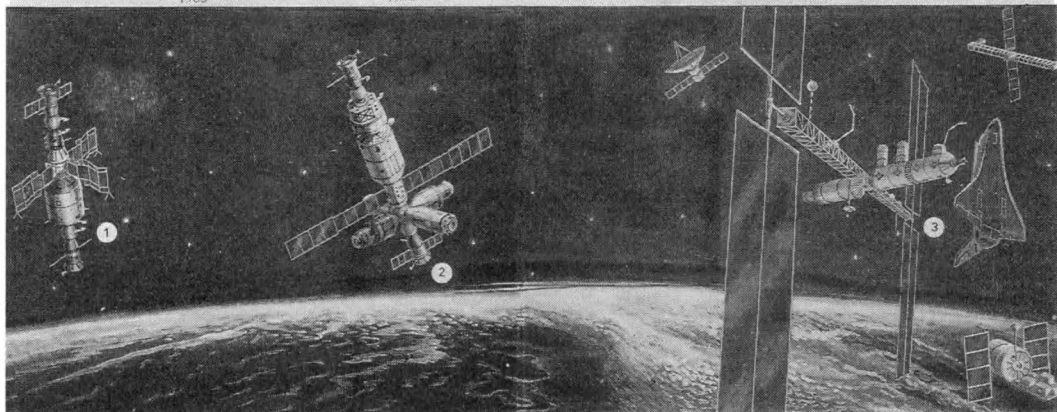
ной на работу в течение многих лет.

Новые системы метеорологических спутников, по-видимому, уже до конца нашего столетия обеспечат надежные предсказания погоды не на 3—5 дней, как сейчас, а на декаду, в более отдаленном будущем — и на месяц. Это позволит точнее определять оптимальные сроки сельскохозяйственных, строительных и других работ. Заблаговременно узнавать об ухудшении погоды, готовиться к надвигающимся сти-

хийным явлениям природы. Для этого во второй половине 90-х годов намечается начать эксплуатацию спутников нового поколения. Метеорологические спутники будут размещаться теперь не только на приземных, околоземных, но и на геостационарных орбитах. С помощью телевизионной (в видимом и ИК-диапазонах) и радиолокационной аппаратуры будет поступать информация о распределении облачности, о скорости и направлении ветров на различных высотах. Через спутники будет осуществляться сбор и ретрансляция метеоданных, поступающих от автоматических наземных и буйковых станций. К началу следующего века, возможно, начнется эксплуатация унифицированной орбитальной платформы постоянно действующей системы оперативного наблюдения суши, океана и атмосферы.

Решение экологических проблем невозможно без хорошо налаженного мониторинга за состоянием окружающей среды. Весьма перспективно международное сотрудничество в этой области. Не случайно очень заинтересованно были восприняты предложения нашего государства о создании при ООН Центра срочной экологической помощи. В реализации этого замысла ведущая роль отводится космическим





средствам дистанционного зондирования и контроля.

**Пилотируемые комплексы.** Ряд важных народнохозяйственных и научных задач в будущем будет решаться на орбитальной станции типа «Мир», специализированных модулях с использованием орбитального корабля «Буран». Что касается орбитальных станций, то продолжительность их полета, масса, численность экипажа и оснащенность оборудованием будут постоянно расти. Суммарная масса комплекса «Мир» может достигнуть 140 т. В его состав войдут 5 модулей, каждый массой до 19 т, в том числе масса научной аппаратуры составит около 4 т. Численность экипажа — 6 человек и более, мощность системы энергопитания 18 кВт. Станция «Мир» преобразуется в итоге в постоянно действующий орбитальный космический сборочно-эксплуатационный и лабораторно-исследовательский центр.

Будут созданы установки и робототехнические средства для сборки и развертывания на орбите крупногабаритных конструкций. Это прежде всего фермерные сооружения размером в десятки метров и антенны диаметром 50—300 м, а в перспективе — и более. Предполагается также, что в космосе найдут

Орбитальные научные станции и комплексы:

1 — станция «Салют», 2 — комплекс «Мир», 3 — перспективный орбитальный комплекс

применение энергетические установки мощностью около 20 кВт, а в начале XXI в. начнется сооружение первых космических электростанций мощностью до 500 кВт и выше.

**Научные исследования в космосе.** Программа научных исследований в космосе на ближайшие 10—15 лет предполагается весьма насыщенной. Значительная часть ее будет выполняться в рамках международного сотрудничества на взаимовыгодных началах.

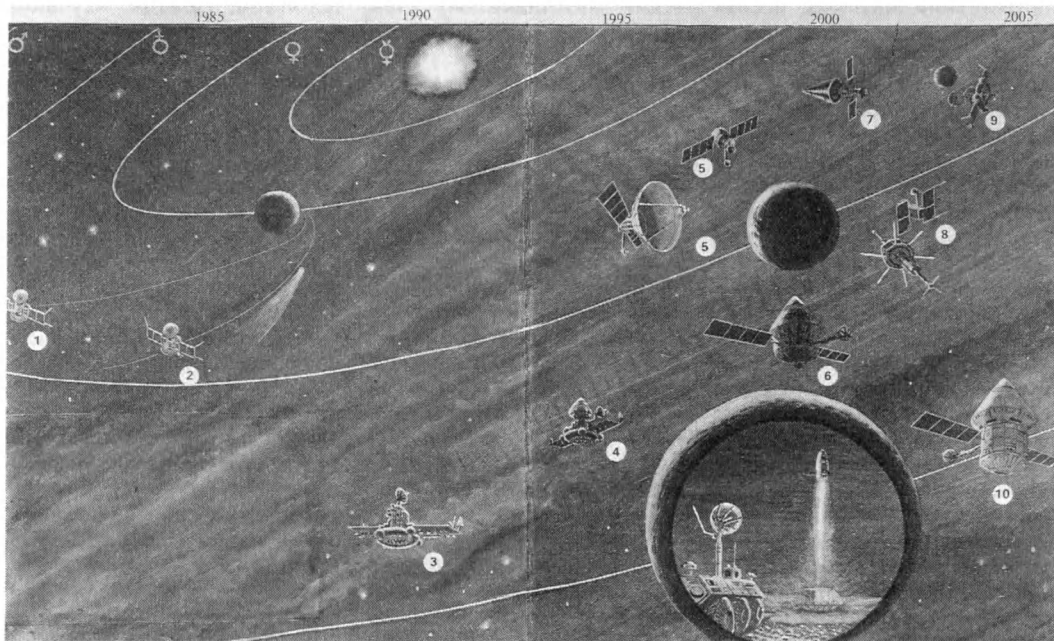
Фундаментальные задачи внеатмосферной астрономии предстоит решать в проекте «Спектр-Рентген-Гамма» (Земля и Вселенная, 1989, № 1, с. 17.— Ред.). Изучение реликтового излучения, проводимое в эксперименте «Реликт-1» (КА «Прогноз-9», 1983 г., с высотой апогея 700 тыс. км) (Земля и Вселенная, 1984, № 4, с. 5.— Ред.), в 1993 г. продолжится в рамках проекта «Реликт-2». КА будет запущен в район одной из точек либрации, удаление от Земли составит порядка 1,5 млн км. В результате использования

охлаждаемых приемопередающих устройств, чувствительность аппаратуры повысится в 3—4 раза по сравнению с аппаратурой «Прогноза-9». Нахождение космического аппарата в точке либрации позволит заметно уменьшить влияние радиотепловых полей Солнца, Земли и Луны.

Как предполагается, с середины 90-х годов по проекту «Аэлита» начнется работа над КА для изучения «холодного вещества» (пыль и молекулярные облака) и неоднородностей реликтового фона. Для этого чувствительность размещаемой на них аппаратуры должна повыситься до  $10^{-5}$  К. Она будет охлаждаться в криогенной системе на жидком неоне и сверхтекучем гелии.

Продолжится изучение сложных процессов в магнитосфере Земли, влияющих на многие земные процессы и явления.

В начале 90-х годов по международному проекту «Интербол» с помощью двух аппаратов типа «Прогноз» будут проведены одновременные измерения электрических и магнитных полей, параметров и картины конвекции плазмы, процессов ускорения заряженных частиц, а также изучение взаимодействия солнечного ветра с магнитосферой.



В СССР совместно с Европейским космическим агентством (ЕКА) будет создаваться система «Кластер», позволяющая изучать трехмерную картину сложных динамических процессов движения плазмы. В нее войдут не менее 5—6 аппаратов. В более отдаленной перспективе — система «Рой» из нескольких десятков аппаратов, изучающих магнитосферу в различных районах.

Луна — своеобразный научно-технический полигон, где выполнялись и в будущем будут выполняться научные исследования, проводится проверка правильности инженерных решений, испытываются космическая техника, в том числе предназначенная для полетов к Марсу и некоторым другим небесным телам.

В США рассматривается возможность придания статуса национальных трех программ: создания постоянно действующей орбитальной космической станции, нового поколения средств выведения и, наконец, строительства базы на Луне. Пока эти программы не утвержде-

Космические аппараты для научных исследований: 1 — АМС «Венера-15», 2 — АМС «Вега», 3 — АМС «Фобос», 4 — спутник Марса с аэростатным зондом, 5 — астрофизические спутники для изучения околоземного космического пространства, 6 — КА для доставки марсианского грунта, 7 — солнечный зонд, 8 — КА для исследования солнечно-земных связей, 9 — лунный полярный спутник, 10 — перспективный межпланетный аппарат с марсоходом

ны, ибо достаточно велики затраты на их выполнение.

В советской космической программе ввиду экономических трудностей задача построения базы на Луне пока не ставится. Рассматривается лишь запуск в 90-х годах на полярную орбиту спутника для глобального фотографирования Луны. С его помощью рассчитывают уточнить карту Луны, в частности изображения ее полюсов. Планируется и разработка нового аппарата по доставке грунта с обратной ее стороны.

Существует проект постоянно действующей «автоматической службы Луны» для проведения продолжительных систематических астрономических наблюдений, измерений космического излучения, корпускулярных потоков и других явлений, искажаемых вблизи Земли ее магнитным полем (Земля и Вселенная, 1989, № 3, с. 57.— Ред.). С Луны можно изучать процессы, происходящие в верхних слоях атмосферы Земли (например, синоптические процессы). В более отдаленном будущем на Луне могли бы быть созданы различные технические стационарные и передвижные средства, заводы, лаборатории, предназначенные для осуществления технологических процессов, затрудненных или невозможных в земных условиях. Ученые интересуются точкой либрации системы Земля — Луна (точки, где притяжение Земли и Луны одинаково), которые могут стать местами захоронения отходов или отработавших ресурс спутников, либо быть использованы для организации космической связи

проведения научных исследований (например, в проекте «Реликт-2»), а в более далекой перспективе — для космических поселений.

Изучение планет Солнечной системы и других небесных тел останется важным направлением советской космической программы. Продолжится изучение Марса и его спутников. Неудачная на заключительном этапе «космическая одиссея» аппарата «Фобос-2» и предшествующая ей неудача с полетом аппарата «Фобос-1» (Земля и Вселенная, 1989, № 5, с. 3.— Ред.), тем не менее позволили получить ряд научных результатов и выполнить опытную отработку некоторых технических систем. Это был начальный этап новой долгосрочной космической программы изучения Марса. Следующий этап должен начаться через несколько лет, когда к Марсу будут посланы КА (Земля и Вселенная, 1989, № 1, с. 19.— Ред.). В частности, в 1994 г. предполагается запустить две автомати-

ческих межпланетных станций. Одна из основных задач этих аппаратов — изучение метеоусловий на Марсе, строения поверхности и коры планеты. В следующее астрономическое «окно» (1996—1998 гг.) два других аппарата смогли бы доставить на Землю образцы марсианского грунта.

В первой четверти XXI в. можно прогнозировать отработку основных компонентов марсианского экспедиционного комплекса, причем завершающим подготовительным этапом экспедиции, по-видимому, может стать облет Марса человеком. Но эти работы требуют многомиллиардных затрат, что в современных условиях пока не под силу одной лишь советской экономике. Полезным было бы сотрудничество в решении этой проблемы с НАСА и Европейским космическим агентством (ЕКА).

Это относится и к изучению Венеры, комет, пояса астероидов, расположенного между орбитами Марса и

Юпитера. Правда, изучение пояса астероидов может быть выполнено с использованием имеющегося технического задела, поэтому по проекту «Веста» (СССР, Франция и ЕКА) ведутся совместные проработки. Проектируются модули для посадки на астероиды, совместно с другими участниками проекта разрабатывается научная аппаратура.

Представляло бы интерес и изучение Юпитера, Сатурна, их спутников, но ранее 1998 г. эти работы не предусматриваются. Можно было бы привести еще достаточно большое количество других обсуждаемых сейчас специалистами космических проектов, но проработки либо носят самый предварительный характер, либо весьма проблематичны и спорны.

При подготовке статьи использованы иллюстрации из брошюры «СССР в космосе. 2005 г.», подготовленной Главкосмосом СССР

**28 июля исполняется 70 лет выдающемуся советскому ученому академику Всеволоду Сергеевичу Авдуевскому, внесшему значительный вклад в теорию и практику космонавтики, постоянному автору нашего журнала.**

**Редакция сердечно поздравляет его с юбилеем и желает здоровья и плодотворной научной деятельности.**



# Возможные ионосферные предвестники землетрясений

В. В. ХЕГАЙ,  
кандидат физико-математических наук  
Институт земного магнетизма,  
ионосферы и распространения радиоволн АН СССР

Ионосфера Земли — область земной атмосферы, содержащая заметное количество заряженных частиц (главным образом, отрицательно заряженных электронов и положительно заряженных ионов) начинается с высоты 50—80 км и простирается вверх до нескольких десятков тысяч километров (Земля и Вселенная, 1981, № 5, с. 42.— Ред.). У основания ионосферы концентрация заряженных частиц составляет примерно  $50 \text{ см}^{-3}$ , на высоте около 300 км она максимальна (до  $10^6 \text{ см}^{-3}$  в дневные часы), а затем монотонно падает с ростом высоты. Заметим, однако, что концентрация нейтральных частиц атмосферы, незаряженных атомов и молекул — в диапазоне от 50 до 1000 км на любом высотном уровне — намного выше, чем концентрация заряженных. Даже на высоте 300 км, где концентрация заряженных частиц максимальна, нейтральных — в тысячу раз больше.

Представим себе такую простейшую «модель» земной атмосферы: это налитая в стакан обыкновенная чуть подкрашенная вода. «Краска» и есть заряженные частицы, правда, распределены они неравномерно — где краска погуще, а где побледнее. Забегая вперед, скажем, что над очагами будущих землетрясений можно ожидать



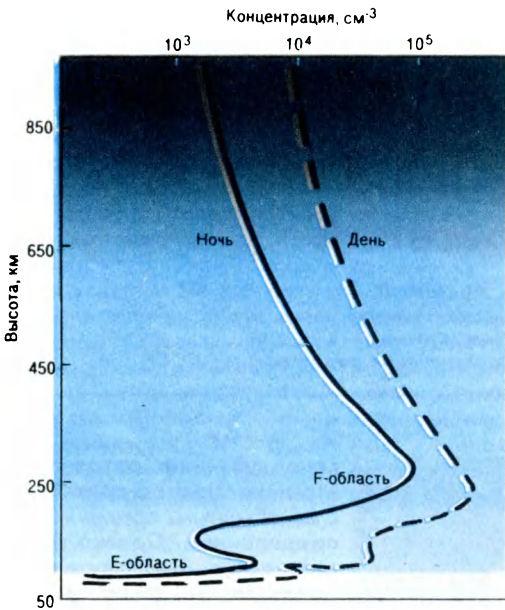
**Среди массы предвестников подземных бурь ученым пока не удается выделить хотя бы один стопроцентно надежный. Поэтому краткосрочный прогноз землетрясений — за несколько часов или дней до толчка — нужно, по-видимому, строить по совокупности многочисленных предвестников. В статье рассказывается о некоторых возможных новых предвестниках — ионосферных. Возникающие перед сильными подземными толчками электрические поля у поверхности Земли, проникая в ионосферу, могут заметно изменить в ней концентрацию заряженных частиц над очагом назревающего катаклизма.**

сгущения или разрежения этой «краски» по сравнению с ее обычным, средним распределением. Однако выделить такие неоднородности непросто на фоне других процессов, вызывающих подобные же сгущения или разрежения — роста или понижения концентраций электронов и ионов на разных высотах.

Смесь заряженных и нейтральных частиц атмосферы, называемая ионосферной плазмой, в целом электрически нейтральна. Но она весьма чувствительна к действию электрических и магнитных полей.

### ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОЛЯ И «ДЫХАНИЕ» НЕДР

Вопрос о природе возникающих перед подземным ударом электрических полей весьма сложен, и мы не будем здесь его подробно касаться. Укажем лишь, что возможные физические механизмы, порождающие такие поля, связаны с механо-электрическим преобразованием энергии горных пород в процессе подготовки землетрясения (Земля и Вселенная, 1987, № 1, с. 16.— Ред.). Для нашего рассмотрения важны следующие экспериментальные факты. **Перед сильными землетрясениями (с магнитудой более 5) за несколько часов до толчка иногда регистрировались**



Типичные дневной и ночной высотные профили распределения электронной концентрации в ионосфере

значительные изменения напряженности вертикального электростатического поля на поверхности Земли в эпицентральной области. Изменения эти составляют от нескольких десятков до тысячи вольт на метр.

Несмотря на то, что приземный атмосферный слой — до нижней границы ионосферы — является слабопроводящим, электростатическое поле от поверхности Земли все же проникает в ионосферу и способно заставить двигаться заряженные частицы, увеличивая или уменьшая их концентрацию: При этом, если у земной поверхности поле вертикально, то на ионосферных высотах оно «разворачивается» и становится параллельным поверхности. Сила его убывает по мере удаления от вертикальной оси, проходящей через эпицентр готовящегося толчка. Таким образом, в ионосфере над очагом будущего землетрясения может образовываться зона,

близкая к круговой, радиусом от десятков до сотен километров. В ней электрическое поле направлено к центру, если у поверхности Земли оно было направлено вниз, и, наоборот, от центра, если у поверхности было направлено вверх.

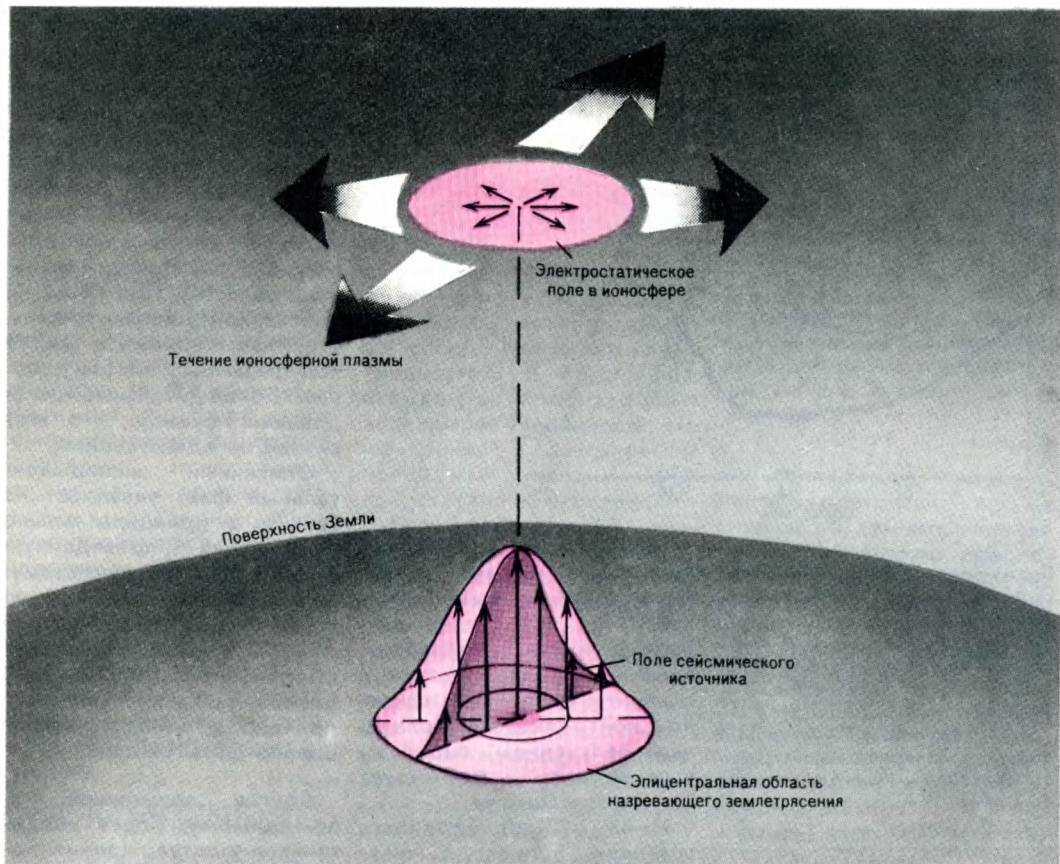
Теоретические расчеты показывают, что если напряженность вертикального электростатического поля сейсмического происхождения составляет 1000 в/м в эпицентре готовящегося землетрясения, то горизонтальное поле в области E ионосферы на высоте 100—120 км (в ночных, наиболее благоприятных для его проникновения условиях) составит 0,3—0,7 мв/м. Однако, судя по некоторым косвенным данным (в частности, наблюдение свечения атмосферного газа перед землетрясением), максимальная напряженность электрического поля в области очага назревающего землетрясения может быть и во много раз больше. А значит, и в ионосфере поля возрастут и могут вызвать более существенные изменения в поведении заряженных частиц.

Что же все-таки произойдет, если электростатическое поле от поверхности Земли проникнет в ионосферу? Концентрация заряженных частиц на различных высотах здесь определяется многими процессами, и какой из них окажется главным, зависит от конкретных условий. Но из простых физических соображений ясно, что поле будет «гнать» плазму либо к центру зоны над очагом будущего землетрясения, либо от центра. Следовательно, нужно ожидать, что над эпицентром готовящегося толчка образуется область повышенной или пониженной концентрации заряженных частиц.

Согласно теоретическим расчетам, в ночной среднеширотной E-области ионосферы при максимальной напряженности вертикального электростатического поля в эпицентре, равной 1000 в/м, и горизонтальных размерах очага около 200 км концентрация заряженных частиц отклонится на 20 или 30 процентов от ее среднего (невозмущенного) значения. Следует думать, что описанный выше «сценарий» ионосферных событий может разыграться и с большим размахом.

Итак, на основе теоретического анализа ситуации можно предсказать следующее: за несколько часов до подземного удара ионосфера может «почувствовать» его приближение, и тогда над эпицентральной областью назревающего землетрясения в ионосфере произойдет заметное повышение или понижение концентраций заряженных частиц.

Возникает вопрос: подтверждается ли наблюдениями подобный теоретический вывод? К сожалению, однозначного ответа на этот вопрос пока дать нельзя, потому что провести убедитель-



ный прямой эксперимент по наблюдению ионосферных характеристик перед землетрясением в силу ряда причин весьма затруднительно. Тем не менее, чтобы разобраться в ситуации, необходим анализ экспериментальных сведений разного характера, в том числе и косвенных. Теоретическое предсказание предлагает лишь «угол зрения», под которым следует рассматривать экспериментальные данные, оно указывает, чего именно можно ожидать.

#### О ЧЕМ ГОВОРЯТ НАБЛЮДЕНИЯ?

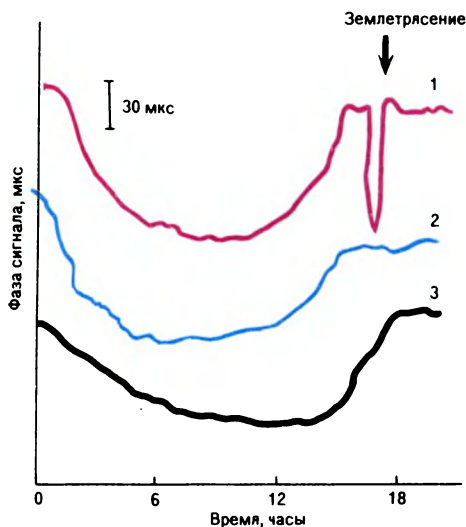
Попытаемся проанализировать имеющиеся наблюдательные данные с точки зре-

Схема, иллюстрирующая поведение ионосферной плазмы под влиянием электростатического поля сейсмического происхождения, проникшего в ионосферу с поверхности Земли. Когда у поверхности Земли поле направлено вверх, на ионосферном уровне оно становится горизонтальным и направлено в разные стороны от вертикальной оси, проходящей через эпицентр (над очагом будущего землетрясения ионосферная плазма «разбегается»). При направлении электростатического поля у поверхности Земли вниз поле в ионосфере приобретает противоположное направление (над очагом будущего землетрясения ионосферная плазма «накапливается»). В последнем случае все стрелки на схеме будут направлены в противоположную сторону

ния косвенного подтверждения или отрицания описанного выше ионосферного эффекта. Какие факты могут укрепить наше предположение и есть ли они вообще? По-видимому, такие факты существуют. Попробуем увязать их с предполагаемым эффектом.

Известно, что ионосферная плазма влияет на распространение электромагнитного излучения — радиоволн. Ионосферу и обнаружили впервые именно благодаря экспериментам по распространению радиоволн, еще на заре развития радиосвязи. Тогда было найдено, что радиосигнал коротковолнового диапазона оказался принятым на таком расстоянии, где, по теории, он уже должен





Возмущение фазы сигнала навигационной системы «Омега» перед землетрясением 10 сентября 1984 г. в Узбекистане. 1 — суточный ход фазы на сейсмоактивной трассе 10 сентября, 2 — суточный ход фазы на этой же трассе 9 сентября, 3 — суточный ход фазы на контрольной трассе 10 сентября (частота сигнала 10,2 кГц)

фективную высоту положения верхней «стенки» волновода. Так что сигнал движется вдоль волновода, верхняя «стенка» которого «дышит»: высота ее в основном контролируется солнечным излучением, оно главным образом и формирует ионосферу Земли.

Из-за неоднородности «стенок» волновода фаза сигнала в точке приема в различное время суток испытывает отклонение от величины, которая должна была бы наблюдаться. Зафиксируем точку приема сигнала и будем измерять в ней в течение суток величину отклонения фазы сигнала на заданной трассе. Каждые сутки эта величина будет вести себя похожим образом из-за повторяемости характера геофизических условий. Если же на поведение стенок волновода «Земля — Ионосфера» в какие-то сутки действует тот или иной нерегулярный фактор (например, магнитная буря или выпадение энергичных частиц из атмосферы), то будут наблюдаться внезапные отклонения фазы сигнала от ее обычного суточного хода. Такие фазовые измерения проводились с помощью навигационной системы радиосигналов «Омега» на трассе

Омск (приемник) — остров Реюньон в Индийском океане (передатчик). В результате удалось зарегистрировать возмущения фазы радиосигналов на указанной трассе, и произошло это перед землетрясением 10 сентября 1984 г. в Узбекистане с магнитудой 4,4 (трасса проходила через сейсмически активную область). При этом на других, контрольных трассах, с центром приема в Омске ход фазы был невозмущенным. Более детальные исследования показали, что этот случай не единственный.

Описанный экспериментальный факт указывает на то, что в принципе можно реализовать приведенную ранее теоретическую схему: возникшее перед землетрясением электростатическое поле изменило характеристику ионосферной «стенки» волновода на трассе, что и привело к видимому возмущению фазы сигнала.

Другое возможное, и, по-видимому, более убедительное подтверждение нашего теоретического предсказания дают радиоизмерения в более коротковолновом диапазоне. Как уже говорилось, коротковолновый сигнал, достигая некоторого ионосферного уровня и отражаясь от него, направляется к Земле и регистрируется приемником. Однако, если в области отражения в ионосфере возникнет неоднородность (искажается структура распределения заряженных частиц), характер отражения будет совершенно иным. В этом случае часто возникают быстрые флуктуации сигнала и даже его замирание — **Фединг**. Сообщения о **Федингах**, наблюдавшихся перед сильным землетрясением в Румынии 4 марта 1977 г. ( $M=7,2$ ), сделал болгарский ученый Г. Т. Несторов. Он отметил, что это явление наблюдалось в ночной период, когда согласно геомагнитным данным, не

затухнуть. Именно ионосфера оказалась тем «зеркалом», от которого многократно отражаясь, сигнал мог достигнуть значительных расстояний.

Позднее установили, что характер распространения радиоволны существенно зависит от ее длины. В случае распространения сверхдлинных волн (более десятка километров) электромагнитная энергия сигнала «течет» между двумя «стенками» — земной поверхностью и ионосферой (волновод «Земля — Ионосфера»). Свойства этих направляющих стенок, конечно, сильно меняются вдоль трассы распространения сигнала, однако, изменчивость верхней «стенки» — ионосферы — особенно велика. В ней сильно изменяется проводимость, которая по существу определяет эф-



отмечалось никаких бурь или других возмущающих ионосферу событий. Кроме того, область отражения сигналов приходилась как раз на высоты E-области. Фединги наблюдались на группе частот от 164 до 1322 кГц около 18 ч мирового времени, а землетрясение произошло в 19 ч 22 мин — около полутора часов спустя.

Таким образом, предложенная нами теоретическая схема развития катаклизма на основе ионосферных данных имеет под собой достаточно серьезные основания. Безусловно, ионосферные, так же как и другие предвестники подземных бурь, могут проявляться самым неожиданным образом, так что наша теоретическая схема развития событий — пока всего лишь один из аспектов этой сложной проблемы. Но она безусловно приближает нас к цели — прогнозу землетрясений по ионосферным данным.

#### КАКОВЫ ПЕРСПЕКТИВЫ?

В настоящее время различные группы исследователей проводят анализ информации, которую дают станции ионосферного зондирования, расположенные в сейсмоактивных районах. Насколько он будет эффективным, пока сказать трудно. Возможно, читатель спросит: «А не проще ли измерять возникающие электрические поля на

поверхности Земли и не иметь дело с ионосферой, тем более, что это влечет за собой такие огромные трудности?» К сожалению, все не так просто. Нужна абсолютная уверенность, что измерения электрических полей мы проводим непосредственно вблизи эпицентра назревающего землетрясения, а где он расположится, нельзя знать заранее. Либо нужно очень «густо» расставлять измерительные приборы во всей рассматриваемой зоне, что тоже едва ли возможно. Кроме того, различные атмосферные помехи, особенно в городах, существенно препятствуют измерениям электрического поля на поверхности Земли.

Что же касается измерений с помощью ионосферных станций вертикального и наклонного зондирования ионосферы, то они в принципе могут «прощупывать» все «небесное пространство» над изучаемой территорией и регистрировать изменения электронной концентрации в очень широкой области.

Конечно, вопрос выделе-



Кривая записи радиосигнала перед землетрясением в Румынии 4 марта 1977 г. Примерно за полтора часа до землетрясения наблюдались быстрые флуктуации сигнала и фединг (время мировое)

ния ионосферных предвестников землетрясений весьма сложен, но, думается, вполне разрешим. Можно предположить, что на более высоких уровнях ионосферы, в частности в области F (высоты 180—800 км), сейсмические эффекты будут иными, и это тоже интересная и важная задача для дальнейших исследований по прогнозу землетрясений на основе ионосферных данных.

Основываясь на теоретических разработках «сценариев» развития землетрясения, планомерный поиск его предвестников непременно должен привести к надежным наборам признаков, по которым с высокой степенью вероятности можно будет сказать, где и когда можно ожидать подземный толчок. По крайней мере, исследователи верят в это.

## Информация

### Еще одно кольцо вокруг Нептуна

На фотографиях, переданных с космического аппарата «Вояджер-2» при пролете в конце августа 1989 г. на расстоянии 5 тыс. км от планеты Нептун, видны пять замкнутых колец вокруг планеты. До сих пор ученые считали, что Нептун имеет четыре кольца. Кроме того, они не были уверены в том, что кольца непрерывные.

Частицы пыли и небольшие астероиды, образующие кольца, концентрируются в определенных участках, которые видны с Земли как яркие полосы. Ученые не могут объяснить эти скопления вещества и считают, что кольца представляют собой сложные долговременные явления, которые не могут быть описаны простым уравнением.

Скорее всего, кольца образуются в результате разрушения небольших спутников при их столкновениях с метеорными телами или кометами. Они дробятся на

малые частицы, которые рассеиваются и образуют кольца. За миллионы лет в результате дополнительных столкновений с метеорными телами и друг с другом крупные осколки превращаются в мельчайшие частицы пыли.

Кольца Нептуна содержат больше пыли, чем кольца других планет-гигантов, однако природа их во многом схожа.

Aviation Week and Space Technology, 1990, 132, 4

# Экология

---

## Спасти Волгу

---

В последнее время в печати появилось много публикаций, дающих широкую панораму бедственного состояния Волги — главной реки центральной России. Подобно тому, как Рейн представляет собой культурную ось Европы, Волга — культурная ось России. Это отражение определенного географического детерминизма, который еще недавно мы отрицали. И отрицание это пагубно сказалось на природной обстановке и на народнохозяйственной деятельности, получившей тусклое название: «ведомственные механизмы уничтожения природы».

Теперь «визитной карточкой» Волги служат не чарующие взор пейзажи Жигулей и не живое чудо в дельте великой реки, а атомные электростанции, химические заводы, сбрасывающие в Волгу свои губительные отходы, Астраханский газоконденсатный комплекс, отравляющий среду обитания в Нижнем Поволжье.

Волга тяжело больна. Размер опасности в полной мере мы еще не осознаем, но экологический коллапс в Волжском бассейне может наступить уже через несколько десятилетий...

В 1989 году в нашей стране был создан Общественный Комитет Спасения Волги, который опирается в своей работе на подвижников и энтузиастов волжских городов. В правление комитета вошли известные ученые, народные депутаты СССР и РСФСР, писатели, журналисты, представители экологических организаций. В январе 1990 года в Москве состоялась конференция членов комитета, на которой обсуждались самые злободневные проблемы Волги, предлагались пути для оздоровления природной ситуации в ее бассейне.

Мы публикуем в сокращенном виде несколько выступлений, прозвучавших на конференции.

**С. А. Шатохин**, кандидат философских наук, сопредседатель Общественного Комитета Спасения Волги.

Комитет Спасения Волги не является каким-то оригинальным исключительным сообществом. В международном экологическом движении региональный подход в области экологии давно апробирован: во Франции, например, успешно действует Общественный Комитет Спасения Луары.

Научные, государственные органы, включая правительства СССР и РСФСР, не сумели остановить деградацию природной среды в бассейне Волги, поэтому активизация общественного экологического движения — последняя надежда. Задача нашего комитета — помочь в ближайшее время хотя бы затормозить процесс деградации в этом регионе страны. Задача нелегкая, ведь территория Волжского бассейна — это половина России, а ее промышленный потенциал, нисколько не преувеличивая, имеет судьбоносное значение для всего государства. В Поволжье живут до 60—70 млн населения, здесь сосредоточено свыше 3 тыс. промышленных предприятий (и почти ни одно из них не имеет экологически безупречной репутации).

Крупные промышленные агломерации, а также областные и республиканские центры нефтехимии, металлургии и атомной промышленности используют Волгу как естественный коллектор и источник водоснабжения. Подобный подход и есть главная причина экологической катастрофы на Волге.

На Верхней Волге наиболее опасные объекты — Калининская АЭС и существующая угроза строительства Ржевского гидроузла, предназначенного якобы для снабжения питьевой водой Москвы. Для охлаждения реакторных блоков Калининской АЭС используются озера Песьво и Удомля (заметим, что за рубежом запрещается использование естественных водоемов для охлаждения АЭС). Из-за перегрева воды эти озера начали деградировать.

Что же касается строительства Ржевского гидроузла, то в Москве нет дефицита питьевой воды, а имеется явный дефицит рационального хозяйствования. В случае реализации проекта Ржевского гидроузла еще не зарегулированный последний участок Волги будет зарегулирован, и тогда гибель реки неизбежна.

Главную опасность на Средней Волге представляют строящиеся Башкирская и Татарская АЭС, а также Чебоксарское водохранилище. Согласно геологической экспертизе, проведенной учеными Казанского университета, предполагается наличие карстов и разломов на территории Татарской АССР. Подтверждение тому, что площадка выбрана неверно, — несколько



землетрясений, произошедших в районе Татарской АЭС в 1989 году. Возникла необходимость консервации строительства, и все потому, что велось оно без утвержденного проекта, без экологической экспертизы.

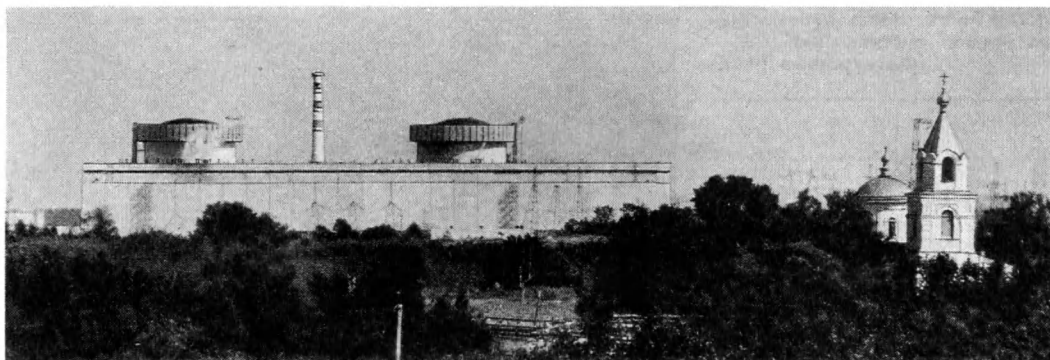
Особо критические объекты Нижней Волги — каналы Волга-Чограй и Волга-Дон 2, Астраханский газоконденсатный комплекс, предполагаемая разработка Карачаганского и Тенгизского газовых месторождений, строительство новых мелиоративных систем. Волгоградское водохранилище превратилось в гигантский отстойник, а Волга в низовье стала своеобразной гидрохимической ловушкой — здесь оседают сотни миллионов тонн ядовитых веществ, сбрасываемых промышленными предприятиями.

Астраханское, Волгоградское и Саратов-

ское отделения Общественного Комитета Спасения Волги провели в октябре 1989 года региональную конференцию «Нижняя Волга — зона экологического бедствия». В конференции приняли участие ученые, народные депутаты СССР, писатели, журналисты, представители экологических организаций. Они послали обращение Верховному Совету СССР с просьбой принять решение об официальном признании Нижнего Поволжья зоной экологического бедствия. Аналогичное обращение послано в Советский комитет ЮНЕП (программа ООН по охране окружающей среды).

Юридический статус нашего комитета был обеспечен в апреле прошлого года. Организационная структура его — несколько проблемных комиссий. Аграрная комиссия занимается вопросами сельского хозяйства Волжского региона, юридичес-





Под сенью креста и атома (Калининская АЭС)  
Фото Ю. Крылова

кая — вопросами экологического права, главная задача энергетической комиссии — разработка энергетической программы альтернативных источников энергии.

**А. В. Яблоков, член-корреспондент АН СССР, заместитель председателя Комитета Верховного Совета СССР по экологии и рациональному использованию природных ресурсов.**

Сейчас 16% территории нашей страны — регионы экологического бедствия и среди них немалую долю составляет Приволжская зона. В этих условиях особенно вызывает тревогу, что до сих пор не принято правительственное постановление по улучшению экологической обстановки в бассейне Волги. Я считаю, что члены нашего комитета должны все силы приложить к тому, чтобы такое постановление было принято. Это цель номер один.

Во-вторых, есть ряд конкретных дел, которые общественность должна довести до конца. Нужно, наконец, разобраться в обстановке вокруг Астраханского газоконденсатного комплекса, отходы которого буквально отравляют все Нижнее Поволжье, найти, кто виноват в закупке применяющихся там «грязных» технологий. Необходимо найти также виновных в строительстве каналов Волга-Чограй и Волга-Дон, т. е. провести общественное расследование по существу преступной деятельности горемелиораторов на территории Поволжья.

И наконец, я как председатель советского отделения международной организации «Гринпис» (Зеленый мир) и как один из членов — директоров советского отделения Международного фонда «За выживание и развитие человечества» хочу сооб-

щить, что эти две организации приняли решение активно участвовать в деятельности по спасению Волги, в частности, в работе нашего комитета. Для этого выделено несколько сот тысяч рублей. В ближайшее время будет разрабатываться конкретный план действий, и в создании его необходима помощь Общественного Комитета Спасения Волги.

«Гринпис» готов послать специально оборудованное небольшое судно «Белуха», которое выполняет по специальной программе «Гринписа» исследования в различных водных бассейнах мира. Оно могло бы пройти от верховьев Волги до ее низовьев, чтобы оценить экологическую обстановку во всем этом регионе.

**М. Я. Лемешев, доктор экономических наук, Президент Антиядерного общества СССР, эксперт ООН по охране окружающей среды**

За короткое время существования Общественного Комитета Спасения Волги сделано немало. И главное, по-моему, то, что комитету удалось войти в контакт с общественным движением за выживание, объединить местные волжские организации. Однако, в ближайшее время мы, по-видимому, не добьемся больших успехов в решении проблем спасения Волги, если не изменится общее экологическое, политическое и социально-экономическое состояние в стране в целом.

Я хочу обратить внимание на положение в нашей стране с атомной энергетикой. На 30 площадках сейчас ведется строительство атомных электростанций, которые пожирают массу энергии, огромные трудовые и материальные ресурсы, и в то же время создают смертельную угрозу для населения. Сторонники ядерной энергетики говорят, что нет альтернативы, эти станции ничем заменить. Но их и не надо ничем заменять, нужно прекратить ненужное про-



изводство, и тогда дополнительная энергия не потребуется. Ведь атомная энергетика в общем энергетическом балансе страны составляет всего два процента. И из-за этих двух процентов мы создаем угрозу природе, людям, живущим сейчас, и наверняка будущим поколениям.

Если же говорить о замене атомных станций, то вопрос решить не так уж сложно. 216 млрд квт/ч электроэнергии, которую дают все атомные станции,— это 60 млн. т. у. т. (тонн условного топлива). Объем газа, продаваемый нами за рубеж (90 млрд м<sup>3</sup>), содержит 120 млн т. условного топлива. Сократив продажу газа только на половину, можно полностью заменить всю атомную энергетiku. Я уже не говорю о продаваемых нами объемах нефти и светлых продуктов, которые содержат сотни миллионов тонн условного топлива. Это огромный дополнительный источник экологически безопасной и экономически эффективной энергии.

Что же касается Астраханского газоконденсатного комбината, то его руководству недавно правительством страны были сделаны серьезные предупреждения, что не на полную мощность запущена первая очередь комбината и медленно осваивается вторая и третья. Но ведь это курс на полное разрушение природных условий Нижней Волги и Каспия, поскольку речь идет о производстве, которое буквально отравляет все живое в этом уникальном регионе. Из всего мною сказанного следует вывод: борьбу за спасение Волги нужно обязательно сочетать с борьбой за оздоровление всей экономики страны, проблемы Волги необходимо рассматривать на фоне общих экономических несуразниц, если не преступлений.

Я считаю, что сейчас надо создать долгосрочную программу «Волга». Она должна с одной стороны решить принципиальные проблемы — оздоровить экономику, а для этого изменить всю структуру хозяйства в регионе, а с другой — привлечь общественность, государственные, кооперативные и прочие предприятия, расположенные в бассейне Волги. Предприятия эти должны отчислять определенный процент прибыли не в безличный государственный бюджет, а именно в целевой фонд спасения Волги.

**Б. В. Виноградов, доктор географических наук, член бюро советской ассоциации «Экология и мир», председатель Общественного Совета при Госкомприроде РСФСР.**

Сейчас сформирована и сравнительно хорошо работает экологическая экспертиза Госкомприроды РСФСР. Опыт ее деятель-

ности привел к следующему: при экспертизе необходимо учитывать исторические корни современных экологических катастроф. Как возникло, например, экологическое бедствие в Калмыкии? 400 лет калмыки жили в гармонии с природой, на своих пастбищах они никогда не пасли больше скота, чем могли вынести эти пастбища. Но в начале 40-х годов, во время войны, калмыки были переселены в Сибирь и Казахстан. Их территорию заняли люди, не знающие местных условий и не сумевшие правильно вести хозяйство. Многие естественные пастбища были распаханы, а на оставшихся пастбищах овец стали пастись значительно больше, иногда в десятки раз, допустимых пределов. Все это привело к тому, что сейчас требуются сотни миллионов рублей для восстановления пастбищ.

В прежние времена русские ученые всегда находили общий язык с теми народами, на территории которых им доводилось работать. Они были не только самостоятельными, но и гордились своей независимостью от политических императивов, которые диктует правительство. Сейчас, к сожалению, статус ученых изменился. Большинство из них зависит политически и экономически от догм, навязанных всему обществу. Поэтому большинство проектов, будь то дорогостоящие каналы, или другие сооружения, утверждаются к строительству, несмотря на их явную несостоятельность не только в экологическом отношении, но и в экономическом. Так что вместе с ведомствами ответственность за экологическую катастрофу на Волге должны разделить и ученые-согласители.

Необходимо привлечь к работе ученых, способных отстаивать научные позиции и противостоять ведомственному диктату. Например, приостановки строительства канала Волга-Чограй удалось добиться именно потому, что был создан консорциум независимых ученых из Института агролесомелиорации ВАСХНИЛ (Волгоград), Института кормов ГКПЗ СССР (станция Луговая Московской области), Южгипрозема Госагропрома РСФСР (Ростов) и Института эволюционной морфологии и экологии животных АН СССР (Москва).

Только таким путем, объединив независимых ученых с общественным экологическим движением, можно добиться успеха, противопоставив какие-то альтернативы ведомственному произволу в Волжском регионе.

Материал подготовила  
Э. К. СОЛОМАТИНА

---

## Обсерватории и институты

---

# Миллиметровый радиотелескоп РТ-70

Л. М. ГИНДИЛИС,  
кандидат физико-математических наук  
ГАИШ МГУ

---

### ПРОТОТИП И МОДЕРНИЗАЦИЯ

Еще в конце 70-х г. в СССР вступил в строй 70-метровый радиотелескоп Центра дальней космической связи, работающий в диапазоне дециметровых и сантиметровых волн (Земля и Вселенная, 1989, № 4). У этого телескопа хорошие параметры и удачная конструкция, поэтому было решено использовать его в качестве прототипа при создании нового радиотелескопа, рассчитанного для работы в миллиметровом диапазоне. Конечно, лучше всего было бы спроектировать такой радиотелескоп заново, но для этого не было подходящей промышленной базы. Единственный путь состоял в модернизации существующего проекта с учетом имеющейся промышленной технологии.

Предельная длина волны для миллиметрового телескопа — 1,2 мм. Чтобы обеспечить эффективную работу радиотелескопа на этой волне, суммарное (т. е. вызванное различными причинами) отклонение отражающей поверхности зеркала от расчетного параболоида не должно превышать 70 мкм (это при диаметре зеркала 70 м!). Ширина диаграммы направленности на волне 1,2 мм составляет 3,5". Следовательно,

---

Как уже сообщалось в нашем журнале (Земля и Вселенная, 1990, № 3), на плато Суффа в Узбекской ССР ведется строительство радиоастрономической обсерватории Астрокосмического центра (АКЦ) ФИАН. Основным инструментом обсерватории будет 70-метровый радиотелескоп РТ-70, рассчитанный на работу в миллиметровом диапазоне волн.

---

точность наведения и сопровождения радиисточников должна составлять 0,3 угловой секунды.

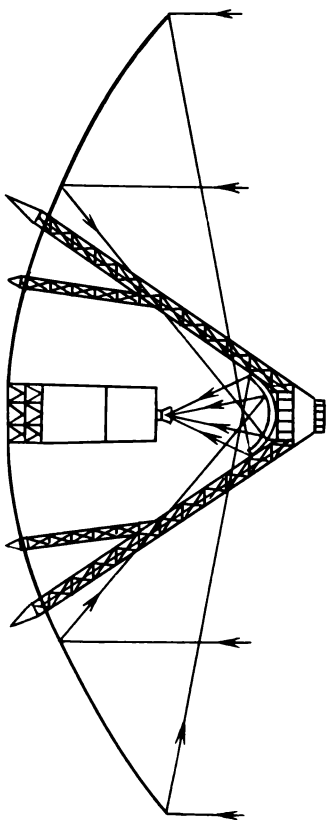
Для реализации этих требований необходимо было разработать новые высокоточные отражающие панели главного зеркала (технологическая точность изготовления 20 мкм), систему адаптации, компенсирующую деформации каркаса, систему наведения. Расскажем, как решались некоторые из этих задач.

### ОПТИЧЕСКАЯ СХЕМА

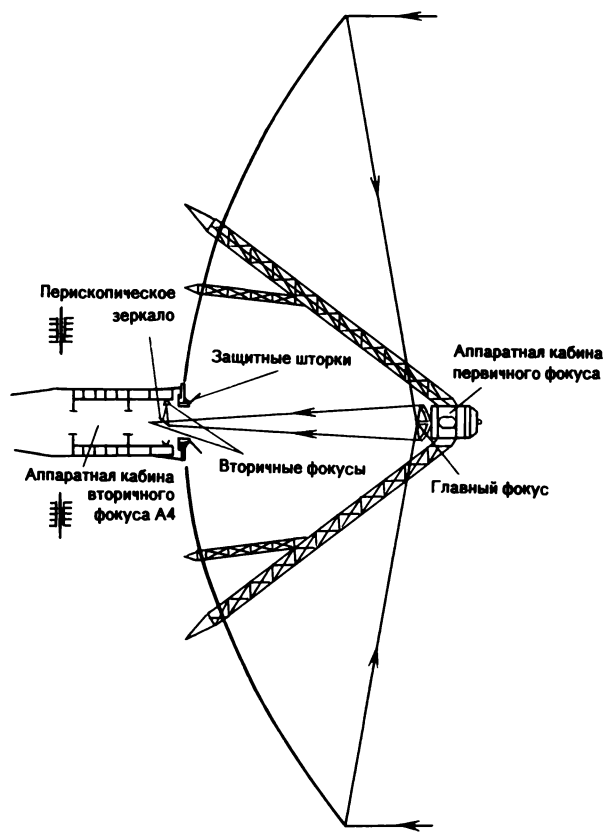
Прежде всего, необходимо было разработать новую оптическую схему радиотелескопа. В старой схеме главное зеркало выполнено в

форме квазипарабоида. Это позволило максимально повысить коэффициент использования радиотелескопа за счет более равномерного облучения. Правда, такой результат достигается ценой... утраты первичного фокуса (квазипараболическая поверхность не имеет фокуса). Но специально рассчитанный контррефлектор (КР) компенсирует фазовые искажения, вносимые квазипараболой, и фокусирует излучение во вторичном фокусе (поэтому телескоп может работать только в этом фокусе). Это не совсем удобно, особенно при работе на миллиметровых волнах, где требуется чрезвычайно высокая точность. Ведь работа во вторичном фокусе сопряжена с погрешностями, связанными с неточной установкой контррефлектора.

В новой схеме, чтобы иметь возможность работать как в первичном, так и во вторичном фокусе, главное зеркало выполнено в форме параболоида, вторичное зеркало (контррефлектор) — эллиптическое, т. е. используется классическая двухзеркальная система Грегори. Один из фокусов эллиптического зеркала совпадает с фокусом параболоида, второй фокус расположен вблизи основания зеркальной системы (вблизи вершины пара-



Оптическая схема радиотелескопа ЦДКС



Оптическая схема миллиметрового радиотелескопа РТ-70

болы). Основная идеология этой схемы и пути конструктивного решения предложены А. Е. Андриевским. По его же техническим предложениям разработаны высокоточные отражающие панели.

Три сменные аппаратные кабины предназначены для работы в первичном фокусе в различных диапазонах волн. Аппаратная кабина А1 используется для диапазона S (1 мм — 6 мм). Аппаратная кабина А2 предназначена для работы в диапазоне М (6 мм — 8 см), и, наконец, аппаратная кабина А3 используется либо для диапазона L (8 см — 21 см), либо при работе по программе наземно-космического радиоинтерферометра (Земля и Вселенная, 1983, № 1, с. 4; 1987,

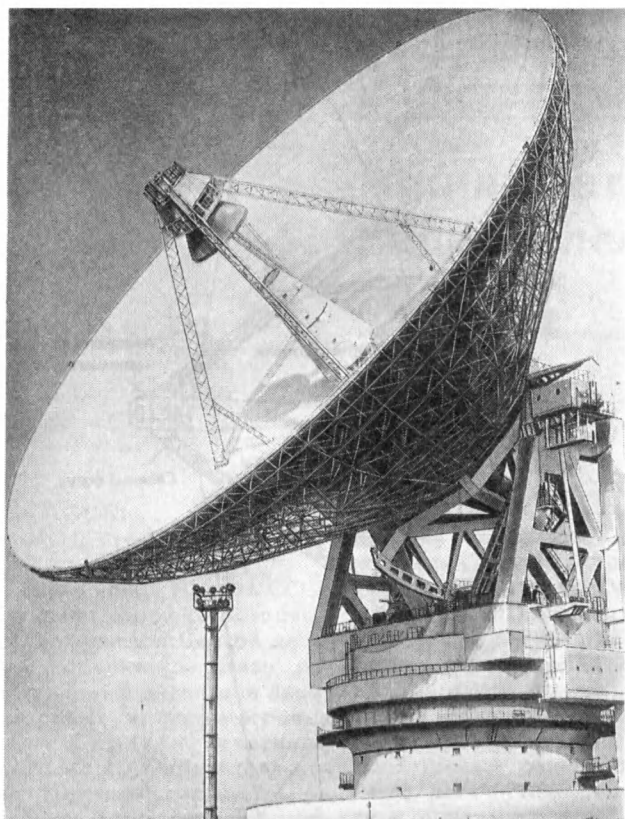
№ 4, с. 20.—Ред.). В последнем случае она оснащается тем же комплектом аппаратуры, который имеется на борту космического радиотелескопа КРТ.

Для работы во вторичном фокусе используются два контррефлектора КР-1 диаметром 3 м (более точный) для диапазона S, и КР-2 диаметром 5 м для диапазона М. Аппаратная кабина вторичного фокуса А4 монтируется в основании зеркальной системы. Контррефлекторы КР-1 и КР-2 конструктивно связаны с соответствующими аппаратными кабинами А1 и А2. Таким образом, в диапазонах S и М имеется возможность работать как в первичном так и во вторичном фокусе без смены аппаратных кабин. Кроме того, можно одновременно вести наблюдения в первичном и вторичном фокусе на разных ча-

стотах (в первичном фокусе на более высокой частоте, а во вторичном — на более низкой).

Каждый контррефлектор обладает пятью степенями свободы: с помощью специальных приводов он может перемещаться в небольших пределах вдоль трех взаимно перпендикулярных осей X, Y, Z (Z — фокальная ось главного зеркала) и вращаться вокруг осей X и Y. Аппаратная кабина А3 контррефлектора не имеет: наблюдения в длинноволновом диапазоне ведутся только в первичном фокусе.

В аппаратной кабине А4 смонтировано перископическое зеркало. С его помощью излучение направляется в один из шести первич-



70-метровый радиотелескоп Центра дальней космической связи (ЦДКС) — прототип миллиметрового радиотелескопа RT-70

ных облучателей радиоприемной аппаратуры, расположенных по периферии аппаратной кабины (через каждые  $60^\circ$ ). Это достигается за счет дискретного поворота перископического зеркала с шагом  $60^\circ$  вокруг фокальной оси главного зеркала. Кроме того, оно выполняет еще некоторые дополнительные функции.

#### АДАПТИВНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ

При вращении радиотелескопа его отражающая поверхность деформируется под действием силы тяжести.

Это **весовые деформации**. Для RT-70 максимальные весовые деформации на краю зеркала составляют 30 мм (принимаются меры к уменьшению этих деформаций вдвое). Основную часть их составляют так называемые **гомологические деформации**. Что это такое? Ферменный каркас, на который укрепляется отражающая панель, рассчитан таким образом, что при вращении зеркала по углу места его отражающая поверхность деформируется не произвольным образом, а так чтобы параболическая поверхность переходила снова в параболическую, но с другой ориентацией параболы, с другим положением фокуса. Такая деформация не мешает работе радиотелескопа: надо только переместить контррефлектор в положение, соответствующее положению нового фокуса. Так работают

многие крупные радиотелескопы, например Бонский. При вращении зеркала контррефлектор непрерывно смещается, оставаясь все время в фокусе «текущего» параболоида.

Конечно, форма параболоида сохраняется не с абсолютной точностью. Существуют остаточные негомологические деформации, отклоняющие форму поверхности от параболической. Для RT-70 они составляют 1—3 мм. Это не препятствует работе радиотелескопа в дециметровом и сантиметровом диапазонах волн, но совершенно неприемлемо для работы на миллиметровых волнах. Ведь как уже отмечалось, отклонения не должны превышать 70 мкм. Чтобы выйти из положения, не меняя всей несущей конструкции, было решено применить принцип адаптации. Отражающая поверхность зеркала RT-70 состоит из 1200 панелей. Будем считать, что панели являются идеально точными и после юстировки образуют поверхность идеального параболоида. Если теперь повернуть зеркало по углу места, то из-за негомологических деформаций положения панелей будут отклоняться от поверхности идеального параболоида. Мы можем измерить эти отклонения и, если снабдить каждую панель механизмами перемещения, то в принципе, можно установить любую панель вновь на поверхность идеального параболоида. Такая регулировка должна проводиться автоматически в реальном времени, постоянно компенсируя негомологические деформации и сохраняя параболическую форму поверхности зеркала. На практике такой метод пока не применялся, на RT-70 он вводится впервые.

Для реализации системы высокоточные отражающие панели RT-70 оснащаются механизмами перемещения с



шаговыми электродвигателями; они осуществляют перемещение панелей по нормали к поверхности в пределах  $\pm 10$  мм. Точность отработки механизмов составляет 10 мкм. Автор макета механизмов А. Е. Андриевский. Математическая модель системы адаптации разработана в ИКИ АН СССР группой И. Д. Новикова. Она действует следующим образом. Вначале измеряют расстояния от опорного репера до регулируемых точек. Затем, по измеренным расстояниям вычисляют координаты точек в системе координат, связанной с телескопом. По ним определяются расстояния от этих точек до поверхности параболоида, который был получен в предыдущем цикле и параметры которого хранятся в памяти ЭВМ. Если эти отклонения меньше допустимых, то на этом цикл заканчивается. Если они больше допустимых, то осуществляется переход к следующему шагу: расстояния до параболоида сравниваются с данными о положении домкратов, которые также хранятся в памяти ЭВМ. Если отклонения меньше хода домкратов, то дается команда исполнительным механизмам для выведения регулируемых точек на поверхность параболоида; после чего цикл повторяется. Если отклонения больше хода домкратов, то осуществляется переход к следующей операции. Затем вычисляется новый параболоид, оптимальным образом «вписанный» в экспериментальные точки, соответствующие измеренному положению панелей. После этого вновь переходят к операции определения расстояния от регулируемых точек до нового параболоида.

Как определить координаты регулируемых точек? Существует несколько методов. Наиболее разработанным является радиофазометрический. Предположим мы установили на оси зеркала радиопередатчик и приемник, а на каждой панели поставили отражатель. Сигнал передатчика, возвращаясь от соответствующего отражателя, попадает в приемник; измеряя разность фаз посланного и отраженного сигнала, можно определить расстояние до панели, на которой установлен этот отражатель. Если передатчик установлен на оси зеркала, для определения координат регулируемых точек достаточно знать расстояние только от одного этого передатчика. Практически, передатчик приходится смещать от оси зеркала, в этом случае надо иметь несколько передатчиков. Возможны и другие модификации метода — например, с использованием контррефлектора. Но суть остается прежней: это, по существу, один из методов радиодальнометрии.

Вместо радиодальномера можно использовать оптический лазерный дальномер, но с ним пока трудно получить требуемую точность ( $\sim 25$  мкм). В этом плане привлекателен нулевой метод, предложенный А. Е. Андриевским. Он не связан с измерением абсолютных величин углов или расстояний. Метод основан на сохранении некоего исходного параболоида, любое отклонение от него приводит к появлению сигнала рассогласования, который, действуя на электродомкраты, возвращает отклонившуюся точку в исходное положение. Недостаток метода состоит в том, что он

требует увеличения хода домкратов. Кроме того, его конкретная реализация с помощью лазеров при существующей конструкции ферменного каркаса встречается с большими трудностями.

Рассматривался также цепочечный метод, предложенный И. М. Лисовичем и Г. С. Царевским: одна из панелей принимается за опорную, и к ней последовательно (по цепочке) привязывается вторая, третья и т. д. Этот метод приводит к накоплению ошибок по мере удаления от опорной панели.

Все эти методы измерения, по существу, базируются на исходном параболоиде, который задает нуль-пункты отсчетных устройств системы адаптации. Этот исходный параболоид определяется в процессе юстировки. В качестве основного метода юстировки для РТ-70 принят метод радиоголографии.

## РАДИОГОЛОГРАФИЧЕСКАЯ ЮСТИРОВКА

Отклонение поверхности зеркала от идеального параболоида приводит к изменению фазы в раскрыве зеркала. Амплитудно-фазовое распределение поля в раскрыве зеркала, в свою очередь, определяет комплексную диаграмму направленности антенны  $DN^*$  в дальней зоне. ( $DN^*$  есть преобразование Фурье от распределения поля в раскрыве зеркала). Следовательно, если мы измерим комплексную диаграмму направленности  $DN^*$ , то с помощью обратного преобразования Фурье можно восстановить распределение поля в раскрыве зеркала и по нему определить отклонения поверхности зеркала от параболоида.

Измерение комплексной диаграммы направленности  $DN^*$



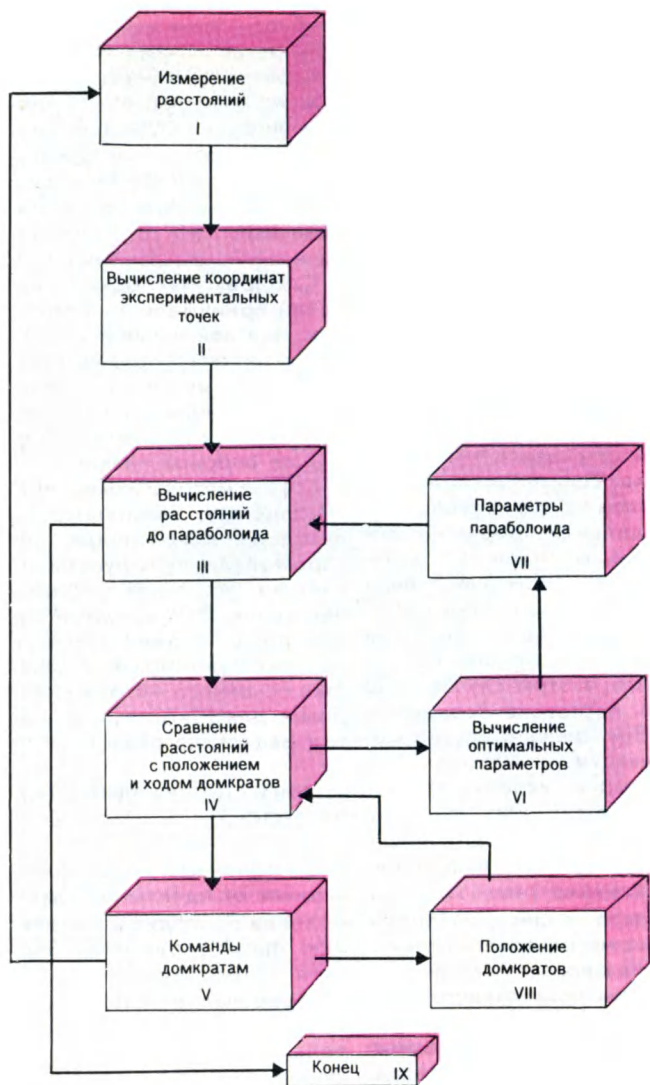
Обратное преобразование Фурье



Амплитудно-фазовое распределение поля в раскрыве зеркала



Ошибки поверхности зеркала



Математическая модель системы адаптации, алгоритм управления

Для РТ-70 отклонения определяются в регулируемых точках. Если теперь дать команду исполнительным механизмам — они выведут регулируемые точки на поверхность исходного параболоида. Соответствующие положения электродомкратов определяют нуль-пункты системы адаптации.

Радиоголографический метод широко используется в последние годы для юстировки многих крупных радиотелескопов. Особенность применения его к РТ-70 состоит в том, что здесь юстировка тесно связана с работой системы адаптации, определяя нуль-пункты ее отсчетных устройств. А так как положение нуль-пунктов не сохраняется с достаточной точностью, то юстировка должна периодически повторяться. Необходимая периодичность определится в процессе эксплуатации. Кос-

венные данные, включая опыт эксплуатации РАТАН-600, показывают, что юстировка должна проводиться раз в сутки. Это накладывает жесткое ограничение на время юстировки: оно не должно превышать одного часа.

Для определения полной (двумерной) диаграммы направленности надо просканировать какой-нибудь точечный источник радиоизлучения. Это дает диаграмму направленности по мощности. Чтобы получить комплексную диаграмму направленности, надо иметь информацию не только об амплитуде, но и о фазе. Для этого применяется метод опорной антенны. Исследуемая антенна (в нашем случае РТ-70) сканирует радиоисточник, а опорная антенна сопровождает его. Сигналы от основной и опорной антенн суммируются, и по полученной интерферограмме определяется комплексная диаграмма направленности.

В качестве источника излучения в практике радиоголографических измерений обычно используют или наземный генератор, или генератор на геостационарной орбите, или космические радиоисточники. На РТ-70 предусматривается возможность использования всех трех типов источников. Наземный генератор планируется установить на соседней горе Шау-Картау ( $H=4030$  м) на расстоянии около 10 км от РТ-70. В этом случае для обеспечения нужной точности юстировки (а она составляет 25—30 мкм) не требуется высокочувствительной приемной аппаратуры, и в качестве опорной антенны может использоваться простой рупор. Основным недостатком этого метода состоит в том, что измерение производится вблизи горизонта (угол места  $\sim 10^\circ$ ), поэтому при радионаблюдениях на высоких углах места требуется значительная ре-

дукция от исходного парабо- лойда к рабочему, а это все- гда сопряжено с ошибками. Использование геостаци- онарных спутников (угол места  $\sim 40^\circ$ ) позволя- ет частично снять эту труд- ность. Здесь также не тре- буется аппаратура высо- кой чувстви- тельности, и в качестве опор- ной антенны тоже может использоваться рупор. При юстировке по космическим источникам ее можно выпол- нять при различных углах ме- ста (в том числе близких к ис- следуемому источнику). Это значительное преимущество. Основная трудность здесь — низкий поток радиоизлуче- ния. Для обеспечения необ- ходимой точности требуется высокочувствительная при- емная аппаратура и доста- точно крупная опорная ан- тенна. Предполагается в ка- честве опорной антенны ис- пользовать приемную антен- ну комплекса спутниковой связи (Земля и Вселенная, 1990, № 3, с. 26.—Ред.).

## НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ

В заключение несколько слов о научных задачах, кото- рые могут решаться с по- мощью нового радиотеле- скопа. РТ-70 позволяет про- водить широкий комплекс астрофизических исследова- ний. Большое внимание пла- нируется уделить исследова- нию межзвездной среды ме- тодами радиоспектроскопии, особенно в миллиметровой области, где имеется много молекулярных линий. Будут исследоваться различные мо- лекулярные, в том числе ор- ганические соединения в межзвездной среде, что представляет значительный интерес для проблемы про- исхождения жизни во Все- ленной. Также будут иссле- доваться очаги звездообра-

зования и возникающие пла- нетные системы. Специа- льная программа посвяще- на исследованию радиопульсаров, связанных с быстровра- щающимися нейтронными звездами, которые возника- ют на конечном этапе звезд- ной эволюции.

Наряду с этим, значитель- ное внимание планируется уделить внегалактическим объектам — радиогалакти- кам, ядрам далеких галактик и квазарам. Эти объекты, расположенные у границ наблюдаемой Вселенной, дают информацию о ранних эта- пах ее эволюции, когда на- чался процесс формирова- ния звезд и галактик. Эти наблюдения должны дать ценный материал для реше- ния фундаментальных космологических проблем.

С помощью РТ-70 будут предприняты попытки поиска сигналов внеземных цивили- заций. С этой целью плани- руется исследовать линию позитрония  $\lambda=1,47$  мм, на которой, согласно Н. С. Кар- дашеву, можно ожидать сиг- налы ВЦ.

Дополнительные возмож- ности открываются в связи с использованием РТ-70 в со- ставе наземно-космического радиointерферометра. Раз- решаящая способность ин- терферометра будет состав- лять  $10^{-5}$  —  $10^{-6}$  угловой се- кунды. Это позволит реги- стрировать детали объектов размером порядка 100 км на расстоянии нескольких парсе- ков, или регистрировать объ- екты размером в одну астро- номическую единицу на рас- стоянии порядка мегапарсе- ка.

Еще более захватывающие перспективы откроются, ко- гда космические радиотеле- скопы будут выведены на околосолнечные орбиты. В этом случае база интерфе-

рометра будет сопоставима с астрономической едини- цей. При такой базе радио- интерферометр позволит опре- делять тригонометриче- ские параллаксы для внега- лактических объектов, впло- ть до границ наблюдаемой Все- ленной! Это откроет совер- шенно новую эру в астроно- мии. Аналогично тому как на Земле триангуляция позво- лила измерить расстояние между удаленными точками, создать точные карты, опре- делить кривизну земной по- верхности, найти размер на- шей планеты, так в будущем и в космосе триангуляция приведет к созданию точной трехмерной карты окружа- ющей Вселенной и к измере- нию кривизны пространства. А это позволит, в свою оче- редь уточнить историю Все- ленной и с большой уверен- ностью говорить о ее буду- щем.<sup>1</sup>

В решении этой задачи важную роль должны сыг- рать крупные наземные ра- диотелескопы типа РТ-70. По- мимо астрономических за- дач, радиотелескоп РТ-70 бу- дет использоваться и для ре- шения важных геофизиче- ских проблем. Так, наблюдая опорные радиоисточники, можно следить за измене- нием базы интерферометра. А это дает возможность из- мерять перемещение конти- нентальных плит, движение полюсов Земли, исследовать неравномерность вращения Земли и т. д.

Но все это будет, когда радиотелескоп войдет в строй. А пока он находится в процессе создания. Предсто- ит решить еще многие про- блемы.

<sup>1</sup> А. С. Шаров, И. Д. Нови- ков «Человек, открывший взрыв Вселенной» (М.: Наука, 1989, с. 162).

---

## Симпозиумы, конференции, съезды

---

# Антропный принцип в космологии: 16 лет спустя

Ю. В. БАЛАШОВ,  
кандидат философских наук  
Московский физико-технический институт

---

То, что человек наблюдает вокруг себя не произвольную Вселенную, но такую, в которой возможно его существование, звучит тривиально. Однако в 1973 году у этого обстоятельства обнаружился нетривиальный смысл, после того, как астрофизик Брэндон Картер сформулировал ряд утверждений, в которых факт существования в физическом мире познающего субъекта — человека служил оригинальным ответом на вопрос «почему Вселенная устроена и эволюционировала именно так, а не иначе?». Предлагаемый ответ гласил: потому, что во Вселенной, устроенной даже слегка иначе, наше существование по ряду убедительных причин было бы невозможно и, следовательно, некому было бы даже задать указанный вопрос.

Этот тезис, названный **антропным космологическим принципом** (АП), немедленно вызвал всеобщий интерес, чего Картер, по его недавнему признанию, никак не ожидал. Как бы то ни было, в последующие годы в сообществах физиков, космологов, биологов, а также философов, психологов, историков науки и культуры, религиозных мыслителей и популяризаторов науки развернулись интенсивные и острые

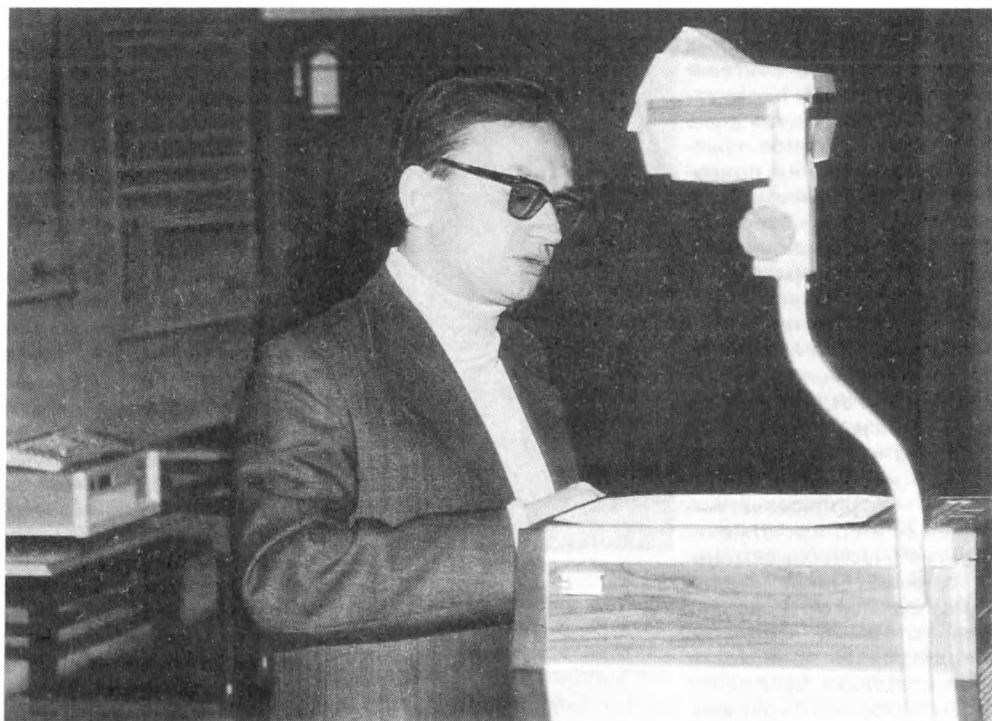
дискуссии об АП. Весьма уважаемые научные издания посвятили АП множество публикаций, на эту тему были написаны специальные и весьма объемистые монографии. АП получил резонанс в прессе и радиопередачах. Наконец, в ноябре 1988 года в Венеции состоялась первая, насколько известно автору, представительная конференция, посвященная исключительно АП. А еще через год эстафету подхватил Ленинград, где с 28 по 30 ноября, под эгидой Советского национального объединения истории и философии естествознания и техники, успешно прошел Международный семинар **«АП в структуре научной картины мира: история и современность»**, собравший около 50 ученых из СССР, США, Аргентины, ГДР, Польши, НРБ и Вьетнама. Среди них были физики, астрономы, космологи, философы науки, богословы и специалисты по истории культуры. Такой состав в полной мере отразил междисциплинарный характер обсуждаемой темы, а также огромный интерес к ней, проявляемый ныне далеко за пределами точных наук. Высокий научный уровень семинара во многом определялся активным участием крупных физиков, делающих ныне «погоду» в тео-

рии элементарных частиц и космологии. Я постараюсь очень кратко изложить (разумеется, в своем восприятии) наиболее ключевые темы, обсуждавшиеся на семинаре.

### СЛАБЫЙ АП

АП представляет собой набор формулировок, методик и позиций, не только относящихся к различному физическому содержанию, но и предполагающих разные онтологические допущения и гносеологические установки. Этим, возможно, объясняется широкий спектр оценок АП: от восторженного принятия до столь же решительного отторжения. В большинстве случаев речь идет не об «АП в целом», а о тех или иных его версиях, к которым можно, конечно, относиться по-разному. Но и при этом следует, по-видимому, отличать **физическое содержание** соответствующей версии от **интерпретации**. Исторически первым был введен в обиход слабый антропный аргумент. Произошло это в 1961 году, задолго до появления самого термина «АП», в контексте решения вполне конкретных космологических проблем, когда физик Р. Дикке вступил на страницах журнала «Nature» в полемику с П. Дираком,





в связи со знаменитыми совпадениями «больших чисел». Как известно, в 1937 году Дирак, заинтригованный тем, что некоторые безразмерные комбинации мировых констант концентрируются вблизи «магических» чисел  $10^{40}$  и  $10^{80}$ , предположил, что за этими совпадениями скрываются пока неизвестные глубокие закономерности природы, связывающие эти числа между собой и с «обезразмеренным» возрастом Вселенной. Из такой гипотезы следовала изменчивость по крайней мере некоторых физических констант во времени, что означало радикальный отход от традиционных представлений о постоянстве этих величин. Дикке предложил другое объяснение совпадения одного из «больших чисел» с безразмерным возрастом Вселенной, отказавшись от идеи изменения констант. Он обратил внимание на выделенный характер космологической эпохи, для которой характерно это совпадение.

Доктор физико-математических наук А. А. Старобинский (Москва)

Такая выделенность обусловлена присутствием во Вселенной «наблюдателей» (по астрофизическим причинам они не могут существовать в другие эпохи). Для того, чтобы в космосе возник химический материал, необходимый для их конструирования (элементы тяжелее гелия), Вселенная должна была в достаточной степени состариться. Поэтому нет ничего удивительного в том, что мы живем именно в данную, сравнительно позднюю, эпоху и являемся, употребляя удачное выражение А. Л. Зельманова, свидетелями совпадений «больших чисел». В другие эпохи «свидетели» просто отсутствовали.

**Слабый АП** был предназначен для укрепления позиций стандартной космологии, перед лицом «космических совпадений», в противовес другим их объяснениям,

включая гипотезу Дирака. Утверждается, что слишком большое доверие к таким альтернативным объяснениям не учитывает **селективного** влияния, которое оказывает сам факт нашего существования на то, что мы можем наблюдать. Как справедливо отметил в своем докладе А. А. Старобинский (Москва), «слабый АП слабее всей совокупности имеющихся экспериментальных данных». Тем не менее, слабый АП указывает на привилегированность положения субъекта в пространстве-времени Вселенной. Это фундаментальное обстоятельство нельзя игнорировать при интерпретации наблюдений.

#### СИЛЬНЫЙ АП

**Сильный АП** идет значительно дальше и указывает на нетипичность **всей нашей Вселенной**. Оказывается, что для устойчивого существования основных структурных элементов вещества (ядер, атомов, звезд и галактик)

необходима очень тонкая «подгонка» ряда численных значений мировых констант и некоторых других параметров, в том смысле, что даже небольшое мысленное изменение одной из них приводит к невозможности возникновения этих основных элементов в ходе эволюции. Физика нашего мира как бы «продумана» с удивительной точностью. Многочисленные примеры подобной «тонкой подгонки» привел в своем докладе И. Л. Розенталь (Москва). Он же справедливо указал, что в этих рассуждениях еще нет ничего специфически «антропного». Антропный аспект, как отмечали другие участники семинара, возникает лишь в том случае, если кто-то желает учесть тот факт, что «тонкая подстройка» происходит при «свидетелях». Сторонник сильных антропных аргументов может настаивать, что нам не следует удивляться наблюдаемому весьма нетипичному положению дел, поскольку «типичное» мы наблюдать не можем. Такая аргументация, однако, действительна лишь в том случае, если конкретный факт «тонкой подгонки» нельзя объяснить чисто физически, на основе более глубокой теории. При малейшей надежде на такое объяснение соответствующий сильный антропный аргумент становится ненужным. В свое время весьма наглядный пример из совсем другой области привел канадский философ Дж. Лесли (к сожалению, отсутствовавший на семинаре). Приговоренного к смертной казни выводят на расстрел. Взвод из 100 человек тщательно прицеливается. Раздается команда «пли!». Осужденный слышит звук выстрела и ...обнаруживает себя живым. Должен ли он этому удивляться? Разумеется — ввиду маловероятности подобного результата. Есть только одно обстоятельство,



Доктор физико-математических наук И. Л. Розенталь (Москва)

которому он не должен удивляться, а именно — что он не обнаруживает себя мертвым, — но отнюдь не потому, что он не может оказаться мертвым. Как раз в этом и заключается действие «АП» в данной ситуации. Здесь оно выглядит почти тавтологическим. В космологии — не так, поскольку обоснованный физиками и астрофизиками тезис о неустойчивости материальной структуры нашего мира к небольшому мысленному варьированию фундаментальных физических параметров неочевиден. Однако для подлинного объяснения требуется нечто большее — подведение частного случая под более общую ситуацию. Осознание этого побудило Картера соединить сильный АП с гипотезой ансамбля миров.

#### СИЛЬНЫЙ АП В МНОЖЕСТВЕННОЙ ВСЕЛЕННОЙ

Если постулировать бесконечное множество миров, в которых реализованы все

возможные комбинации фундаментальных параметров, то обязательно найдутся вселенные, способные породить разумную жизнь. Но если в ансамбле могут присутствовать вселенные со всеми предствимыми типами устройства, то почему именно мы оказались в столь благоприятном мире? В ответ можно лишь сослаться на сильный АП, исключающий наше появление в неблагоприятном мире...

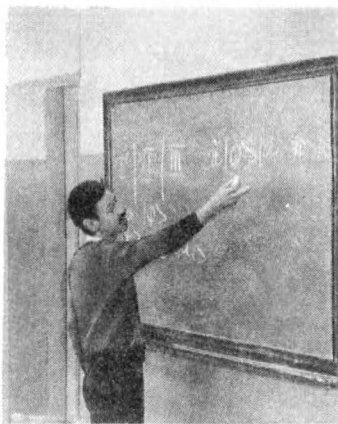
Теперь обратим внимание, что в соединении с гипотезой ансамбля миров сильный АП становится чем-то похожим на слабый АП, не по содержанию, но по способу использования в научной аргументации. Как мне кажется, именно к этим двум версиям антропных аргументов подходит термин «принцип самоотбора». Действительно, в слабом случае происходит «антропный самоотбор» определенной стадии в эволюции Вселенной. В сильном — самоотбор целой Вселенной из ансамбля миров. Однако для того, чтобы сильный АП самоотбора был эффективен, нужно, чтобы было, из чего выбирать. Иными словами, встает вопрос о физической реализации ансамбля миров. Картер в 1973 году ссылаясь в качестве прецедента на многомировую интерпретацию квантовой механики, предложенную в 1957 году Х. Эвереттом и развитую впоследствии Дж. А. Уилером, Б. Де Виттом и другими физиками. В этой интерпретации (в отличие от стандартного «копенгагенского» подхода) результат измерения трактуется как реализация одновременно всех собственных значений наблюдаемой величины. Но далеко не все физики согласны с тем, что в интерпретации Эверетта речь идет именно о «ветвлении» Вселенной, о «расщеплении» ее на бесчисленные копии, не

говоря уже о том, что большинство специалистов не принимает эту интерпретацию в целом. В дискуссии, состоявшейся после интересного доклада на эту тему А. О. Барвинского, А. Ю. Каменщика и В. Н. Пономарева (Москва), все эти вопросы принципиально обсуждались и высказывалось даже мнение, что «многомировая» интерпретация **антиантропна по духу** (в отличие от «копенгагенской»).

Более перспективна, по-видимому, известная космологическая **модель хаотической инфляции** (доклады А. А. Старобинского и Г. Готтлибера [ГДР]). Согласно этой модели, Вселенная считается состоящей из причинно изолированных областей с разными физическими свойствами, возникшими вследствие множественных фазовых переходов на начальных этапах эволюции. В докладе И. И. Ткачева (Москва) анализировались возможности, при которых вероятностям рождения вселенных с разными глобальными свойствами можно придать физический смысл.

## АП В КВАНТОВОЙ КОСМОЛОГИИ

Истоки гораздо более радикального истолкования АП могут быть прослежены в некоторых ранних интерпретациях обычной квантовой механики, в соответствии с которыми квантовые свойства объектов **создаются** в акте их наблюдения и не существуют сами по себе. Экстраполяция таких идей привела Уилера к «АП участия»: наблюдатель столь же существен для возникновения Вселенной, как и Вселенная для возникновения наблюдателя. Здесь принципиально противопоставлены реальной и, быть может, уникальной Вселенной и «возможных миров». Реальна лишь жизнеобеспеченная Вселенная.



Кандидат физико-математических наук А. Ю. Каменщик (Москва)

В ней значения физических параметров гарантируют появление жизни, разума и наблюдения на некотором этапе эволюции. Все другие «возможные миры», в которых не допускается феномен наблюдения, единственно способный придать всякой возможности статус действительности (в этом расширенном «копенгагенском» смысле), не существуют в качестве онтологической реальности. Иными словами, наблюдатель, возникший на сравнительно позднем этапе физической истории Вселенной, осуществляет «редукцию», сообщаящую, на манер «обратной связи», статус реальности той самой Вселенной, в которой он уже существует. Сколь бы спекулятивными ни казались подобные идеи, им весьма созвучен формализм квантовой гравитации. Дело в том, что аналог уравнения Шредингера для квантовой гравитации — уравнение Уилера — Де Витта, не содержит параметра времени. Редукция «волновой функции Вселенной» происходит здесь как бы вне времени, в «вечности», а время, если угодно, возникает как «подвиж-

ный образ» этой вечности. Однако кто (или что?) способен осуществить такую редукцию? А. А. Гриб поставил этот вопрос со всей принципиальностью. На ранних, но еще не «планковских» стадиях эволюции во Вселенной есть хотя бы один макроскопический кандидат на эту роль — сама гравитация. Но в планковскую эпоху нужно говорить уже о квантовании самой гравитации. Что же может сыграть роль здесь макроскопического редуктора? Не следует ли в этой связи рассмотреть гипотезу о космическом, «предельном» наблюдателе?

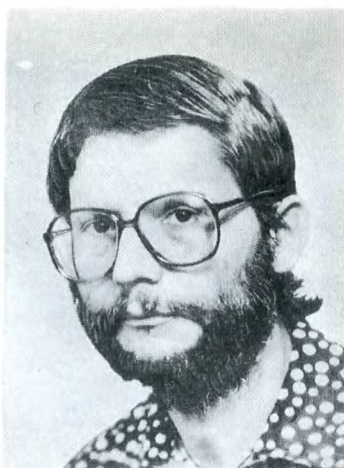
Более подробно вопрос о макроскопической природе времени был рассмотрен в докладе М. Кастаньино (Аргентина). Докладчик развил вероятностную теорию времени (такое время удовлетворяет требованиям квантовой гравитации и превышает в макропределе в обычное время с привычными нам свойствами).

## ФИЛОСОФСКИЕ И ИСТОРИКО-НАУЧНЫЕ АСПЕКТЫ АП

В изложенных трактовках роли наблюдателя в квантовой механике и квантовой космологии требуется уточнить смысл понятий «измерение» и «наблюдение». В частности, в какой момент квантовые свойства могут считаться измеренными — когда они производят необратимые изменения в макроприборах (детекторах, фотопластинках и тому подобное) или в тот момент, когда результаты этих изменений фиксируются в сознании наблюдателя? Если, следуя А. А. Грибу, встать на точку зрения, сформулированную в 30-е годы (Ю. Вигнера, Ф. Лондона и Э. Бауэра), то скорее справедливо последнее. Но тогда необходимо дать физически значимое определение сознания,

по существу требуется решить вечную и центральную проблему философии. Лондон и Бауэр настаивали, что в данном случае существенно такое качество человеческого сознания как **интроспекция**, благодаря которому субъект в каждый момент отдает себе отчет в содержании своего опыта. Такой подход имеет своих сторонников, но и противников у него не меньше. И. Л. Розенталь высказал, в частности, гораздо более скептическую позицию относительно возможности объяснить сознание в физических терминах. По его мнению, именно непонятная с точки зрения физики, природа сознания обуславливает непопулярность АП среди некоторых физиков. По мнению В. В. Налимова (Москва), в европейской философской традиции с некоторых пор возобладала редукция сознания к чему бы то ни было еще (в вульгарном варианте — к материальным структурам). Но, если основу сознания образуют не материальные, а **семантические** сущности, то тогда ближе всего к истине стоял Платон. В этом смысле АП в трактовке Уилера бросает вызов всему современному мировоззрению.

В. В. Казютинский (Москва) отметил, что традицион-



Кандидат физико-математических наук Б. Палюшев (Болгария)

ное противопоставление материи и сознания, которое делают, чтобы выявить пресловутую «первичность», должно быть освобождено от самодовления. Разделять реальность на материю и сознание имеет смысл только в рамках более общей категории бытия. Что же касается самого АП, то в нем есть два аспекта — **объектный**, характерный для умеренных версий, и **деятельностный**, имеющий отношение к уилеровской интерпретации.

Ряд докладов на семинаре касался историко-фило-

софских и историко-научных корней современного АП. Например, М. Хеллер (Польша) подробно рассмотрел изменения человеческих представлений о космосе и о месте в нем самого человека, происшедшие в позднем Средневековье и эпоху Возрождения.

Большой интерес вызвали доклады Л. Н. Гумилева (Ленинград) — «Причины этногенеза лежат в ближнем космосе», С. С. Хоружего (Москва) — «Исихастский синтез и ноогенез» и иерея В. Муштафина (Ленинград) — «Принцип единства человека и природы как проявление пантеизма». В них были затронуты глубокие концептуальные и мировоззренческие предпосылки современного АП.

К сожалению, невозможно в кратком обзоре рассказать обо всех выступлениях, тем более что в большинстве из них обсуждались весьма специальные вопросы. Не случайно, побывавшая на семинаре ведущая телепрограммы «600 секунд» призналась в вечерней передаче, что так и не смогла понять, о чем идет речь... Это и неудивительно, ибо ведь речь шла о фундаментальных проблемах, возникающих сегодня на переднем крае научного поиска.

## Информация

### Крупнейший детектор нейтрино

Новый детектор будет сооружен в северной части провинции Онтарио (Канада). Его приборы предполагается разместить на глубине 2 тыс. м в отработавшей шахте, вырытой среди древних пород Канадского щита. Строительство планируется завершить в 1995 г., после чего к исследованиям приступят ученые из США, Канады и Великобритании.

Чувствительность детектора должна в 50 раз превышать ту, что

присуща уже существующим установкам. Детектор сможет идентифицировать до 30 «нейтринных событий» в сутки. Основным элементом установки станет тяжелая вода, чистота которой на три порядка превысит ту, что используется в этих же целях сейчас. «Лишний» нейтрон, содержащийся в дейтерии, вступает в реакцию с нейтрино, что в конце концов приводит к возникновению черенковского свечения, доступного регистрации.

Одна тысяча тонн тяжелой воды будет размещена в шахте. Она займет прозрачный акрилитовый контейнер высотой с 10-этажный дом. Черенковское свечение станут регистрировать 2 тыс. фото-

умножителей, расположенных вокруг контейнера. И контейнер и датчики изолированы от внешнего пространства слоем обычной воды, которая защитит их от солнечного излучения.

Авторы проекта — физики Дж. Эван из Королевского университета (Онтарио) и У. Дейвидсон из Национального исследовательского совета Канады в Торонто. Руководит сооружением профессор Королевского университета А. Мак-Дональд. Общая стоимость строительства составит 61 млн канадских долларов.

New Scientist, 1990, 125, 1699



---

## Симпозиумы, конференции, съезды

---

# Создано Астрономическое общество СССР

Н. Г. БОЧКАРЕВ,  
доктор физико-математических наук  
В. Г. СУРДИН,  
кандидат физико-математических наук

---

В Московском государственном университете имели М. В. Ломоносова с 6 по 8 апреля 1990 года проходил учредительный съезд Астрономического общества СССР. Этому событию предшествовала большая подготовительная работа, занявшая не один год. Необходимость создания Общества была продиктована тем, что существующие органы управления астрономией имеют ведомственное подчинение и часто проявляют недостаточную расторопность и гласность в работе. А Всесоюзное астрономо-геодезическое общество (ВАГО) состоит в основном из любителей и не может решать вопросы, стоящие перед профессиональной астрономией.

Процессы, происходящие сейчас в нашей стране, привели к появлению новых научных обществ. Вопрос о том, что в СССР необходимо создать Астрономическое общество уже не раз поднимался на протяжении последних десятилетий. Однако решение по нему все откладывалось.

С середины 1988 г. инициативная группа астрономов несколько раз обсуждала в ГАИШ, а затем и в других местах, возможность создания Астрономического

общества и стоящие перед ним задачи. Объединенный научный совет по астрономии при АН СССР на своем заседании 13 апреля 1989 г. поддержал предложение об основании Астрономического общества и создал организационный комитет. В течение нескольких месяцев группа членов организационного комитета подготовила проект устава Астрономического общества СССР (далее — АО).

Осенью 1989 г. заботы по созданию АО взяла на себя инициативная группа, состоявшая из сотрудников примерно двадцати астрономических учреждений нашей страны. Желая выяснить отношение профессионалов к созданию АО, эта группа распространила среди астрономов ~1500 анкет. Около 95 % ответивших высказались за создание АО, но лишь 13 % посчитали, что это общество должно быть при АН СССР. При этом около 87 % ответивших выразили желание вступить в новое общество.

На основе результатов анкетирования инициативная группа решила провести учредительный съезд в Москве в апреле 1990 г. Для этого была разослана информация более чем в 150 учрежде-

ний страны, где работают астрономы, а также примерно тремстам докторам наук в области астрономии и всем, кто в ответах на анкету выразил желание участвовать в работе учредительного съезда. Силами инициативной группы был разработан вариант проекта Устава, вынесенный на учредительный съезд. Руководство МГУ поддержало идею создания АО и дало возможность провести съезд в стенах одного из старейших вузов страны. В подготовку съезда немало сил вложил местный оргкомитет под руководством директора ГАИШ МГУ док. физ.-мат. наук А. М. Черпащук.

Нужно сказать, что Астрономическое общество возникло не на пустом месте. Еще в 1890 г. известный русский ученый С. П. Глазенап создал Русское астрономическое общество, просуществовавшее до 1930 года. Оно ставило своей целью содействовать успехам астрономической науки в нашей стране. В то время в Москве и в Ленинграде существовали и другие общества, объединявшие как специалистов, так и любителей науки. В 1930 г. Русское астрономическое общество постигла та же участь, что и большин-

ство других, в том числе астрономических, общественных организаций: оно было закрыто. После некоторых перипетий в 1932 г. было образовано ВАГО — Всесоюзное астрономо-геодезическое общество при АН СССР. До 1930 г. четырежды собирались съезды профессиональных российских астрономов. Первый проходил в апреле 1917 г. под руководством П. К. Штернберга. Последний IV съезд состоялся в 1928 г. и в следующие 62 года съездов профессиональных астрономов в нашей стране не было.

На нынешний учредительный съезд АО собралось более 270 специалистов в области астрономии, астрономического образования и приборостроения из 79-ти учреждений от Прибалтики до Уссурийска, включая представителей всех республик, кроме Белоруссии и Киргизии, в которых нет астрономических учреждений. Съезд открылся 6 апреля в 10 часов утра в актовом зале 1-го корпуса гуманитарных факультетов МГУ. Участников съезда приветствовали проректор МГУ В. А. Садовничий, представители Союза ученых СССР, Физического общества СССР и ВАГО. Был зачитан ряд письменных приветствий. С докладами о предпосылках создания и о задачах АО выступили сопредседатели инициативной группы — Н. Г. Бочкарев (ГАИШ МГУ), В. В. Бурдюжа (ИКИ АН СССР) и В. В. Иванов (ЛГУ). В прениях по этим докладам выступили 22 участника съезда, в том числе председатель Астрономического совета АН СССР академик А. А. Боярчук.

Затем участники съезда высказали свое мнение о проекте устава и передали в редакционную комиссию более двухсот предложений. Вся первая половина следующего дня прошла в бурных

дискуссиях об уставе будущего Общества. К обеду устав был принят и наступил торжественный момент, когда все участники съезда дружно проголосовали за учреждение Астрономического общества СССР. На вечернем заседании происходило выдвижение кандидатов в центральные органы АО. Решено было не избирать президента Общества, а поручить руководство правлению во главе с тремя сопредседателями. В результате тайного голосования ими стали: докт. физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник ГАИШ МГУ Н. Г. Бочкарев; докт. физ.-мат. наук, профессор ЛГУ В. Г. Горбачкий; академик Эстонской АН, заведующий лабораторией Института астрофизики и физики атмосферы АН ЭССР А. А. Сапар.

Помимо них в правление выбрали еще 45 человек примерно из 30-ти астрономических учреждений нашей страны. Сформирована также Ревизионная комиссия в составе пяти человек. Все полномочные участники съезда были приняты в члены АО.

На третий день съезда было образовано 10 комиссий, которые не дублируют существующую систему секций и рабочих групп Астровета АН СССР по научным направлениям, а распределены по видам деятельности: организационная (председатель — М. Л. Лившиц, ИЗМИРАН), финансовая (Н. Г. Бочкарев, ГАИШ МГУ), по экспертизе (И. Г. Колесник, ГАО АН УССР), издательская (Н. Н. Самусь, Астрономический совет АН СССР), по астрономическому образованию (А. В. Засов, ГАИШ), по внешним связям (сопредседатели — И. Н. Глушнев, ГАИШ; В. Г. Куллин, СибИЗМИР АН СССР; В. Г. Сурдин, ГАИШ); по этике, защите прав и профессиональных интересов астро-

номов; по любительской астрономии (И. И. Паша, Московский дом технического творчества молодежи); по астрономическому матобеспечению (координаторы — П. А. Денисенков, АО ЛГУ; Я. В. Павленко, ГАО АН УССР; М. Е. Прохоров, ГАИШ); комиссия пользователей астрономических инструментов (Н. С. Комаров, АО ОГУ). Каждый член АО может участвовать в работе любых комиссий, но не более трех одновременно.

В конце съезда по инициативе казанских астрономов было принято обращение в Совмин Татарии о предоставлении нового помещения планетарию г. Казани, который был вынужден недавно освободить занимаемый им ранее собор.

Остановимся на некоторых положениях устава АО. Первый пункт устава гласит: «Астрономическое общество СССР — самостоятельная творческая общественная организация, объединяющая на добровольных началах научных работников, занятых научно-исследовательской и педагогической деятельностью в области астрономии. Другие лица, связанные с астрономической деятельностью или интересующиеся ею, могут образовывать ассоциации в рамках АО». По предложению зам. председателя комиссии по астрономическому образованию А. Б. Палея (Липецкий пединститут) начата работа по организации в рамках АО Ассоциации преподавателей астрономии педагогических институтов СССР. Если возникнет соответствующая инициатива, то возможно создание и ассоциации любителей астрономии.

Основная цель деятельности АО — способствовать развитию астрономии и астрономических знаний. Для чего предполагается:

— вырабатывать независимые суждения по вопросам,

связанным с развитием астрономии;

— защищать права и профессиональные интересы астрономов, способствовать улучшению условий их жизни и работы (в связи с этим было решено подготовить для ВЦСПС и Совмина СССР описание профессии астронома для внесения ее в государственный реестр профессий);

— поддерживать высокие профессиональные и нравственные традиции ученых;

— содействовать международным контактам советских астрономов;

— привлекать в астрономию молодежь и поддерживать ее творческий рост;

— способствовать совершенствованию астрономического образования в школах и вузах страны;

— способствовать развитию любительской работы, особенно наблюдательной, в области астрономии (комиссией по любительской астрономии намечено создание журнала для публикации любительских астрономических наблюдений);

— усилить общественное влияние при рассмотрении

АО предполагает выпуск информационных сообщений или бюллетеня, который будет освещать «социальную жизнь» астрономов в нашей стране и за рубежом. Предполагается также публикация научного журнала на английском языке. Согласно уставу, АО может вести определенную хозяйственную деятельность с целью разработки и малосерийного производства научной аппаратуры, а также для поддержания финансовой самостоятельности Общества.

Кто же может стать членом АО? В уставе сказано, что «АО составляют индивидуальные (действительные и почетные) члены и ассоциации. Действительными членами АО могут быть советские и зарубежные научные работники, преподаватели, инженеры и другие лица, имеющие печатные научные работы в области астрономии. Прием в действительные члены АО производится съездом или Правлением АО на основании личного письменного заявления и списка научных работ за последние 10 лет, содержащего не менее трех публикаций (статей в профессиональных научных журналах и сборниках, научных монографий, учебников и учебных пособий по астрономическим дисциплинам; рукописей, депонированных в ВИНТИ или в республиканских институтах научно-технической информации, и т. д., кроме отчетов и тезисов докладов). Съезд АО может в порядке исключения осуществлять прием в АО лиц, имеющих менее трех публикаций.

Действительные члены АО обязаны:

— соблюдать устав Общества;

— своевременно выполнять взятые на себя поручения АО;

— регулярно уплачивать членские взносы.

Ежегодные членские взносы

действительных членов составляют 5 % от среднемесячного дохода (заработной платы, пенсии, и т. д.). Вступительный взнос равен одному ежегодному членскому взносу. От взносов освобождаются члены, у которых среднемесячный доход в семье находится ниже уровня бедности в стране.

Действительный член Общества имеет право по специальному решению правления или съезда АО получать материальную поддержку Общества для проведения исследований; участвовать во всех мероприятиях АО, в том числе в работе его секций, комиссий, творческих коллективов, и т. п., получать издания Общества на льготных условиях; пользоваться приоритетом для публикации своих научных работ в изданиях Общества.

Правление Общества готово рассматривать заявления от желающих вступить в АО. В заявлении необходимо указать фамилию, имя, отчество, точный адрес, место работы и должность, ученую степень или звание (если таковые имеются), год рождения и номера телефона, телетайпа, телефакса. К заявлению необходимо приложить список работ за последние 10 лет (достаточно указать 3 работы).

АО рассчитывает, что у него будут спонсоры. Ими могут стать не только любые организации, обсерватории, институты или их подразделения, но и отдельные лица, заинтересованные в развитии астрономии.

АО не предполагает сложной иерархической структуры. Каждый член Общества имеет право обращаться непосредственно в правление по всем интересующим его вопросам. Однако при желании члены Общества могут объединиться в отдельные организации АО по любому территориальному, научно-

му или иному признаку. В работе съездов АО могут участвовать все его члены.

Кроме организационных вопросов на учредительном съезде были сделаны научные доклады на тему «Современные и будущие научные проекты». Академик А. А. Боярчук рассказал о планах развития наземной оптической астрономии в СССР в ближайшие 10—15 лет и о проекте 1,7-метрового космического теле-

скопа для наблюдений в ультрафиолетовом диапазоне. Член-корр. АН СССР Р. А. Сюняев (ИКИ АН СССР) продемонстрировал первые результаты, полученные международной обсерваторией «Гранат» и рассказал о работах по подготовке проекта «Спектр — рентген — гамма». Директор Астрокосмического центра ФИАН член-корр. АН СССР Н. С. Кардашев обрисовал ближайшие перспективы

развития наземной радиоастрономии в СССР, а директор ГАИШ профессор А. М. Черепашук сделал доклад о проекте «Ломоносов» (Земля и Вселенная, 1990, № 2, с. 10.— Ред.).

Следующий съезд АО намечено провести в 1991 г. Хочется надеяться, что за это время, благодаря энтузиазму советских астрономов, новое Общество окрепнет и завоеует авторитет.

## В Федерации космонавтики СССР

### Семинар в Киеве

В Киеве 27 января 1990 г. проведен научно-методический семинар Федерации космонавтики УССР.

Участники семинара заслушали доклад председателя Научного совета АН УССР по изучению природных ресурсов дистанционными методами доктора геолого-минералогических наук, профессора В. И. Лялько. Он был посвящен использованию аэрокосмических методов в решении экологических проблем Украины. В выступлении намечены пути организации постоянного и всестороннего контроля за состоянием атмосферы и окружающей среды региона, что позволит принимать своевременные меры, направленные на стабилизацию экологической обстановки.

«Перспективы развития практической космонавтики», — такова была тема доклада заместителя председателя ФК УССР А. П. Завалишина. Особое место в выступлении заняли вопросы экономики, отдачи космических исследований,

использования их результатов в народном хозяйстве.

В докладе председателя Научно-методического совета ФК УССР кандидата технических наук А. М. Бороденкова «Совершенствование форм и методов работы по пропаганде достижений космонавтики» отмечалось, что интерес к космонавтике, к этой сложной и увлекательной области науки и техники, у современной молодежи, к сожалению, падает. В этих условиях, подчеркнул докладчик, возрастает роль пропаганды достижений космонавтики.

В ФК УССР пропагандистская работа ведется по следующим направлениям. Члены федерации систематически выступают в республиканских средствах массовой информации. В Киевском политехническом институте ежегодно проводятся Гагаринские (в апреле) и Королёвские (декабрь-январь) чтения. В 1989 г. в рамках III Королёвских чтений проведена научно-техническая конференция молодых ученых, специалистов и студентов «Фундаментальные и прикладные проблемы космонавтики». Такая же конференция, но уже республиканская, намечена на май 1990 г.

Большой объем пропагандистской работы среди молодежи выполнен членами клуба «Байконур».

В 26 школах Киева организованы музеи космонавтики.

Пропаганда достижений космонавтики ведется в тесном сотрудничестве с республиканским обществом «Знание» и республиканским планетарием.

Периодически организуются выставки книг, значков, марок и конвертов, детских рисунков на космическую тематику в Доме художника, в кинотеатрах, в школах, во Дворце пионеров.

Широко используются такие формы проведения аэрокосмического воспитания молодежи, как организация и проведение тематических вечеров и устных выпусков журналов, диспутов, викторин, олимпиад, уроков Гагарина. Успешно работают со школьниками кружки моделирования ракетно-космической техники.

В работе семинара принимал участие начальник отдела пропаганды ФК СССР А. П. Полозов, который в своем выступлении рассказал о перспективах работы отдела пропаганды ФК СССР и высоко оценил организацию семинара.

Ю. УРАЛЬСКИЙ  
г. Киев



---

# Симпозиумы, конференции, съезды

---

## Конгресс в Эр-Рияде

Ю. Н. ГЛАЗКОВ,  
кандидат технических наук,  
летчик-космонавт СССР

---

11 ноября 1989 г. в Эр-Рияде открылся 5-й конгресс Ассоциации участников космических полетов (Земля и Вселенная, 1988, № 4, с. 52; 1989, № 2, с. 44.—Ред.). В столицу Саудовской Аравии прибыли 50 человек из 14 стран, в том числе 20 советских космонавтов.

На церемонии открытия во вступительном слове саудовский астронавт Султан Бин Салман аль-Сауд охарактеризовал ассоциацию как уникальное сообщество людей, видевших Землю из иллюминаторов космических кораблей. «Сейчас в ассоциацию входят 85 человек, представляющих 18 государств, — сообщил выступивший следующим астронавт из США Рассел Швейкарт, — все они побывали в невесомости, видели Землю со стороны. Члены ассоциации видят свою обязанность в том, чтобы передать свой опыт всему человечеству, активно участвовать в определении будущего космических полетов. Мы за расширение сотрудничества в космосе и за повышение безопасности полетов. Мы разные люди, но нас объединяет будущее, нас объединяет среда обитания и стремление к благоденствию».

«Пятый конгресс — юбилейный. Хоть и маленький юбилей, но он позволяет подвести итоги сделанного, — заметил в своем выступлении Алексей Леонов. —

Четыре предыдущих конгресса позволили нам созреть для обсуждения таких серьезных вопросов как спасение в космосе и совместная экспедиция на Марс. Хотелось бы, чтобы мы не только обсудили эти проблемы, но и нашли пути их решения. Сейчас, когда накоплен большой опыт работы в космосе, создаются орбитальные комплексы, отработана технология получения уникальных по своим свойствам материалов, в том числе биопрепаратов, когда с использованием крылатых аппаратов запускаются и возвращаются на Землю сверхтяжелые спутники, когда имеются материалы глобальной экологии и умение пользоваться ими, мы правомочны заявить на весь мир: „Космос — Земле“».

После красочной и торжественной церемонии открытия начались деловые заседания. Роберт Овермайер посвятил свой доклад программе пилотируемых полетов США. Практически проведены все системы кораблей «Спейс Шаттл», выполнены «задолженности», которые образовались в связи с потерей «Челленджера», переоборудованы наземные станции слежения, и теперь связь с экипажем может поддерживаться постоянно. Он рассказал о планируемых запусках для вывода на орбиту телескопа «Хаббл» (Земля и Вселенная, 1987, № 4, с. 49.—Ред.), гамма-телескопа и о

полете, в котором будут решаться некоторые медико-биологические проблемы. Обсуждались изменения в программе создания орбитальной станции «Фридом». Карл Хениц сообщил о технических характеристиках телескопа «Хаббл», особенностях его эксплуатации в автоматическом и ручном режимах.

В выступлении Сергея Крикалева рассказывалось о запуске системы «Энергия» — «Буран» и посадке орбитального корабля (Земля и Вселенная, 1989, № 2, с. 3.—Ред.), о возможностях использования космических технологий в народном хозяйстве. Особое место в докладе было отведено работе, проводимой космонавтами на комплексе «Мир». Обсуждались участниками конгресса дальнейшие перспективы оснащения комплекса специализированными модулями.

Обзор космических исследований, проводимых Саудовской Аравией, сделал Султан Бин Салман аль-Сауд. Здесь особое внимание уделяют изучению природных ресурсов, разработке космических технологий, вопросам экологии, обеспечению связи на всей территории страны. Активно развиваются научные связи с американскими и французскими специалистами.

Нидерландский астронавт Уббо Оккельс информировал участников конгресса о



работах Европейского космического агентства по реализации программы «Колумб». В 1996 г. планируется осуществить запуск герметичного блока орбитальной станции, в 1998 г. — орбитальной станции «Паллас», которые предполагается эксплуатировать совместно с американской станцией «Фридом». Для обслуживания станции будет использоваться многоразовый транспортный космический корабль «Гермес», над созданием которого ведется активная работа. Для дистанционного зондирования Земли, экологических исследований и изучения космоса предназначена платформа, запуск которой будет осуществлен не ранее 1997 г. К 1996 г. намечено создать отряд астронавтов, численностью 40 человек, 12 из которых пройдут подготовку для управления кораблем «Гермес».

На одном из заседаний выступил гость конгресса из Индии, доктор Яшпал. «К космическим исследованиям

Участники конгресса: фотография на память

надо шире привлекать философов, поэтов, художников, писателей — эту квинтэссенцию интеллектуального развития мира. Циолковский и другие философы предсказывали единение человечества через космос. Р. Тагор говорил, что человеческая солидарность будет проявляться все более по мере удаления людей от собственного дома. Думаю, что благодаря космическим исследованиям мы создадим новую сферу обитания человека, где проявятся все его качества. Космос — это стетоскоп, который надо прикладывать к большим местам планеты и помогать Природе. Надо моделировать будущее через призму прошлого, и в этом также значительную роль могут сыграть космические исследования», — вот лишь некоторые тезисы его философски глубокого доклада.

Чарльз Уолкер сделал обзор о достижениях космического материаловедения. Как отмечалось, интерес к промышленному внедрению разработок из этой области падает. Хотя существуют проекты специальных модулей, пока эксперименты, проводимые на орбите, имеют целью лишь проверку земных технологий, а не освоение космического производства.

«Освоение космоса и картография» — тема доклада Виктора Савиных, в котором рассказывалось об арсенале приборов для съемок из космоса, задачах, решаемых с их помощью.

В выступлении Владимира Аксенова сообщалось о системе автоматических спутников «Метеор», «Ресурс», «Океан», используемых в интересах геологии, зоологии, океанографии, исследований природных ресурсов, метеорологии. Всех заинтересовало сообщение о возможном использовании в системе мониторинга военных спутников. Было высказано пред-

ложение о проведении комплексных исследований с применением автоматических и пилотируемых средств контроля, создании международной экологической космической станции. Эти предложения могли бы стать предметом обсуждения международного совещания по экологии на уровне глав правительств в ООН, проведение которого намечено на 1991—1992 гг.

Особое место в работе конгресса заняло обсуждение проблем, связанных со спасением космонавтов. Им было посвящено несколько выступлений. В докладе Джона-Девида Бартоу и Джона Фабiana приводилась статистика аварийных ситуаций: шестидесятые годы — 37 стартов пилотируемых кораблей, 3 аварийных ситуации («Меркурий», «Восход-2», «Джемини-8») и 2 трагических исхода («Аполлон», «Союз»); семидесятые годы — 34 пилотируемых полета, 3 аварийных ситуации («Аполлон-13», «Союз 18-1», «Союз-23») и один трагический исход («Союз-11»); восьмидесятые — 56 стартов, 1 аварийная ситуация («Союз Т-10-1») и 1 трагический исход («Челленджер»). 4 катастрофы унесли 14 человеческих жизней, 7 аварий могли привести к смертельному исходу. После каждой трагедии следовали задержки: полеты возобновлялись только через 1,5—2,5 года.

В докладе отмечалось, что хотя необходимо оборудование для проведения спасательных операций существует, система оказания помощи попавшим в беду космонавтам отсутствует. Использованию корабля, уже находящегося на орбите, препятствует ограниченная возможность менять наклонение его орбиты. Например, «Шаттл» при наклоне орбиты  $28,5^\circ$  может изменять его в пределах  $2^\circ$ . Наклон орбиты определяется географиче-

ской широтой космодрома. Американские корабли осуществляют полеты по орбитам с наклоном  $28,5—57^\circ$ , советские —  $51,6^\circ$ . В значительной мере выгодном положении находятся космодромы, находящиеся ближе к экватору.

На подготовку запуска специального корабля-спасателя требуется несколько дней и даже недель, если он не находится в постоянной готовности (что и сложно, и дорого). Его старт, чтобы попасть в плоскость, где находится терпящий аварию корабль, должен состояться в строго определенное время — «окно запуска».

Еще ряд условий должен быть выполнен, чтобы стала возможной операция спасения. Надо обеспечить совместимость стыковочных узлов. Люки по размерам должны пропускать космонавтов в скафандрах. Пока через люки советских кораблей (диаметр 80 см) американские астронавты войти не смогут. Спасательные корабли должны вмещать оба экипажа, а коммуникации, терминология — быть согласованы.

По мнению авторов доклада, именно Ассоциация исследователей космоса совместно с Международной астронавтической федерацией должна активно содействовать созданию системы оказания помощи в космосе, оснащенной необходимым потенциалом.

Обстоятельный анализ всех этапов космического полета, возможных вариантов спасения, оценку надежности различных космических систем содержит доклад Александра Александрова (СССР).

Было высказано предложение о создании международной системы спасения космонавтов-астронавтов (МССКА). В структуре МССКА должны быть предусмотрены долговременные орбитальные станции и другие объекты на орбите, корабли-спасате-

ли, объединенный центр управления полетами, обеспечивающий связь со всеми объектами, поисково-спасательные службы международного характера.

На первом этапе создания МССКА (до 1994 г.) предполагается использовать уже существующие космические средства, системы обеспечения полетов. Затем в нее должны войти создаваемые сейчас космические корабли, станции, платформы, средства обнаружения и индивидуального спасения, автономного маневрирования. С 2000 г. кроме МССКА для ближнего космоса понадобятся, очевидно, и средства спасения при перелетах на Луну и обратно, межпланетных перелетах.

Уже на первом этапе существуют технические проблемы, которые должны быть решены при создании МССКА. Требуется обеспечить достаточность энергетических запасов для маневрирования космических кораблей. Надо научиться сближаться и стыковаться без помощи радиосистем. Должны быть унифицированы средства измерения параметров относительного движения и световые маяки. Необходимы совместимость механических систем стыковки, электропитания, жизнеобеспечения, терморегулирования, управления переходом из корабля в корабль, унифицированность состава газовой среды и давления.

Говоря об обеспечении своевременности оказания помощи А. Александров привел следующие данные: для спасения с борта орбитальной станции кораблем типа «Союз» понадобится от одних до нескольких суток, по американским данным, при использовании корабля «Спейс Шаттл» нужны 24 ч, если он находится на стартовой площадке, и 2 ч из состояния повышенной готовности.



На основе анализа массива аварийных ситуаций определен набор технических средств, необходимых для ликвидации аварийных ситуаций. Это, во-первых, средства выживания непосредственно на борту: скафандры, герметичные оболочки, герметичные отсеки. Во-вторых, средства аварийного покидания — аппараты, позволяющие самостоятельно отделиться от аварийного объекта, а затем обеспечить спуск на Землю или стыковку с другим объектом. И, наконец, нужны корабли-спасатели для экстренного покидания орбиты: маневренные, крылатые, индивидуальные (мягкие или жесткие капсулы с аэродинамическим качеством или рассчитанные на баллистический спуск).

В заключение доклада было заявлено, что в СССР руководители космических программ и создатели космической техники одобряют создание МССКА. Предлагается образовать международное акционерное предприятие по обеспечению разработок и внедрения средств

В зале заседаний. Слева направо: космонавты Ю. Н. Глазков, В. А. Шаталов, В. В. Аксенов, Ю. В. Малышев

спасения космонавтов и астронавтов.

Космонавт Алексей Леонов поделился опытом космических полетов, имеющим отношение к операциям спасения в космосе. Особенно значим опыт программы «Союз» — «Аполлон», в которой были решены и вопросы совместимости стыковочных узлов, и перехода из корабля в корабль, имевших различные атмосферы. Сообщено, что разработанный в СССР технологический модуль оснащен аэродинамическим унифицированным стыковочным узлом, адаптивным со стыковочным узлом корабля «Буран» и корабля-спасателя.

С интересом был выслушан доклад Глории Хинт. Она рассказала о деятельности Комитета по изучению методов спасения в космосе при Международной академии

астронавтики. Им разработаны концептуальные модели спасения экипажа и возвращения его в аварийном режиме на Землю. Это индивидуальные средства с использованием парашютных систем, системы типа «рага сопе» — мягкие чаши, внутри которых может размещаться астронавт, системы спасения всего отсека экипажа. Отдельно Хинт остановилась на спасении астронавта, находящегося вне корабля, при помощи системы автономного перемещения. Сейчас комитет работает над проблемой международной организации спасения.

Докладчик обратила внимание на еще одну опасность, грозящую в космосе, — возможное столкновение с осколками. Радиолокаторами на низких орбитах (до 2000 км) их зарегистрировано около 6000, на средних (от 2000 до 36 000 км) — около 700, на геостационарных — 453. Регистрируются осколки свыше 10 см в диаметре. Всего же, по оценкам, на орбитах вокруг Земли вращаются около 3,5 млн осколков



ков общей массой порядка 3000 т.

В докладе французского астронавта Патрика Бодри рассматривались различные сценарии аварийных ситуаций и возможное использование в спасательных операциях корабля «Гермес». Обсуждалась и ситуация, когда нет аппарата для спасения. Бодри отметил, что по возможности на космических объектах должно быть убежище.

Космонавт Муса Манаров рассказал об организации у нас в стране поиска и спасения космонавтов после приземления. Трасса полета космического корабля может проходить через любую точку поверхности планеты в полосе широт, определяемых наклоном орбиты. А это и океаны, и пустыни, и горы, и лесные массивы. Срочная или аварийная посадка может быть и на территории СССР и вне ее. Космический корабль снабжается аварийным запасом на случай, если время эвакуации экипажа затянется (ресурсы рассчитаны на трое суток). Поискная служба дислоцируется в Казахстане, авиационная техника находится в режиме 1,5-часовой готовности к вылету летом и 2-часовой зимой. При посадке на штатный полигон в Казахстане продолжительность поиска может достигать 1 ч.

М. Манаров обосновал необходимость создания Международного поисково-спасательного комплекса (МПСК). Опыт и технические средства МПСК могут оказать существенную помощь авиации, флоту, транспортным средствам, геологам, туристам.

В дискуссии по этой проблеме поднимались вопросы

оптимальной помощи на различных участках полета извне и самоспасения. А. Александров отметил, что в настоящее время у нас нет возможности состыковать два «Союза», так как они оба оборудованы активным стыковочным узлом, а потерять управление «Союзом», наверное, можно. Нужны универсальные узлы.

Результаты обсуждения проблемы спасения в космосе были отражены в заявлении участников конгресса, в котором, в частности, говорится:

«Ассоциация участников космических полетов призывает все агентства, имеющие космические программы, осуществить международные контакты, которые привели бы к конкретным техническим решениям проблем, связанных с созданием всеобщей системы спасения в космосе, включающих:

1. Разработку международных стандартов по достижению совместимости различных космических систем.

2. Рассмотрение системы быстрого реагирования спасения в космосе.

3. Создание более широкой международной инфраструктуры по развитию поиска и спасения, которая включает в себя требования, связанные с возвращением и посадкой пилотируемых космических кораблей».

В заключение конгресса было принято общее заявление Ассоциации участников космических полетов. В нем сказано, что пятый конгресс ассоциации «рекомендует всем нациям, которых беспокоит благосостояние Земли, следующее:

1. Нациям следует создавать и использовать между-

народные станции слежения за окружающей средой Земли, как пилотируемые, так и автоматические, в целях постоянного действия их как станций раннего предупреждения об опасностях, которые могут лишить нашу планету жизненной среды.

2. Должно быть приложено больше усилий к тому, чтобы извлечь максимум пользы из уникальных возможностей космоса, расширить возможности глобальных связей, которые в конечном итоге сближают нации, исключая таким образом разобщенность и непонимание. Кроме того, уникальные преимущества космоса открывают новые неизведанные возможности улучшения жизни человечества на Земле.

3. Международное сотрудничество и возможности участия в использовании космоса на благо человека должны быть существенно расширены. Мы уверены также, что планирование таких совместных программ должно осуществляться в консультации и с учетом нужд развивающихся стран».

Члены ассоциации внесли изменения в состав ее исполкома и приняли решение о проведении конгресса в Голландии в июле 1990 года. В составе исполкома ассоциации теперь А. Леонов, О. Макаров (СССР), Г. Иванов (Болгария), Б. Фаркаш (Венгрия), Т. Уонг, Д. Фабиан (США), Е. Мессершмид (ФРГ). Девиз 6-го конгресса — «Космос, объединяющий человечество».

## **В космосе телескоп «Хаббл»**

Стартовавший 24 апреля многоразовый транспортный космический корабль «Дискавери» 25 апреля вывел на орбиту космический телескоп «Хаббл» (Земля и Вселенная, 1987, № 4, с. 49.— Ред.).

Уникальная многоцелевая орбитальная обсерватория «Хаббл» — самая крупная из запущенных до настоящего времени в космос: ее масса 11,3 т, длина 13,1 м, диаметр 4,3 м.

Разработка проекта велась фирмой «Локхид» по заказу Центра космических полетов им. Маршалла около 20 лет. В создании телескопа принимали участие несколько ведущих групп специалистов США и Западной Европы. Его стоимость 2 млрд долл. Телескоп был готов к запуску на орбиту еще в августе 1986 г., но в связи с временным прекращением в США эксплуатации многоразовой транспортной космической системы после катастрофы «Челленджера», его запуск был перенесен на апрель 1990 г.

Телескоп будет находиться на орбите высотой 612 км и наклоном 28,8° в течение 15 лет. Отсюда уникальный космический инструмент способен обнаруживать объекты, имеющие в 25—50 раз меньшую яркость по сравнению с доступными для наблюдения лучшим наземным обсерваториям. В 7 раз увеличится расстояние, на которое ученые могут заглянуть в глубины Вселенной.

Для ориентирования телескопа на орбите американ-

ские ученые намерены использовать данные самого полного в истории астрономии каталога объектов звездного неба, который содержит информацию о координатах и звездных величинах 18 819 291 небесного объекта.

Телескоп сконструирован по двухзеркальной оптической схеме Ричи — Кретьена. Его относительное отверстие 1:24. Фокус располагается за главным зеркалом, диаметр которого 2,4 м, масса 816 кг. Диаметр вспомогательного зеркала 0,3 м. Главное зеркало в форме вогнутого гиперболоида изготовлено из плавленого кварцевого стекла, чтобы предотвратить тепловые деформации. Шлифованье и полировка его поверхности заняли 28 месяцев. Для сравнения, если бы шероховатость Земли соответствовала шероховатости главного зеркала телескопа «Хаббл», то Эверест имел бы высоту всего 127 мм.

Исследования будут вестись в широком диапазоне длин волн — от вакуумного ультрафиолета (около 12 мкм) до далекого ИК-излучения. На длине волны 63,28 мкм в фокальной плоскости в пятне диаметром менее 0,1" собирается 70 % энергии звезды, при длине волны 12,16 мкм сюда попадет свыше 40 % энергии. Зеркала алюминированы и покрыты очень тонким слоем фтористого магния. Коэффициент отражения на 12,16 мкм — больше 70 %, а на 63,28 мкм — больше 85 %.

Телескоп снабжен широкоугольной планетной камерой, камерой слабых объектов, спектрографом слабых объектов, спектрографом с высоким разрешением и высокоскоростным фотометром. Каждому из этих приборов отведена определенная часть поля зрения телескопа.

Трехосная система ориентации обеспечит точность

наведения на выбранный для наблюдения объект 0,01" и сопровождение этого объекта в течение 24 ч (16 витков вокруг Земли) с точностью свыше 0,007".

За 15 лет пребывания на орбите с помощью телескопа на Землю будут переданы более 100 тыс. изображений небесных объектов. Запланировано выполнение 162 научных программ, причем 43 из них будут вести ученые университетов и исследовательских институтов Австралии, Бельгии, Канады, Франции, Индии, Ирландии, Италии, Нидерландов, Швеции и ФРГ.

Астрономы всего мира наметили 556 первоочередных исследовательских задач, для решения которых потребуется около 11 тыс. ч наблюдений. Однако в первый год существования на орбите телескоп можно будет использовать для научных исследований только в течение 1200 ч. Бортовое оборудование телескопа рассчитано на передачу научных данных на Землю со скоростью 1 млн бит/с. При такой скорости за 42 мин можно передать полное содержание 30-томной энциклопедии.

По материалам  
зарубежной печати

## **Проект бюджета НАСА на 1991 финансовый год**

НАСА запросило на 1991 финансовый год 15,1 млрд долл., что на 2,8 млрд долл. превышает сумму ассигнований, выделенных конгрессом этой организации на 1990 г.

Запрос включает 119 млн долл. на программу создания воздушно-космического самолета NA SP и средства на две новые программы: «Полет к планете Земля» (Mission to Planet Earth) и «Ини-

циатива по исследованию космоса человеком» (Human Exploration initiative). Если в 1990 г. на программу орбитальной станции «Фридом» было выделено 1,749 млрд долл., то на 1991 г. запрашивается 2,451 млрд долл.

Запрос включает также 7,07 млрд долл. на исследование и разработки (в том числе 2,5 млрд долл. на космическую науку), 5,289 млрд долл. на обеспечение управления космическими аппаратами и связь; 497 млрд долл. на строительство; 2,252 млрд долл. на руководство программами и оплату персонала.

Flight International, 1990, 137

## Программа исследования планет в США

Первый американский спутник «Эксплорер-1», разработанный в Лаборатории реактивного движения (ЛРД), был выведен на орбиту в 1958 г. Последующие десятилетия отмечены рядом крупных достижений США в исследовании космоса. Однако в 80-х годах ЛРД пережила критический период, когда более 10 лет не предпринималось ни одного серьезного исследования планет космическими аппаратами (КА). Причина — смена национальных приоритетов и как следствие уменьшение бюджетных ассигнований.

В настоящее время положение меняется — в мае 1989 г. к Венере запущен КА «Магеллан», в октябре к Юпитеру — КА «Галилей» (Земля и Вселенная, 1990, № 1, с. 68, 70. — Ред.).

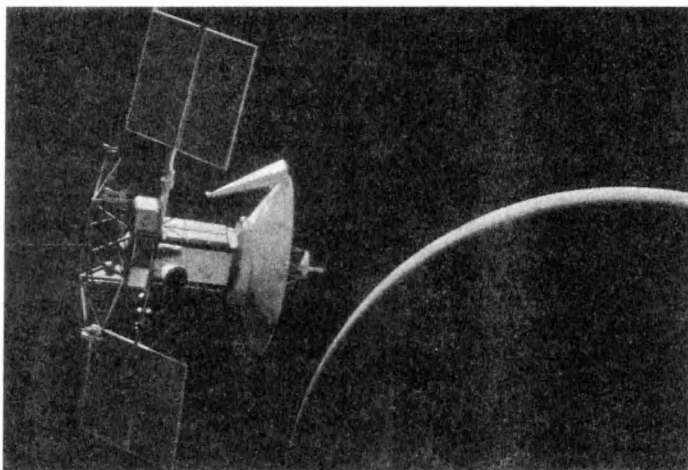
Программа исследования планет, возможно, будет изменяться, учитывая недавнее заявление президента Буша в поддержку расширения исследований Луны, а затем

Марса с использованием пилотируемых КА. Утвержденные планы запусков КА до 1996 г., кроме полетов к Венере и Юпитеру, предусматривают экспедиции к Марсу, Сатурну, нескольким астероидам и комете Копфа. На 1992 г. запланирован запуск к Марсу КА «Марс Обсервер» для беспрецедентного глобального изучения планеты. В 1995 г. предусмотрен старт КА CRAFT (Comet Rendezvous Asteroid Flyby) для полета к комете Копфа. В течение 2,5 лет он будет двигаться вместе с кометой, совершит ее облет и сбросит зонд для проведения прямых измерений. В 1996 г. должно начаться путешествие КА «Кассини» к Сатурну.

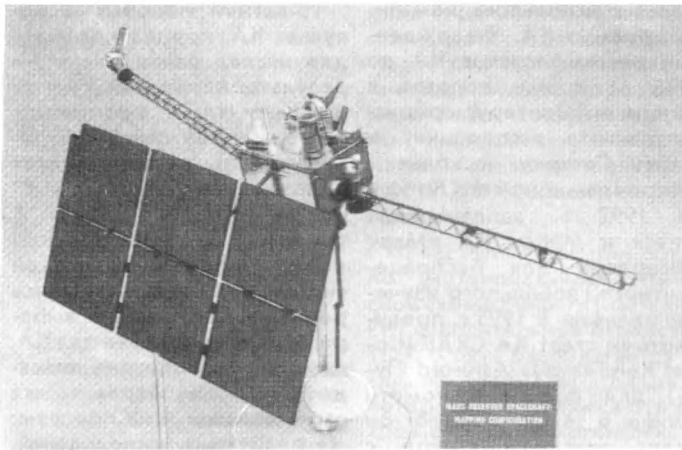
КА не только совершат полеты к планетам и астероидам, но будут оставаться вблизи них в течение нескольких лет, двигаясь по сложным орбитам вокруг этих небесных тел. Так, полет по программе «Кассини» предусматривает выход аппарата на орбиту вокруг Сатурна, по которой в течение 4 лет он совершит 36 витков, будет сброшен зонд для исследования атмосферы спутника Сатурна Титана.

10-летний перерыв в запусках КА, предназначенных для исследования планет, — результат проводимой ранее политики НАСА, в соответствии с которой основным носителем при выведении всех полезных нагрузок был выбран МТКК «Спейс Шаттл». А так как существовали проблемы с разработкой этой системы, дважды менялись решения в отношении выбора разгонной ступени для КА, наконец, последовала катастрофа «Челленджера», то все это сказалось и на программе планетных исследований.

Особенно пострадала программа КА «Галилей» — первого аппарата для полета в дальний космос, который предполагалось запустить с помощью МТКК «Спейс Шаттл». Работы над его созданием начались в 1977 г., вскоре после запуска КА «Вояджер». Первоначально рассчитывали запустить КА «Галилей» в 1982 г., чтобы в 1985 г. он достиг Юпитера. В результате же всех отсрочек пуск «Галилея» отстал от первоначального графика на 7 лет, а его встреча с Юпитером — на 10. Более длительный полет КА к Юпитеру отчасти объясняется движением аппарата по кон-



«Магеллан»



«Марс Обсервер»

центрической траектории, обусловленной применением менее мощной разгонной ступени.

Расходы на исследование планет в 1974 финансовом году, когда наблюдался высокий уровень ассигнований, связанный с запуском КА «Викинг» к Марсу (до сих пор самый дорогостоящий полет), составляли около 60 % фондов НАСА на научные и прикладные исследования. В настоящее время эти расходы в рамках бюджета отдела по космической науке и прикладным исследованиям находятся на уровне 20 % — примерно 400 млн долл. из ежегодных ассигнований отдела около 2 млрд долл.

В то же время затраты на астрономические программы, осуществляемые с помощью средств космического базирования (космический телескоп «Хаббл», обсерватория по исследованию гамма-излучения GRO (Gamma Ray Observatory), составляют до трети бюджета отдела. Для сравнения в 1974 г. на такие программы расходовалось 10—20 % ассигнований, выделенных НАСА на научные и прикладные исследования.

Помощник директора НАСА Ленард Фиск заявил, что космические исследования, связанные с астрономией и науками о Земле, вырвались вперед, так как они оказались готовыми к извлечению преимуществ из появившихся возможностей. Полеты к другим планетам утратили доминирующее значение в планах НАСА, однако такое положение «связано с развитием астрономии, а не со снижением интереса к науке о планетах».

Половина 7-тысячного коллектива ЛРД занята в работах по программам исследования планет, включая деятельность по обеспечению полетов и занятость на комплексах системы дальней космической связи. Примерно четверть коллектива лаборатории работает над другими проектами НАСА в области космических исследований (такими, как программы космического мониторинга Земли), деятельность остальных сотрудников связана с проектами правительственных организаций, включая министерство обороны, министерство энергетики и Федеральное авиационное управление. По мнению Л. Фиска, в 90-х годах это соотношение изменится, что вероятно, будет результатом расширения работ по программам космического

мониторинга Земли и некоторым другим, масштабы же исследований планет останутся, по существу, без изменений.

Руководитель ЛРД Лью Аллен заявил, что есть несколько направлений, где лаборатория могла бы внести свой вклад в реализацию инициативы космических исследований с помощью пилотируемых аппаратов. Это могла бы быть научная деятельность на лунной базе (особенно при проведении астрономических наблюдений), а также запуски КА для обеспечения посадок пилотируемых аппаратов.

В ЛРД уже давно изучается возможность запуска КА, предваряющих полеты пилотируемых аппаратов, в частности существует проект спутника Луны. Совместно с космическим центром им. Джонсона ведутся работы по программе MRSR (Mars Rover Sample Return), предусматривающей создание марсохода и доставку на Землю образцов марсианского грунта, изучается возможность использования этого аппарата в рамках инициативы исследования Марса пилотируемыми средствами.

Безотносительно к инициативе президента Буша в ЛРД уже в течение нескольких лет разрабатывают аппараты для доставки образцов грунта с планет на Землю. Однако есть мнение, что будет очень трудно получить «добро» на такую дорогостоящую программу, как MRSR, без ее привязки к пилотируемым программам. По оценкам, реализация программы MRSR обойдется в 8—10 млрд долл.

Возобновление полетов МТКК «Спейс Шаттл» и возрождение парка ракет-носителей (РН) одноразового использования расширяет возможности ЛРД в осуществлении длительных полетов сразу нескольких аппаратов. В течение ближайших пя-

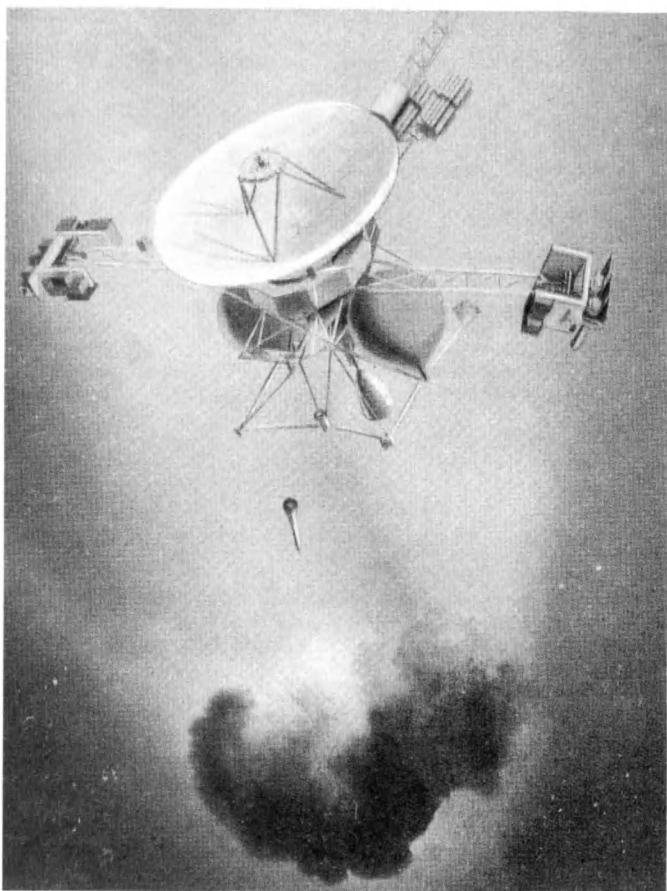


ти лет 70—80 % пусков МТКК «Спейс Шаттл» будет отдано космической науке. После запуска с помощью МТКК «Спейс Шаттл» КА «Магеллан» и «Галилей», РН «Титан-3» с межорбитальным транспортным аппаратом (МТА TOS должна вывести в космос КА «Марс обсервер», КА для программы CRAF и «Кассини» должны выводиться на траектории полета РН «Титан-4» со второй ступенью «Центавр», двигательная установка которой работает на криогенном топливе.

В 90-х годах помимо расширения объема работ, обусловленного увеличением числа запускаемых КА для исследований планет, деятельность ЛРД и системы дальней космической связи будет связана с решением сложных задач по обеспечению полета КА «Улисс» и продолжением сопровождения теперь уже межзвездных аппаратов «Пионер» и «Вояджер».

Запуск КА «Улисс» предназначенного для исследования полярных зон Солнца, предполагается осуществить в 1990 г. с помощью МТКК «Спейс Шаттл». Этот КА создается Европейским космическим агентством (ЕКА), а НАСА обеспечивает носитель, систему МТА IUS/PAM и систему электропитания. На КА «Улисс» будет установлено четыре европейских и пять американских комплектов научного оборудования.

При полете к Солнцу КА «Улисс» будет использовать гравитационное поле планеты Юпитер для выхода на почти полярную траекторию, необходимой для исследования солнечного ветра, магнитного поля, вспышек, радиоволн и рентгеновского излучения как функций солнечной широты. Среди основных задач полета также изучение солнечного и галактического излучений, меж-



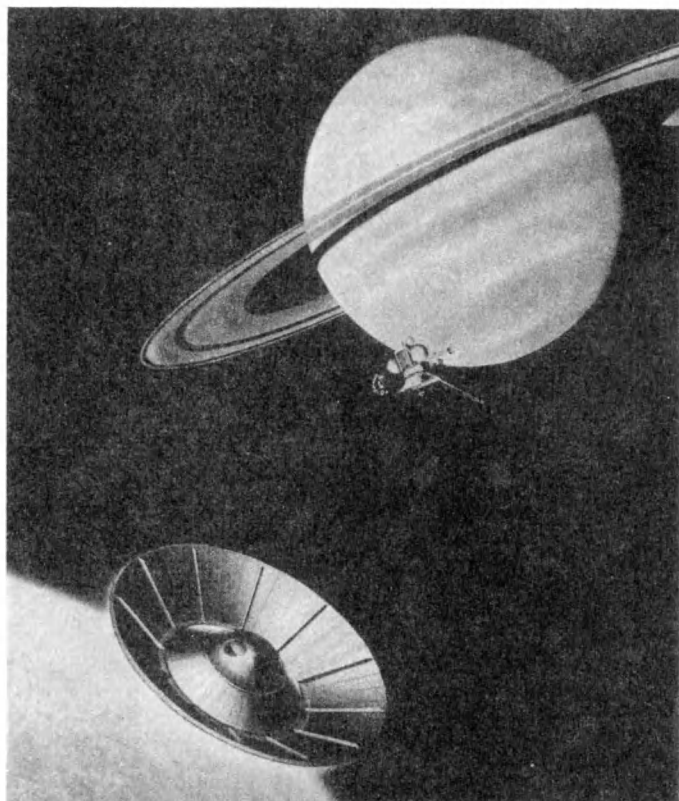
звездной пыли и нейтрального газа. КА «Улисс» будет проходить полярные зоны Солнца в 1994—1995 гг.

Первоначально запуск КА «Улисс» был намечен на 1983 г. и являлся частью европейско-американской программы, в рамках которой США и европейские страны должны были построить по одному КА ISPM (International Solar-Polar Mission). США отказались от создания своего аппарата. Изменения в блоке МТА, катастрофа МТКК «Спейс Шаттл» — все это привело к отсрочке запуска КА «Улисс» до октября 1990 г.

Во время полета КА «Вояджер» относительно короткие периоды интенсивной работы при пролете аппаратом планет чередовались с более длительными, когда тре-

CRAF

бывалось минимальное управление аппаратом. Серия же полетов к планетам в 90-х годах потребует решения более трудных задач. Так, КА «Магеллан» должен будет в течение 243 сут вести непрерывное наблюдение за поверхностью Венеры. Исследования Юпитера, Сатурна и кометы Копфа предполагают длительные периоды интенсивной передачи данных на Землю, при этом будет осуществляться сбрасывание зондов и аппаратов для забора проб грунта. Обеспечить решение этих серьезных задач должен новый Центр управления полетом (ЦУП). Первый КА,



Программа «Кассини» включает посылку зонда к спутнику Сатурна Титану

управлять полетом которого будут из нового ЦУПа — «Ма-

геллан». К середине 1990 г. новому ЦУПу можно было бы передать управление полетом КА «Вояджер». Этот центр в 1990 г. будет использоваться параллельно с системой управления полетом

## «Галилей»: позади Венера

Межпланетный космический аппарат (КА) «Галилей», запущенный 18 октября 1989 г. (Земля и Вселенная, 1990, № 1, с. 70.— *Ред.*) преодолел 292 млн км и 10 февраля 1990 г. прошел в 16138 км от планеты Венера. Им был выполнен первый пертурбационный маневр за счет гравитационного поля Венеры, позволивший увеличить скорость КА с 37,4 км/с до 39,7 км/с, проведены съемки поверхности Венеры бортовой камерой.

В настоящее время аппарат находится на траектории возвращения к Земле, мимо которой он

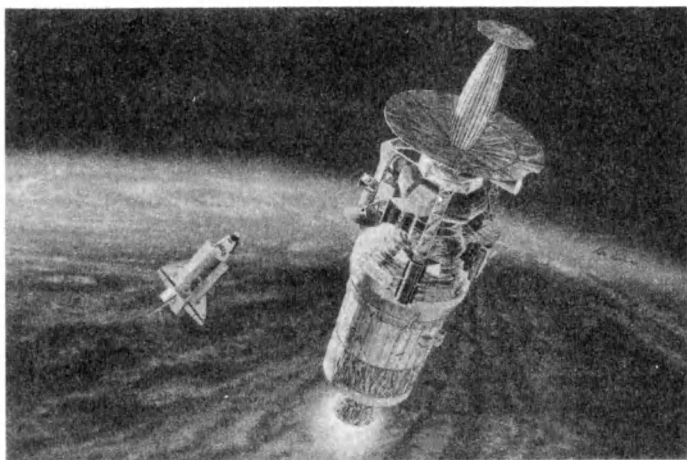
КА «Галилей» для оценки бортовых систем.

Повышение требований к системе дальней космической связи потребовало проведения модернизации ее оборудования. Дальнейшие усовершенствования будут проводиться по мере выделения соответствующих ассигнований. В середине 90-х годов планируется заменить антенны диаметром 34 м на каждом из трех комплексов системы.

ЛРД предстоит возобновить деятельность, связанную с постройкой КА. Начнется она в 1991 г. с создания КА для программ CRAFT и «Кассини». Базовым для обоих аппаратов станет новый КА «Маринер-2». Это будут первые КА, после того, как более 10 лет назад началось создание КА «Галилей».

Aviation Week and Space Technology, 1989, 131, 15

Более подробную информацию о программах планетных исследований США можно будет прочитать в следующем номере журнала.



«Галилей»

должен пройти 8 декабря 1990 г. на расстоянии 1000 км, используя гравитационное поле планеты для нового пертурбационного маневра.

Съемки Венеры начались при полете к Венере 9 февраля, однако после того как было сделано 16 из 38 запланированных снимков, нормальная работа затвора камеры была нарушена. Специалисты установили, что причиной этого послужила ошибка в программе бортового компьютера КА. Камера была отключена, и съемка Венеры была проведена после устранения неисправности 11 февраля, когда на борт аппа-

рата с Земли была передана специальная команда для коррекции работы бортовой цифровой вычислительной машины.

На основе сделанных снимков специалисты будут изучать направления ветров на Венере и расположение ее облачного покрова. Находящиеся на борту «Галилея» датчики, работающие в ИК, УФ и видимой областях спектра, использовались для исследования содержания углекислого газа в атмосфере планеты, регистрации профилей температуры облачного покрова и излучения светового фона нижних слоев атмосферы.

Все данные хранятся в бортовом регистрирующем устройстве и смогут быть переданы в октябре 1990 г., поскольку основная антенна зонтичного типа с большим коэффициентом усиления находится в сложном положении, ее развернут только после пролета Земли. В настоящее время работает антенна с небольшим коэффициентом усиления, которая используется только для связи центра управления полетом с бортом аппарата для передачи различных команд.

*По сообщениям информационных агентств*

## Создается робототехнический телеуправляемый комплекс

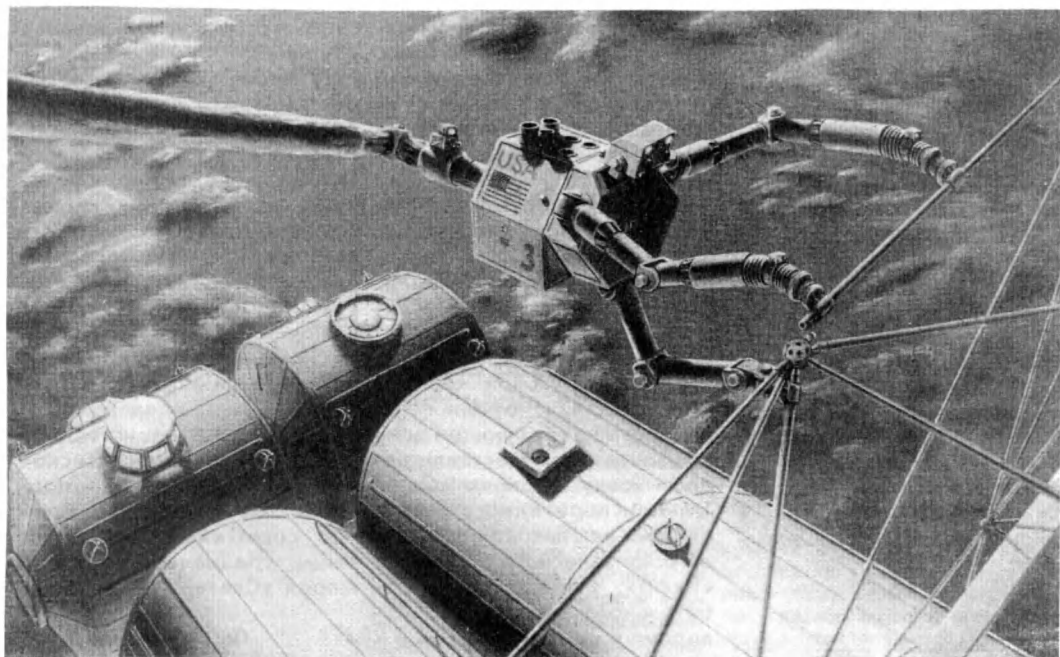
Фирма «Мартин-Мариэтта Спейс Системс» приступила к разработке робототехнического те-

деокамерами. РТК планируется доставить на орбиту многоразовым транспортным космическим кораблем «Спейс Шаттл» в середине 90-х годов. Он позволит вести сборочные работы и техническое обслуживание станции.

Специалисты НАСА полагают, что РТК вдвое уменьшит объ-

ем работ, выполняемых космонавтами.

Предусматривается использовать комплекс и для обслуживания спутников, крупногабаритного космического оборудования. Установленный на межорбитальном транспортном аппарате РТК сможет осуществлять инспекции



леуправляемого комплекса (РТК) для орбитальной станции «Фридом». Комплекс будет оснащен высокоподвижными дистанционными манипуляторами, новейшим компьютером, усовершенствованными системами управления и ви-

Робототехнический телеуправляемый комплекс, предназначенный для сборки и технического обслуживания орбитальной станции «Фридом» (США)

и необходимый ремонт американских спутников.

Spaceflight, 1989, 31, 6

### На орбите — комплекс «Мир»

Запуск модуля «Кристалл», намеченный на апрель 1990 г., был перенесен на конец мая. К этому времени экипаж пилотируемого комплекса «Мир» — Анатолий Соловьев и Александр Баландин — выполнил большой объем сложных и ответственных операций по его дооснащению. Они установили новую ЭВМ, ряд электронных согласующих устройств, в общий контур орбитального комплекса включены силовые гироскопические стабилизаторы модуля «Квант-2». В модуле дооснащения смонтирован дополнительный телевизионный блок, предназначенный для контроля за проведением геофизических исследований с использованием видеоспектральной аппаратуры.

Продолжались серии визуальных наблюдений и съемок различных районов суши и акватории Мирового океана. В частности, оценивалось экологическое состояние сельскохозяйственных угодий, водных бассейнов и лесных массивов в республиках Средней Азии, Казахстане, Восточной Сибири, вблизи промышленных центров европейского региона страны.

С помощью телескопа «Глазар», регистрирующего ультрафиолетовую часть спектра, выполнены серии съемок небесной сферы в районе созвездия Южный Крест.

Начало см. в №№ 3—5, 1986; 2—6, 1987; 1—6, 1988; 1—3, 6 1989; 1—3, 1990.

На установке «Галлар» выращивались полупроводниковые материалы с улучшенными характеристиками — арсенид галлия, окись цинка, теллурид кадмия. На аппаратуре «Сигма» исследовались особенности электрохимических процессов в невесомости.

По программе геофизических экспериментов продолжались исследования ионосферы и магнитосферы Земли, изучались полярные сияния, серебристые облака, механизмы генерации элементарных заряженных частиц, определялась возможность получения информации о тектонических процессах в земной коре методом зондирования верхних слоев ионосферы с помощью аппаратуры «Альфа», установленной на внешней поверхности модуля «Квант».

После того, как 27 апреля завершились работы с автоматическим транспортным кораблем «Прогресс М-3» и он был отстыкован от станции, 6 мая к ней стартовал грузовой корабль «Прогресс-42» с 2 т груза на борту.

Грузовой корабль доставил, в частности, аппаратуру и биопрепараты для экспериментов по биотехнологии — выращиванию в условиях невесомости кристаллов белков.

27 мая грузовой корабль «Прогресс-42» отчалил от станции и на следующий день космонавты осуществили перестыковку корабля «Союз ТМ-9» с переходного отсека станции на стыковочный узел астрофизического модуля «Квант». Перестроение орбитального комплекса проведено в целях подготовки к приему специализированного технологического модуля «Кристалл», который 31 мая

был выведен на околоземную орбиту.

10 июня произошла стыковка «Кристалла» со станцией. Это третий модуль в составе многоцелевого комплекса «Мир». Его масса около 20 т. Он предназначен для опытно-промышленного производства полупроводниковых материалов, очистки биологических активных веществ, используемых для получения новых лекарственных препаратов, выращивания кристаллов различных белков и гибридизации клеток, а также проведения астрофизических, геофизических и технических экспериментов.

Специализированный модуль «Кристалл», кроме основного стыковочного узла, оснащен двумя адрогино-периферийными стыковочными агрегатами, один из которых предназначен для совместной работы с орбитальным кораблем многооразового использования «Буран».

11 июня «Кристалл» перестыковали с центрального узла на боковой — напротив модуля «Квант-2», и экипаж занялся подключением его бортовых систем и оборудования к общему контуру пилотируемого комплекса. После этого космонавты произвели тестовые включения фотографического комплекса «Природа-5», предназначенного для съемок земной поверхности, проверено функционирование новой технологической установки «Кратер-В» и подготовлена к работе созданная советскими и болгарскими специалистами оранжерея «Свет».

По материалам ТАСС



## День Земли

Мыслить глобально, действовать сообща, чтобы сохранить среду обитания на нашей планете,— вот чему должен научить нас День Земли. Этот праздник экологии, родившийся в 1970 г. в США и проводящийся уже в 136 странах мира, 22 апреля 1990 г. впервые отмечался в нашей стране. С этого года он станет всемирным, ведь нет на Земле человека, которого не тревожила бы напряженная, а в ряде регионов и критическая экологическая ситуация.

22 апреля по всему миру, в том числе и в Советском Союзе, прошли всевозможные экологические акции — посадки деревьев и кустарников, конкурсы проектов, направленных на оздоровление экологической обстановки, научные симпозиумы и «круглые столы», концерты с участием «звезд» мировой величины, доходы от которых пополнили фонды различных экологических инициатив.

День Земли-90 открывает Десятилетие среды обитания, цели его вполне конкретны: повсеместное и полное запрещение в течение пяти лет использования фреонов, разрушающих озоновый слой Земли, резкое снижение вредных выбросов в атмосферу и многие другие природозащитные мероприятия.

В Москве во время этого праздника экологии было посажено 20 тыс. деревьев и 235 тыс. кустарников. Центром праздника стала Выставка Достижений Народного Хозяйства СССР, в ее павильонах работали тематические выставки, давались консультации по ведению здорового образа жизни.

В эти дни вышел первый номер газеты «Экология: проблемы и программы». Газета издается Госкомприродой РСФСР и Объединенным информационно-издательским центром «Экопресс».

*По материалам прессы*

## Япония становится «лунной» державой

В ночь с 31 января на 1 февраля 1990 г. с космодрома Утиноура (юго-восточная Япония) с помощью твердоотплавной ракеты-носителя M3 S-11 был запущен космический аппарат «MUSES-A».

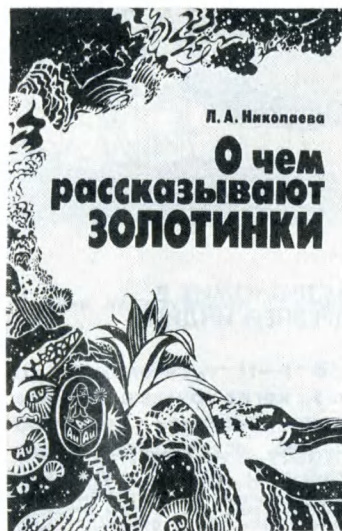
Аппарат вышел на высоковытянутую околоземную орбиту с апогеем около 500 тыс. км, время его полного оборота вокруг Земли — 15 суток.

Совершив три оборота вокруг планеты, 18—19 марта, проходя вблизи Луны, аппарат выпустил миниатюрный спутник диаметром 30 см. Его орбита проходит на расстоянии 17—25 тыс. км от поверхности Луны. Время работы этого спутника — около месяца — ограничено сроком действия батарей, питающих энергией его приборы.

Главная цель запуска — проверка и совершенствование космической техники. Япония намерена в ближайшие годы предпринять шаги для изучения планет Солнечной системы, здесь разрабатываются планы изучения и освоения Луны в начале XXI в. После этого запуска Япония стала третьей после СССР и США страной, сумевшей послать космический аппарат к Луне.

New Scientist, 1990, 125, 1702

ла, 79-го элемента таблицы Менделеева. Здесь можно найти классификацию самородного золота и по размерам его частиц и скопленных, и по форме выделений его в руде, узнать о химическом составе и внутреннем строении золотинок, процессе их роста.



### НОВЫЕ КНИГИ

## «О чем рассказывают золотинок»

Так называется научно-популярная книга Л. А. Николаевой, выпущенная издательством «Недра» в 1990 г. В ней рассказывается, как по особенностям формы и строения золотинок — частиц самородного золота — узнают о формировании этого металла в рудах и россыпях, о его многообразных изменениях в глубинах Земли и на поверхности. Расшифровывая «язык» золотинок, геологи получают дополнительную информацию для поиска золотоносных руд и россыпей.

Книга состоит из трех глав. В первой главе «Самородное золото» дается всесторонняя характеристика этого благородного метал-

Вторая глава «Новая жизнь на поверхности Земли» посвящена рудным телам и рассеянной золотой минерализации, поднявшимся из земных глубин к поверхности. Здесь соединения самородного золота подвергаются различным изменениям (например, коррозии). Однако поверхностные преобразования не только не портят золотинок, но, напротив, повышают их ценность. Тема заключительной главы — жизнь самородного золота в недрах Земли. Автор описывает сложные процессы рудообразования, рассеивания или концентрации золота в рудные столбы и богатые участки.

«Любая золотинок имеет свою ценность,— говорит в Заключении автор книги,— она может раскрыться не сразу, но увиденная и понятая, в конечном счете повлияет на стоимость тех золотых сплавов, которые так нужны современной технике, медицине, необходимы для укрепления финансового могущества и могут доставить радость, становясь произведениями искусства и изящными украшениями».

## Фрагменты истории индийской астрономии

Н. П. ГРУШИНСКИЙ,  
доктор физико-математических наук  
ГАИШ МГУ

### АСТРОНОМИЯ В ДРЕВНЕЙ ИНДИИ

В I—II тысячелетиях до н. э., когда кочевые племена ариев заселяли северную Индию, астрономия играла большую роль в индийской мифологии и в установлении календаря, важного для определения времени сельскохозяйственных работ и перемещений кочевников. В сказании «Айтрея-Брахман» (Сборнике правил поведения), относящемся к 1500—2000 годам до н. э., то есть еще за 3000 лет до Коперника, мы находим указание на вращение Земли. Там написано, что нет восхода и заката Солнца и Луны, а существует только перемещение наблюдателя вместе с Землей от ночи ко дню и снова к ночи. О сферичности Земли говорится также в манускрипте Сурьяпраянапати (V—IV в. до н. э.).

Период с I по VI в. характеризуется расцветом древнеиндийской культуры, в науке также были сделаны грандиозные открытия, особенно в области математики. Одним из крупнейших достижений индийской математики стало введение понятия нуля как пустоты («нуль» — «шанья» — «пустота») и десятичной системы счета. Первые известные арифметиче-

ские правила в этой системе были сформулированы Арьябхатой — великим астрономом и математиком IV в. Десятичная система счета пришла в Европу много позже, уже в VII в. через арабские страны. Поэтому система десятичных цифр получила у нас название арабской. По существу надо бы говорить: индийская десятичная система. Сами арабы называют эту систему «цифрами Хинда».

Система десятичного счисления и индийских (арабских) цифр с нулем определила развитие математики и цивилизации на многие века. Индийские ученые умели производить все простые действия с целыми числами и простыми дробями, возводить в квадрат и куб, извлекать корни, решать квадратные уравнения. Они создали основы тригонометрии. Вычисленные ими таблицы синусов использовались в астрономических расчетах. Арьябхата сформулировал первые задачи по небесной механике — определение времени соединения небесных светил, скорости движения и расстояния до которых были тогда неизвестны. Он же создал теорию календаря и умел вычислять периоды обращения Луны и Солнца.

Арьябхата разработал тео-

рию солнечных и лунных затмений и правильно их объяснил. Он первым, по крайней мере в Индии, высказал идею вращения Земли вокруг своей оси и тогда уже понимал, что звезды перемещаются по небосводу из-за вращения Земли. Арьябхата определил наклон экватора к эклиптике равным  $24^\circ$  (современное значение  $23^\circ 27'$ ). Он вычислил  $\pi$  до четвертого десятичного знака  $\pi=3,1416$ .

Астрономы древней Индии считали, что Луна, Солнце и планеты движутся по своим орбитам на больших расстояниях от Земли. Планеты олицетворяли богов или божественных мудрецов. Так, Солнцу соответствовал бог Сурья, сын Шивы, Луне — Чандра или Сома (Сома, в то же время божественный напиток), планетам — божественные мудрецы-риши: Меркурию — риша Будаха, Венере — Шукра, Марсу — Ангирас, Юпитеру — Брихаспати, Сатурну — Шани.

### ОБСЕРВАТОРИИ ДЖЕЙ СИНГХА

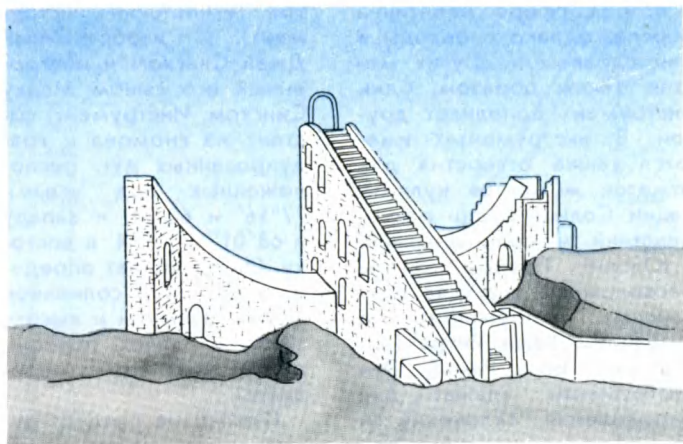
После XI в., когда север Индии подвергся набегам арабских и среднеазиатских племен, астрономии уделялось мало внимания. В значительной мере вся астроно-

мия сводилась к астрологии: новые владыки страны хотели знать свою судьбу.

В XVII—XVIII вв. интерес к астрономии усилился. Хотя его главной движущей силой как и в других странах оставались астрологические соображения. В начале XVII в. в Индии началось строительство больших обсерваторий. Инициатором их постройки стал махараджа Джейпура Саваи Джей Сингх (1686—1743), который был не только сказочно богатым, но и весьма образованным человеком своего времени, хорошо знавшим математику и астрономию. Джей Сингх увлекся идеями великого среднеазиатского астронома Улугбека (1394—1449) и по его примеру решил помочь развитию астрономии в Индии. Основной задачей он считал создание звездных каталогов. Сам Джей Сингх был прекрасным наблюдателем и автором многих переводов на индийский язык астрономических книг. Правда, научный уровень обсерватории Джей Сингха был ниже уровня современных ему европейских обсерваторий, уже располагавших тогда оптическими инструментами.

Обсерватория Джей Сингха — это совокупность гигантских, неподвижных каменных сооружений — инструментов. Точность, с какой Джей Сингх производил наблюдения (1 минута дуги) достигалась благодаря большому размеру инструментов и той тщательностью, с которой их изготовляли.

Первая обсерватория была построена в Дели в 1724 году. Позже появились обсерватории в Джейпуре, Уджейне, Бенаресе и Матхуре (последняя сейчас полностью разрушена). Остальные хорошо сохранились (особенно обсерватории в Дели и Джейпуре) и стали местом паломничества многочисленных экскурсий. Об-



серватории весьма схожи, так что достаточно рассказать хотя бы об одной из них.

Схема инструмента Самрат-Янтра

### ОБСЕРВАТОРИЯ ДЖАНТАР-МАНТАР

В Дели на Парламент Стрит около центральной торговой площади Каннаунт Плейс находится обсерватория **Джантар-Мантар**, что в переводе с индийского означает священный инструмент. В обсерватории 6 инструментов, расположенных на живописной площадке, покрытой прекрасным газоном и обрамленной королевскими пальмами. В середине этой площадки возвышается 17-метровый треугольник, поставленный на катет. На вершину его по гипотенузе длиной в 36,2 м ведет лестница. Это огромные солнечные часы. Центральная часть этого треугольника — гномон. Справа и слева от гномона расположены большие дуги каменных квадрантов, разделенные на часы, минуты и доли минут в северной части и градусы и минуты в южной. Плоскость круга, образованного дугами квадрантов, параллельна плоскости небесного экватора, а сама поверхность дуг с делениями на ней везде перпендикулярна плоскости небесного экватора. Середина дуг

лежит на гипотенузе гномона. Этот инструмент, получивший название **Самрат Янтра**, что значит императорский инструмент, позволяет, например, определять истинное солнечное время, а также часовые углы Луны. Кроме того, на дугах имеются тангенциальные деления, которые служат для измерения склонений Солнца. Склонение отмечается на этих шкалах тенью от небольшого стержня, перемещаемого по гипотенузе гномона.

К югу от солнечных часов расположены два инструмента **Джей Пракаш Янтра** (Пракаш — свет), которые служат для наблюдения положений Солнца и Луны. Каждый из них представляет собой огромную каменную чашу, изображающую небесную сферу. На ней нанесены главные координатные круги: экватор, горизонт, меридианы и круги склонений. Тень от креста нитей, натянутых в центре сферы, падая на координатную сетку инструмента, дает положение светила и его координаты. Для размещения наблюдателя на сфере сделаны переходы.

Вторая сфера идентична первой, однако переходы в ней сделаны в других местах. Таким образом, один инструмент дополняет другой. В инструментах имеются также отверстия для отметок моментов кульминации Солнца в дни равноденствий и солнцестояний.

Южнее Пракаш Янтры расположены еще два одинаковых инструмента под названием **Рама Янтра** (инструмент бога Рамы). Эти инструменты служат для определения склонений и прямых восхождений звезд и планет, их высот и азимутов. Каждый инструмент представляет собой открытый сверху круговой цилиндр высотой 15 м. Высота сооружения равна его внутреннему радиусу. В центре, по осевой линии цилиндра, расположен вертикальный столб диаметром в 1,6 м. На наружной стене цилиндра вырезаны 3 ряда арок по  $6^\circ$  каждая (всего 30 арок в ряду). От центрального столба в два яруса (на уровне основания столба и на уровне примерно в 1 м над основанием) расходятся секторы. Их 30 по  $6^\circ$  в каждом с промежутками тоже по  $6^\circ$  (сектору в нижнем ярусе соответствует промежуток в верхнем и наоборот). Верхние секторы выложены белым мрамором и продолжают соответствующие им шестиградусные полосы на центральном столбе. Нижние секторы — красномраморные — переходят в арочные на внешней стене. Секторы имеют деления по окружности и радиусам. В арках стены устанавливались приспособления для визирования. Как и Джей Пракаш Янтра, оба инструмента Рама Янтра дополняют друг друга — они повернуты на  $6^\circ$  один относительно другого.

Четвертый инструмент обсерватории Джантар-Мантар — **Мисра-Ян-**

**тра** (египетский инструмент), изобретенный Джей Сингхом и построенный его сыном Мадху Сингхом. Инструмент, состоит из гномона и градуированных дуг, расположенных под углами  $77^\circ 16'$  и  $68^\circ 34'$  к западу и  $68^\circ 01'$  и  $75^\circ 54'$  к востоку. Он позволяет определять истинное солнечное время, азимуты и высоту звезд и планет, прохождения звезд через меридианы.

Однако не следует думать, что Савай Джей Сингх не знал оптических телескопов. В Индии телескоп появился в начале XVII столетия. Его подарил императору Джахангиру (годы правления 1605—1627) Томас Роу, посол Великобритании. Есть указания, что в правление Джей Сингха в Джейпуре был построен первый индийский оптический телескоп. Он использовался для наблюдения Солнца, Луны и планет. Однако тогда оптические телескопы не предназначались для угловых измерений, а именно они стали главной астрономической задачей того времени и производились Джей Сингхом на более точных каменных инструментах.

### СОВРЕМЕННЫЕ ИНДИЙСКИЕ ОБСЕРВАТОРИИ

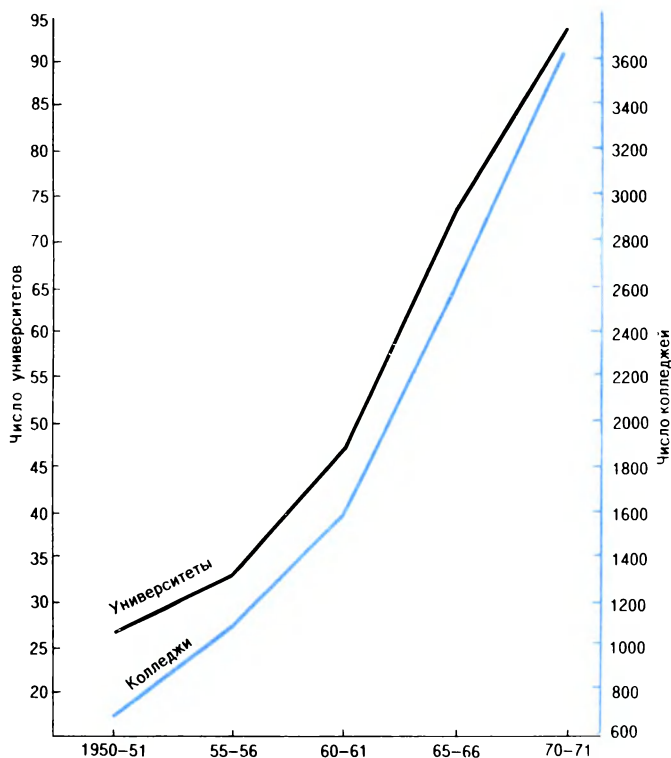
Во второй половине прошлого столетия была основана астрономическая обсерватория в Мадрасе. Ее главная задача — наблюдения Солнца. В 1899 году обсерваторию перенесли на юг, в горную область (**Кадай-канал**), где она функционирует и поныне, сохранив в качестве основной традиционную солнечную тематику. В обсерватории

есть горизонтальный солнечный телескоп с фокусным расстоянием 36 м и 18-метровый спектрограф. Обсерватория входит в состав Индийского астрофизического института, директором которого долгое время был видный индийский астроном М. К. Вану Баппу (1927—1982). Сейчас институт возглавляет профессор Т. С. Баттачария. К институту относится еще одна обсерватория в местечке **Кавалур**, где имеются 51- и 38-сантиметровые рефракторы, 24-дюймовый планетный телескоп, а в 1972 г. установлен 102-сантиметровый рефлектор Цейса. В обсерватории есть хорошая оптическая мастерская, способная изготавливать зеркала большого размера и алюминировать их в вакууме. В мастерской отшлифован 76-сантиметровый парабоид с точностью  $1/8$  длины волны и построен 61-сантиметровый планетный телескоп. Недавно в обсерватории изготовлен и установлен самый большой в Азии рефлектор с диаметром зеркала 2,35 м. В кооперации с другими обсерваториями мира институт ведет систематическое исследование основных характеристик Солнца. Постоянная тематика института — изучение переменных звезд и квазизвездных источников. Институт располагает также установкой для лазерной локации ИСЗ и астрономических объектов.

В 1908 г. основана вторая в Индии (если не считать Джантар-Мантаров, которые остались исторической реликвией) обсерватория в **Хайдерабаде**. Она построена на пожертвования наваба Зафар Джанг Багадур и сейчас принадлежит Османскому

университету. Первоначально для обсерватории были приобретены 8-дюймовый астрограф и 15-дюймовый рефрактор Грабба. После освобождения Индии в Османском университете открылся астрономический факультет. Его цель — научные исследования по астрономии, подготовка специалистов в этой области. Он должен стать учебно-научной базой в области астрономии для всех университетов и обсерваторий страны. Было принято решение приобрести и установить в обсерватории 48-дюймовый рефлектор. Для этого понадобилось выбрать лучшее место и построить новую обсерваторию. Новая обсерватория (**Рангапурская**) построена вблизи села Рангапур (в 50 км к югу от Хайдерабада) на высоте 1000 м над уровнем моря. Она считается наблюдательной базой факультета. Ее директор — глава факультета астрономии Османского университета профессор М. В. К. Шарма. Тематика обсерватории включает фотометрию переменных звезд, изучение галактик, Марса, Венеры и Луны.

В 1954 г. правительством штата Уттар Прадеш была учреждена третья индийская астрономическая обсерватория в **Варанаси**. Сначала ее разместили на территории Санскритского Бенаресского колледжа, но вскоре из-за плохого астроклимата выбрали место к югу от Нени Тала на горе **Манори**. В 1961 году закончилось строительство, в июне 1962 года состоялась торжественная церемония открытия. Основатель и директор этой обсерватории известный индийский астроном доктор Синвал. Сейчас он вышел



на пенсию. Новый директор доктор Махеш Панде.

Обсерватория живописно разбросана на склонах гор в густом хвойном лесу. Она включает 8 башен для телескопов, главный научный корпус (он же административный), механическую и оптическую мастерские, мастерскую для алюминирования зеркал и электронную лабораторию, дома для сотрудников. Обсерватория обеспечена всем необходимым для автономной жизни коллектива. Здесь имеются общежитие, диспансер, столовая, клуб, начальная школа, продовольственный кооператив, почтовое отделение.

В 1972 г. в обсерватории установлен 104-сантиметровый рефлектор Цейса. Кроме него есть 52-, 38- и 15-сантиметровые рефлекторы и 25-сантиметровый рефрактор. Силами коллектива об-

Рост числа университетов и колледжей за 1950—1970 гг.

серватории построен горизонтальный солнечный спектрограф с 52-сантиметровым зеркалом, дающий изображение диска Солнца диаметром в 18 см. Все работы как механические, так и оптические, включающие тонкую шлифовку и покрытие зеркал, выполнены сотрудниками обсерватории. В оптической мастерской изготовлено также 45-сантиметровое зеркало, шлифовка сделана с точностью 0,1 длины волны. В обсерватории есть также телескоп системы Беккер-Нан для фотографического слежения за искусственными спутниками, дар Смитсоновской обсерватории США.

Основное направление работ обсерватории —



звездная астрономия и астрофизика. Здесь изучают переменные звезды, главным образом затменные двойные, короткопериодические цефеиды типа RR Лиры и  $\alpha$  Большой Медведицы, магнитные переменные и вспыхивающие звезды. Основной метод — фотоэлектрическая и спектральная фотометрия. Проводятся и наблюдения Солнца на горизонтальном солнечном спектрографе.

В 1969 г. частный научно-исследовательский институт фундаментальных исследований Коотерна Таты основал в **Оонтакамунде**, штат Тамил-Наду, радиоастрономическую обсерваторию. Эффективная площадь антенны  $8700 \text{ м}^2$ ,

диапазон принимаемых частот 324—329 МГц.

Активно работает в области астрономии научно-исследовательский институт Рамана в **Бангалоре**. Этот институт располагает вторым в Индии радиотелескопом. Руководит институтом доктор В. Радхакришнан — сын основателя института, лауреата Нобелевской премии, Рамана. Глава радиоастрономических исследований — доктор Г. Сваруп.

Третий мощный радиотелескоп строится сейчас вблизи **Пуны**, штат Махараштра, где организован новый физический институт. Научным руководителем этого института назначен известный ин-

дийский физик Д. Нарликар.

В 1989 г. Индия отпраздновала 42-ю годовщину своей независимости. За этот срок в ряде фундаментальных научных исследований, в том числе астрономических, она достигла значительных успехов. Характеристикой стремительного прогресса может служить рост числа университетов и колледжей и числа учащихся в них в первый период после обретения независимости в 50-е — 70-е годы. Народ тысячелетней культуры сейчас занимает подобающее ему достойное место в семье народов мира.

## НОВЫЕ КНИГИ

### Книга о жизни звезд

В 1990 году издательство «Мир» выпустило книгу известного западногерманского астрофизика Рудольфа Киппенхана «100 миллиардов солнц. Рождение, жизнь и смерть звезд». Перевод с немецкого А. С. Доброславского и Б. Б. Страумала под редакцией академика И. М. Халатникова и доктора физико-математических наук А. В. Тутукова.

Автор положил в основу своей книги популярные лекции, в которых он в общедоступной форме излагал широкому кругу слушателей достижения современной астрофизики.

Книга содержит 13 глав: «Предисловие редактора перевода», «Предисловие автора к русскому изданию», «Предисловие», «Введе-



ние», «Приложения», («Скорость движения звезд», «Как измеряют Вселенную», «Как взвешивают звезды») и «Предметно-именной указатель».

Некоторое представление о книге дают названия ее глав — «Долгая жизнь звезд», «Самая важная диаграмма в астрофизике», «Звезды — ядерные реакторы», «Звезды и модели строения», «История жизни Солнца», «Путь развития тяжелых звезд», «Звезды на поздних стадиях развития», «Пульсары, которые не пульсируют», «Когда звезда у звезды крадет массу», «Рентгеновские звезды», «Конец звезды», «Как рождаются звезды», «Планеты и их обитатели».

Однако пересказать содержание книги довольно трудно. Академик И. М. Халатников справедливо считает, что сделать это просто невозможно, как невозможно пересказать произведение искусства. Можно лишь пообещать читателю, что он не только откроет для себя совершенно потрясающий мир Вселенной и тем самым расширит свои познания, но задумается о жизни вообще и о месте цивилизации во Вселенной. А это столь актуально в наше время.

# В энергоактивном районе океана

Р. В. ОЗМИДОВ,  
доктор физико-математических наук  
Институт океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР

### КУРС — К ТЕЧЕНИЮ ГОЛЬФСТРИМ

Зима 1988 года. Готовится очередной 48-й рейс научно-исследовательского судна «Академик Курчатов», который должен отправиться к острову Ньюфаундленд у канадских берегов.

Почему советских океанологов заинтересовал столь удаленный от нашей страны район Атлантики? Оказываются, происходящие там природные процессы в океане и в атмосфере имеют прямое отношение к погоде и климату на территории Советского Союза, причем не только на европейской части страны, но частично и на азиатской. В Ньюфаундлендском районе теплые воды Гольфстрима — здесь его обычно называют Северо-Атлантическим течением — встречаются с холодными струями Лабрадорского течения и, перемешиваясь, образуют зоны с большими перепадами температуры. Из-за активного нагрева воздуха в одних районах и охлаждения в других, бурно развиваются циклоны, которые затем движутся на восток — в сторону Европы. Принося туда свои огромные запасы тепла и влаги, они формируют погодные и климатические условия на обширных территориях.

Ясно, что возможность прогноза погоды и климата на европейском континенте в значительной степени зави-

сит от наших знаний о режиме Гольфстрима и его изменчивости, о механизмах передачи тепла и влаги от океана к атмосфере, о динамическом их взаимодействии. Все это, к сожалению, еще недостаточно изучено, поскольку в Ньюфаундлендском районе Атлантики, где штормы обычное дело, довольно трудно проводить наблюдения.

Исследование структуры и изменчивости гидрофизических полей на Ньюфаундлендском полигоне, представляющем один из энергоактивных районов Мирового океана, изучение атмосферы над полигоном и определение основных параметров взаимодействия водной и воздушной сред — таковы были задачи экспедиции на судне «Академик Курчатов».

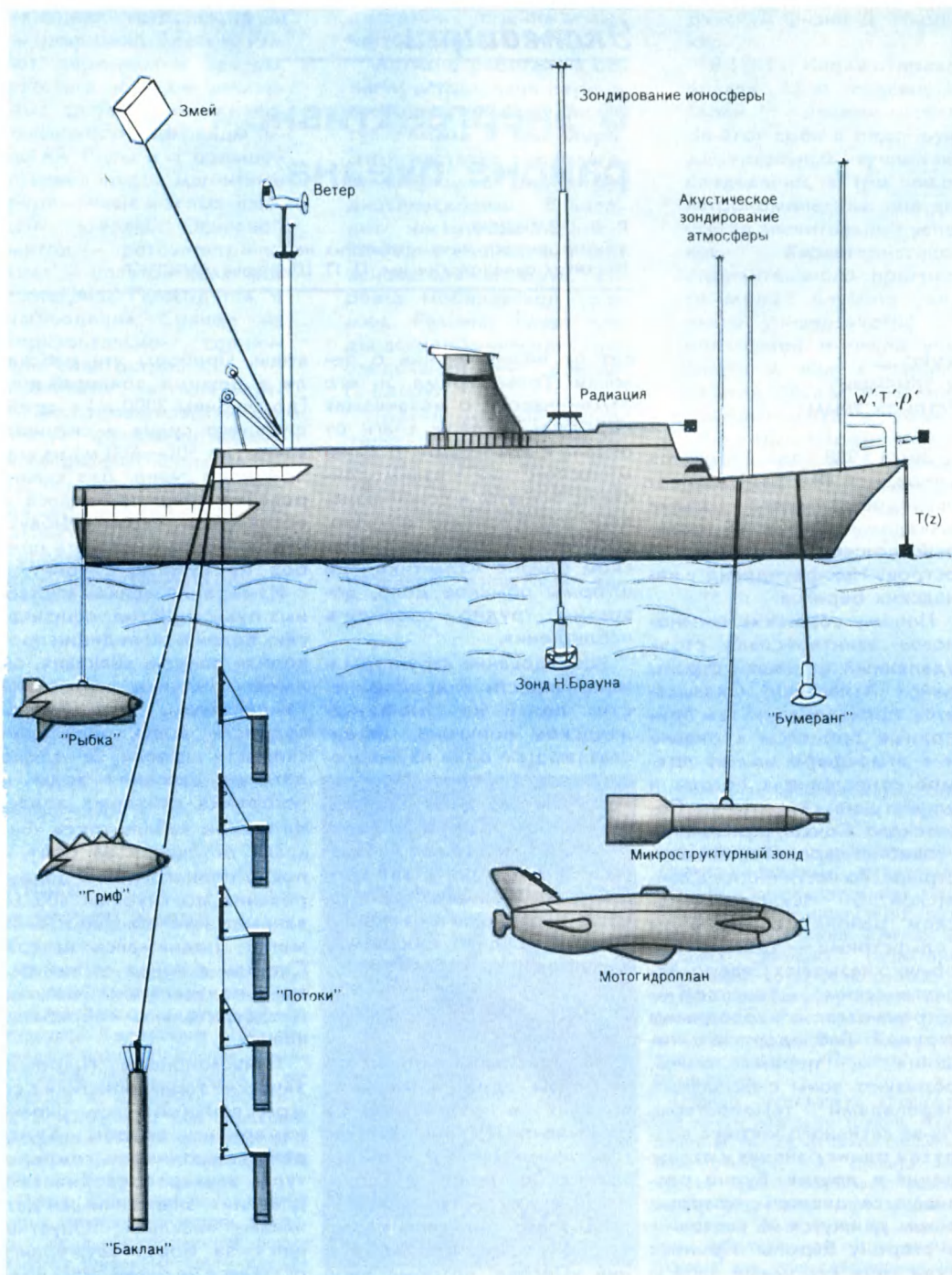
### ОСНАЩЕНИЕ ЭКСПЕДИЦИИ

На судне был комплекс аппаратуры для измерения средних и пульсационных (турбулентных) характеристик гидрофизических и метеорологических полей. Особенности полей океана в масштабе всего полигона исследовались измерителями течения «Поток», которые либо устанавливались на буйковой станции, либо опускались с борта судна, а также гидрологическими зондами фирмы Н. Браун, позволившими с большой точностью определять температуру, соленость и плотность морской

воды. Приборы эти работали в режиме зондирования (до глубины 2000 м) с дрейфующего судна и сканирования (до 500—600 м) на малом ходу судна. Для сканирования зонд помещался в обтекаемое тело — «Рыбку», что позволяло опускать прибор на нужную глубину.

Измерение мелкомасштабных пульсаций гидрофизических полей в экспедиции проводили зондом «Баклан», он имеет датчики пульсаций температуры, электропроводности воды, пульсаций скорости потока, а также датчики давления воды и ускорения движения зонда. На тонком кабель-тросе «Баклан» опускался за борт и после полного цикла зондирования до глубины 400 м, занимавшего обычно 35—40 минут, поднимался наверх. Сигналы с зонда по кабель-тросу подавались на ЭВМ, где предварительно обрабатывались.

Пульсационные гидрофизические характеристики в самом верхнем слое океана измерялись зондом «Бумеранг» с датчиками температуры, электропроводности и давления, аналогичными датчиком «Баклан». Опущившись за борт, «Бумеранг» оставался на плаву, пока вода не заполняла поплавковую камеру, затем начинал погружаться. Такое устройство зонда позволяло производить измерения поверхностного слоя воды, начиная с очень малых глубин — всего в несколько сантиметров.



**Аппаратурный комплекс 48-го рейса научно-исследовательского судна «Академик Курчатов»**



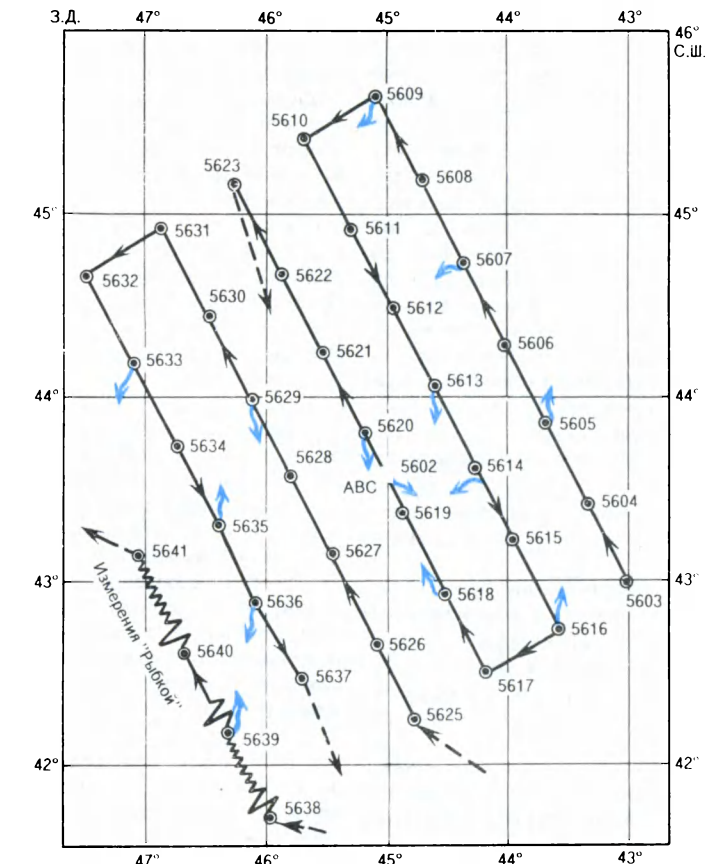
Для измерения турбулентных флуктуаций в режиме буксировки использовался зонд-турбулиметр «Гриф» с тем же самым составом датчиков, что и у зонда «Баклан». При буксировке «Гриф» отводился от борта судна специальным устройством на стабилизаторе и буксировался на кабель-тросе.

Исследование тонкой структуры поля скорости течений осуществлялось с помощью микроструктурного зонда, оснащенного миниатюрной вертушкой для измерения скорости движения воды относительно зонда, датчиком температуры. При работе с зондом величины скорости течения осреднялись на каждом метре погружения (максимальное погружение зонда — до 2000 м), что позволяло получать почти непрерывные профили скорости течения относительно зонда. Абсолютные же значения скорости складывались из измеренных величин и векторов скорости дрейфа судна.

В рейсе проходил испытания новый автономный гидрофизический измерительный комплекс **мотогидроплан**. Прибор не имеет кабельной связи с судном, вся информация с датчиков (аналогичных датчикам «Баклана») записывают устройства внутри зонда. Под действием двигателей, крыльев и рулей управления аппарат может опускаться до глубины 250 м.

Работы в рейсе удачно сочетали гидрофизические измерения с исследованием атмосферы над океаном. В приводном слое атмосферы, в частности, проводились пульсационные измерения, что позволяло прямым методом рассчитывать потоки количества движения, тепла и влаги при взаимодействии океана и атмосферы.

Для стандартных метеонаблюдений (на исследовательском полигоне они проводились ежечасно) приме-



няли **психрометры, барометры-анероиды, анемометры, термометры**. Пульсационные измерения компонент скорости ветра, температуры и влажности воздуха проводились акустическими анемометрами, пульсационными термометрами сопротивления, инфракрасным оптическим гигрометром. Все эти датчики располагались на специальной штанге — «выстреле» — в носовой части судна. Гидравлическое управление позволяло менять величину выдвигания «выстрела», а также высоту подъема приборов над уровнем моря. Особенно ценные измерения с «выстрела» — одновременные записи пульсаций вертикальной компоненты скорости воздуха  $w'$ , пульсаций температуры  $T'$  и влажности воздуха  $q'$ . Дело в том, что

Разрезы (жирные линии со стрелками) и станции (обозначены цифрами) на Ньюфаундлендском полигоне. В центре полигона — автономная буйковая станция (АВС). На станциях проводились измерения зондами Н. Брауна и «Баклан» и пульсационные измерения в приводном слое атмосферы (показано цветными стрелками). Сканирующие измерения «Рыбкой» проводились на шестом разрезе полигона до глубин 1500 и 600 м

произведение  $w' \cdot T'$  (или  $w' \cdot q'$ ) определяет вертикальный поток тепла (влаги) в приводном слое над океаном — важнейший параметр взаимодействия океана с атмосферой.

Для изучения процессов взаимодействия океана и атмосферы очень важно знать компоненты радиационного

баланса в приводном слое атмосферы. С этой целью в рейсе использовались: **термоэлектрический актинометр** (поток прямой солнечной радиации), **пиранометр** (потоки суммарной и отраженной радиации), **балансометр** (длинноволновой радиационный баланс), **пиргеометр** (длинноволновое излучение атмосферы и океана). Датчики для измерения радиационных потоков крепились на кардановых подвесах на 7-метровом «выстреле», установленном на мостике корабля, и работали круглосуточно, а собираемая информация регистрировалась многоканальным самописцем.

В экспедиции велись наблюдения **атмосферных аэрозолей**, которые играют важную роль в тепловом балансе океана и атмосферы. Эти исследования проводились оптическим счетчиком с 16-канальным анализатором импульсов и цифрорепетающим устройством (счетчик регистрирует частицы с радиусами 0,2—5,0 мкм). Использовался также фотоэлектрический **аэрозольный нефелометр** для измерения коэффициента направленного светорассеяния.

Структура пограничного слоя атмосферы над океаном изучалась дистанционными методами с помощью установки акустического зондирования с трехкомпонентным доплеровским акустическим локатором. Принцип действия локатора основан на отражении структурными неоднородностями атмосферы мощного направленного луча акустической энергии, излучаемой параболической антенной. Эти данные позволяют судить о распределении и интенсивности турбулизированных слоев в атмосфере, о характеристиках флуктуаций температуры и компонент вектора скорости ветра на высоте от 40 до 500 м. Для определения

влажности воздуха на высоте 300—400 м применялся **радиопсихрометр**, который поднимали на воздушном шаре или воздушном змее. Информация с прибора передавалась на борт судна по радиоканалу.

Параметры ионосферы над районом работ определялись **автономной ионосферной станцией**.

#### НА НЬЮФАУНДЛЕНДСКОМ ПОЛИГОНЕ

Работы на полигоне начались 3 марта 1988 года с постановки буйковой станции с измерителями течений «Поток». Буй расположили в центре полигона, состоящего из **шести разрезов** через фронт Гольфстрима с семью комплексными гидрометеорологическими станциями на каждом разрезе. Расстояния между станциями (их было около сорока) и разрезами — 30 миль. На станциях планировались измерения зондом Н. Брауна до глубины 2000 м и зондом «Баклан» — до 300—400 м. Это давало возможность получить информацию о крупномасштабной структуре гидрофизических полей в этом районе Атлантики и сведения о тонкой структуре полей и турбулентности. Между некоторыми станциями (примерно через одну) планировались пульсационные измерения в атмосфере на малом ходу судна.

Работы на полигоне пришлось проводить в сложных погодных условиях. Иногда ветер усиливался до штормового. Это заставляло прерывать измерения и ожидать хотя бы незначительного ослабления ветра. Но все же к 14 марта удалось выполнить все станции вплоть до последних на пятом разрезе. Затем погода резко ухудшилась — шторм достиг 9 баллов. И лишь 19 марта, когда ветер немного стих, было принято решение сделать

шестой разрез полигона, пользуясь буксируемой «Рыбкой». С большим трудом (из-за сильной качки) удалось спустить «Рыбку» за борт и начать измерения. В начале этого (последнего на полигоне) разреза глубина зондирования «Рыбкой» достигала 1500 м, затем сканирование осуществлялось до 500—600 м. На разрезе провели также две серии пульсационных измерений в приводном слое океана, и 23 марта работы на полигоне закончились.

#### НАУЧНЫЕ ИТОГИ

Важным результатом измерений на Ньюфаундлендском полигоне можно считать определение компонент теплового баланса поверхности океана. Оказалось, что средний приход тепла благодаря солнечной радиации составляет 100 Вт на квадратный метр поверхности океана. Однако за счет длинноволнового излучения океан теряет 40 Вт/м<sup>2</sup>. Вследствие же турбулентного теплообмена и обмена влагой между океаном и атмосферой потоки тепла варьируют от 200 до 1400 Вт/м<sup>2</sup>. Такая изменчивость составляющих теплового баланса объясняется их сильной зависимостью от перепадов температуры между океанской водой и воздухом, от влажности воздуха и скорости ветра. Ведь разность температур вода-воздух менялась во время работ на полигоне от +13 °С (вода теплее воздуха) до отрицательных значений (когда воздух был теплее воды). Скорость же ветра менялась от умеренного до штормового.

Такой широкий диапазон условий позволил сделать весьма существенный для практики вывод. Обычно в **расчетах теплообмена океана с атмосферой** в службах погоды всех стран используют полуэмпирические

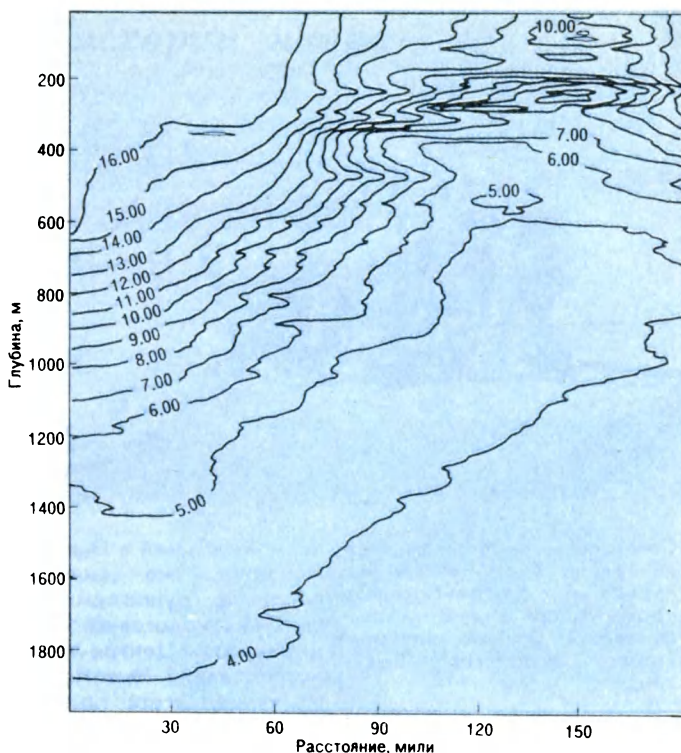


формулы, по которым потоки тепла определяются, исходя из данных стандартных гидрометеорологических измерений. Когда мы сравнили результаты таких расчетов с прямыми (пульсационными) измерениями, сделанными в нашем рейсе, оказалось: применяемые в массовых расчетах полуэмпирические формулы дают существенные ошибки при экстремальных значениях наблюдательных параметров — штормовых ветрах и больших перепадах температур между воздухом и водой. Если учесть, что при этом теплообмен значительно возрастает, то даже малые поправки к результатам расчетов могут весьма существенно сказаться на выводах о влиянии океана на погодные и климатические процессы.

Интересные результаты получены в экспедиции при исследовании аэрозолей. Удалось определить размеры аэрозольных частиц над океаном, показать зависимость концентрации аэрозолей от балльности волнения океана. Следовательно, такие частицы порождаются брызгами, срываемыми с гребней волн при сильных ветрах. Аэрозоль, изменяя оптические свойства атмосферы, влияет на приток солнечной энергии к океану и тем самым на тепловые и динамические его характеристики.

Основная особенность гидрологической структуры вод на Ньюфаундлендском полигоне — сильная струя Северо-Атлантического течения, отделенная от холодных вод Лабрадорского течения четкой фронтальной зоной. Перепады температур воды на фронте достигали  $17^{\circ}\text{C}$  (!). Фронтальная зона имеет сложную структуру — холодные и теплые воды взаимно проникают друг в друга, формируя отдельные «языки», меандры и вихри.

Измерения зондом Брауна



позволили определить характеристики **тонкой структуры гидрологических полей** на полигоне. Были вычислены средние значения толщины инверсионных и однородных слоев воды. Многочисленность таких слоев свидетельствует о динамической активности вод, о сложных механизмах их перемешивания. Обнаружено, в частности, что переслоенность вод увеличивается во фронтальной зоне, здесь же растет и численность инверсионных слоев. С переслоенностью вод связана интенсивность процессов перемешивания: в отдельных слоях толщиной в десятки метров интенсивность перемешивания может быть значительно выше, чем в соседних прослойках.

**Турбулентность и процессы перемешивания** максимальны во фронтальной зоне. В штормовых условиях сильно турбулизированным оказывается весь верхний 200-метровый слой воды, на больших же глубинах, где

Вертикальный разрез поля температуры воды через фронтальную зону Северо-Атлантического течения — Лабрадорское течение (цифры у изотерм — температура в градусах Цельсия). Резкое падение температуры поперек фронта — от  $16^{\circ}\text{C}$  до  $5^{\circ}\text{C}$  — характерно для этого района Атлантики

шторм уже почти не сказывается, турбулизировано не более 5 % водных слоев. Предварительный анализ данных показал, что расстояния между турбулизированными слоями, их толщину, а также расстояния между группами слоев можно описывать некоторыми теоретическими выражениями. Это уже дает основу для прогнозирования характеристик турбулентности, и, следовательно, позволяет рассчитывать потоки тепла, солей, количества движения и других свойств водной толщи океана.

Подводя предварительные итоги, можно сделать вывод:



Советские и американские океанологи на борту «Академика Курчатова» в Нью-Йоркском порту. Второй справа — профессор М. Боуман, четвертый справа — профессор Р. В. Озмидов

работы на «Академике Курчатова» весьма существенно продвинули изучение сложных процессов формирования структуры и взаимодействия водной и воздушной сред в энергоактивном районе океана вблизи Ньюфаундленда. Полученные научные результаты помогут лучше понять происходящие здесь процессы и дадут возможность усовершенствовать методы их расчета.

#### ВСТРЕЧИ С АМЕРИКАНСКИМИ ОКЕАНОЛОГАМИ

Покинув штормовой район Северной Атлантики, «Академик Курчатова» зашел на

несколько дней в Нью-Йорк. На другой же день судно посетила группа американских океанологов во главе с директором Центра морских исследований Нью-Йоркского университета профессором М. Боуманом. Гостей познакомили с работами, сделанными в рейсе, показали научное оборудование судна. На следующий день состоялся наш ответный визит в Центр, который расположен примерно в 100 км от Нью-Йорка в лесопарке на острове Лонг-Айленд. Основные направления ведущих здесь исследований — прибрежная океанология во всех ее аспектах (физическом, химическом, геологическом и биологическом). Центр занимается также вопросами рыболовства, марикультуры, проблемами загрязнения океана. В нем работают известные ученые, например профессор А. Оубо — специалист по проблемам диффузии примесей в

океане; профессора Х. Картер и Д. Причард — специалисты по процессам обмена и течениям в эстуариях; профессор Дж. Шубель, занимающийся океаническими осадками; профессор П. Вейл — специалист по физической океанологии, его книга «Популярная океанография» хорошо известна в нашей стране.

Около ста студентов и аспирантов (многие из азиатских стран) обучаются и стажироваются в Центре морских исследований. Лаборатории Центра прекрасно оснащены измерительной, вычислительной и прочей техникой, ЭВМ вычислительного центра имеют цветные дисплеи, лазерные принтеры, графопостроители. К Центру приписано небольшое исследовательское судно для прибрежного плавания. Там состоялся советско-американский коллоквиум по актуальным проблемам океанологии.

Специально для встречи с советскими океанологами на «Академик Курчатова» прибыл известный специалист по океанской турбулентности, профессор Скриппсовского океанографического института (штат Калифорния) К. Гибсон. Он прочитал интересную лекцию о последних исследованиях турбулентности океана. М. Боуман и К. Гибсон высказались за укрепление контактов между океанологами СССР и США, за проведение совместных исследований и морских экспедиций. В настоящее время эти пожелания воплощены в конкретные договоры и успешно претворяются в жизнь.

### Восстанавливая страницы истории

#### Очерк четвертый. Иосиф Клейбер и Анатолий Вильев

Однажды — это было в мае 1987 года — из-за нездоровья я вынужден был сидеть дома. Я уже начал работу над научно-биографической книгой «Михаил Анатольевич Вильев» и собирал для нее материалы. Очень хотелось работать, но болезнь не позволяла поехать в библиотеку. Задумчиво пересматривал я выписки из описи фонда М. А. Вильева в Ленинградском отделении Архива АН СССР. И вдруг мое внимание привлекло название работы его отца — Анатолия Васильевича Вильева. Он также занимался астрономией и даже получил в 1883 году золотую медаль Петербургского университета за конкурсное сочинение на тему «Астрономическая теория падающих звезд». Рукопись этого сочинения потом попала в фонд его сына.

#### КОНКУРСНОЕ СОЧИНЕНИЕ

Привлекло меня именно заглавие работы А. В. Вильева. Где-то я уже слышал такое название. Позвольте, да ведь так называлась монография И. А. Клейбера, изданная тоже в конце прошлого века и не потерявшая своего значения до 50-х годов нашего столетия. Ссылки на нее можно найти в монографиях известных советских исследователей метеоров Б. Ю. Левина и И. С. Астаповича. Я и сам не раз пользовался этой книгой. Так, может быть, студент Анатолий Вильев представил в качестве конкурсного сочинения подробное изложение монографии И. А. Клейбера? Нет, скорее всего, эта версия отпадает — книга Клейбера вышла в 1884 году, почти два года спустя после представления А. В. Вильевым своей работы.

Обращаюсь к книге Б. А. Воронцова-Вельяминова «Очерки истории астрономии



Иосиф Андреевич Клейбер (1863—1892)

в России» (М.: Гостехиздат, 1956): «Рано скончавшийся доцент Петербургского университета И. А. Клейбер (1863—1892) в 1884 году, будучи еще студентом, написал монографию «Астрономическая теория падающих звезд», которая в течение нескольких десятилетий оставалась лучшим научным обзором по метеорам на русском языке. Докторская его диссертация, которую он не успел защитить, была посвящена определению орбит метеорных потоков (1891) и до сих пор не утратила своего значения. В ней Клейбер по наблюдениям Деннинга (Англия) вычислил орбиты 913 метеорных потоков» (с. 319).

Итак, Клейбер не учитель А. В. Вильева, а скорее всего, его одноклассник по университету. И оба они в одном и том же году (1883) были удостоены золотой медали за работу на заданную тему. Только работа И. А. Клейбера была издана на средства университета, а работа А. В. Вильева — нет. Почему предпочтение было отдано работе Клейбера? Вероятно потому, что она была более подробная и обстоятельная. В самом деле, в книге Клейбера 215 страниц (типографских), в рукописи Вильева — 89. Правда, текст у Клейбера занимает только 120 страниц, остальное — приложения, в частности, обширный каталог 2800 радиантов метеорных потоков.

И вдруг — неожиданности! В книге И. С. Астаповича «Метеорные явления в атмосфере Земли» (М.: Физматгиз, 1958) говорится буквально следующее: «В 1894 году<sup>1</sup> вышло прекрасное руководство И. А. Клейбера (Петербург) по определению орбит метеорных потоков с приложением 918 орбит, вычисленных А. Вильевым как параболы, так как скорости их оставались неизвестными» (с. 58). Выходит, орбиты для каталога Клейбера вычислял не он сам, а А. В. Вильев.

Едва поправившись, спешу в библиотеку ГАИШ, прошу книгу И. А. Клейбера и внимательно изучаю ее, особенно примечания к каталогу орбит. Никакой ссылки на участие А. В. Вильева в вычислениях орбит в этой книге нет! Зато есть благодарности другим лицам, изготовлявшим чертежи и производившим второстепенные расчеты. Откуда же И. С. Астапович взял, что орбиты каталога Клейбера вычислял А. В. Вильев?

Разгадка этой странной истории была получена годом позже, когда автор нашел в одном из номеров журнала «Мироведение» за 1918 год следующее письмо в редакцию, написанное М. А. Вильевым: «В 1883 году два студента Петербургского университета — мой отец А. В. Вильев и И. А. Клейбер — получили золотые медали за работы, написанные на заданную факультетом тему «Астрономическая теория падающих звезд». Работа И. А. Клейбера как меньшая по объему<sup>2</sup> и более популярная

по содержанию была напечатана на средства университета. В нее был включен составленный главным образом моим отцом обширный каталог радиантов, о чем нигде не упомянуто, так что обычно каталог этот приписывался Клейберу (следует ссылка на работу А. А. Тилло. — В. Б.). Обстоятельства не позволили моему отцу продолжать работу в научной области, но вопросом о падающих звездах и, в частности, об орбитах метеорных потоков он продолжал интересоваться, принявшись за вычисление орбит всех потоков указанного выше каталога. Когда появился каталог Деннинга<sup>3</sup> 918 радиантов, подобное исследование было распространено и на него, что впоследствии независимо было выполнено также Клейбером в его обширной работе «Определение орбит метеорных потоков». Таким образом, в настоящее время, благодаря нигде еще не опубликованным весьма обширным вычислениям моего отца, имеется около 3500 орбит метеорных потоков, принадлежащих почти 2500 различным радиантам...»

А далее М. А. Вильев сообщал, что по этим материалам он готовит к печати предварительный каталог метеорных орбит. Но подготовить его он не успел — 1 декабря 1919 года он скончался во время эпидемии испанки.

## КАК ГОТОВИЛСЯ КАТАЛОГ

Но так ли все было на самом деле? Когда я читал письмо М. А. Вильева в редакцию журнала «Мироведение», мне уже было известно, что все обстояло далеко не так, как он писал. Пресловутый каталог метеорных орбит тоже оказался в фонде М. А. Вильева в Ленинградском отделении Архива АН СССР, и я еще в июле 1987 года познакомился с ним. И вот что выяснилось.

Работами по изучению метеоров в Петербургском университете руководил в те годы С. П. Глазенап, молодой тогда еще приват-доцент. Именно он и дал тему для конкурсного сочинения, которое писали И. А. Клейбер и А. В. Вильев. Когда Вильев окончил университет и собирался уехать в Москву на практику, С. П. Глазенап попросил его составить список литературы, содержащей координаты радиантов метеорных потоков. А. В. Вильев выполнил это задание и на листке со списком литера-

<sup>1</sup> Это ошибка автора или опечатка. В действительности книга И. А. Клейбера вышла в 1891 году.

<sup>2</sup> Как мы уже убедились, дело обстояло как раз наоборот

<sup>3</sup> Деннинг Уильям Фредерик (1848—1931), известный английский астроном-любитель, наблюдатель метеоров. Упомянутый здесь каталог был опубликован в 1890 году.

АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ  
ПАДАЮЩИХЪ ЗВѢЗДЪ.

И. А. Клейбера.

Однимъ изданиемъ вышло издана Императорскаго С.-Петербургскаго Университета.

Издание Императорскаго Слб. Университета.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.  
Типографія Деккерона и Ендокимова, Б. Итальянская, д. № 11.  
1884.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРБИТЪ  
МЕТЕОРНЫХЪ ПОТОКОВЪ.

И. А. КЛЕЙБЕРА.

ON THE DETERMINATION OF ORBITS  
OF METEOR-STREAMS

By J. KLEIBER, F. R. A. S.

(With an Abstract in English).

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.  
Типографія П. И. Сойкина, Невский пр., № 17.  
1891

Титульные листы книг И. А. Клейбера

туры написал свою фамилию, чтобы было ясно, кто составлял список. Кроме того он вычислил орбиты метеорных потоков из каталога радиантов Клейбера (с. 149—160 книги) за март-июль — всего 540 орбит.

Остальная часть работы выполнила большая группа студентов-выпускников под руководством С. П. Глазенапа, который организовал вычисления в две, и даже в три руки (каждую орбиту вычисляли независимо два или три студента). Успешно выполнившим вычисления и сопроводившим их необходимым пояснительным текстом присуждалась степень кандидата (это соответствует современному диплому с отличием). Большинство из них вычисляли по 250-300 орбит, а некоторые по 500-600. На многих расчетах имеется виза С. П. Глазенапа.

Зачем же было А. В. Вильеву, уже окончившему университет со степенью кандидата и золотой медалью, участвовать в этой работе? Возможно, С. П. Глазенап попросил его опробовать методику вычислений, «проложить первую тропу». Студенты выполнили вычисления в 1884—1885 годах, когда А. В. Вильев уже преподавал в Москве, в Московском техническом училище (он уехал туда в августе 1883 года).

Таким образом, каталог метеорных орбит, о котором писал в редакцию «Мироведение» М. А. Вильев, лишь частично был вычислен его отцом (примерно на 20%), и то — в одну руку. Остальное сделали студенты. Быть может, М. А. Вильев в конце концов сам убедился в этом, а потому и отказался от публикации каталога. И уж совсем никакого отношения А. В. Вильев не имел к каталогу 918 орбит метеорных потоков, вычисленных в 1891 году И. А. Клейбером. Вычисления Клейбера велись другим методом, нежели расчеты студентов, и были на порядок точнее.

Наконец, нелишне познакомиться с тем, что пишет об обоих каталогах (и радиантов, и орбит) сам И. А. Клейбер. Приводим выдержки из его книги «Определение орбит метеорных потоков»: «Собранный мною тогда же (1884) обширный каталог радиантов, наблюдаемых различными астрономами в разных местах и в разное время, проверенный сравнением с источниками проф. С. П. Глазенапом, послужил уже для



А. А. Тилло материалом для изучения распределения метеорных потоков в пространстве» (с. 3; работа А. А. Тилло о распределении метеорных радиантов по сезонам и по координатам была опубликована на французском языке в 1888 году).

Итак, Клейбер утверждает, что он сам составил каталог радиантов, а С. П. Глазенап проверил его, сравнил с источниками. Но не использован ли здесь список литературы, который составил А. В. Вильев? Вполне возможно.

А вот что пишет И. А. Клейбер о каталоге 918 метеорных орбит: «Определенные мною 918 орбит...» (с. 15). «Ограничиваюсь здесь указанием того, каким образом из радиантов Деннинга я вывел элементы орбит соответствующих метеорных потоков» (с. 257).

Итак, И. А. Клейбер утверждает: составитель обоих каталогов — он. И никаких возражений со стороны А. В. Вильева тогда не последовало.

## СЫН ДВОРОВОГО И СЫН ФАБРИКАНТА

В Центральном государственном историческом архиве Ленинграда, помещающемся на набережной Невы, в известном особняке Лавала (отца Екатерины Трубецкой, жены декабриста, воспетой Н. А. Некрасовым в поэме «Русские женщины»), я нашел личные дела А. В. Вильева и И. А. Клейбера. Интересно сравнить их биографии.

Анатолий Васильевич Вильев был сыном дворового человека помещика Костромской губернии Горняковского. Родился он в 1859 году. Через два года была провозглашена отмена крепостного права. Отец Анатолия оставил своего бывшего хозяина, переехал в Кострому, приписался там к мещанскому сословию и постарался дать сыну хорошее образование. Анатолий окончил гимназию с золотой медалью и поступил в Петербургский университет, который, несмотря на серьезные денежные затруднения (отец его умер, а мать никаких доходов не имела), окончил также с золотой медалью. Пройдя практику в Москве, он поступает на службу в Департамент народного просвещения. Во всех анкетах пишет «сын мещанина», скрывая, что отец его раньше был дворовым. Недоюжинные способности обеспечили А. В. Вильеву быстрое продвижение по служебной лестнице: в 1891 году — в 32 года — он уже имел чин коллежского ассессора и должность правителя канцелярии Дерптского учебного округа (ныне город Тарту Эстонской ССР).

В эти годы А. В. Вильев не забыл о своих исследованиях метеоров. В середине 80-х

годов физик Э. К. Шпачинский наладил в Одессе издание научно-популярного журнала под названием «Вестник опытной физики и элементарной математики» (журнал, рекомендованный тогда для средних учебных заведений, немного напоминал издающийся теперь журнал «Квант»). В двух номерах «Вестника» за 1888 год А. В. Вильев опубликовал статью «Метеориты и падающие звезды», где в сокращенном и упрощенном виде излагал многое из того, что вошло в его конкурсное сочинение.

Иосиф Андреевич (Генрихович) Клейбер был сыном обрусевшего немца, владельца небольшой фабрики. Не стесненный в средствах, как Вильев, он мог позволить себе поездки за границу и не раз пользовался такой возможностью. Будучи на четыре года моложе Вильева, он догнал его в образовании, поскольку Вильеву три года перед гимназией пришлось обучаться в уездном училище.

По окончании в 1884 году университета с золотой медалью и степенью кандидата Иосиф Клейбер был оставлен при кафедре астрономии для приготовления к профессорской деятельности (выражаясь современным языком, он был зачислен в аспирантуру). Его книгу «Астрономическая теория падающих звезд» удостоил лестного отзыва известный итальянский астроном Джованни Скиапарелли, в то время крупнейший специалист по физике и динамике метеоров. И. А. Клейбер свободно владел четырьмя европейскими языками. В 1887 году на правах приват-доцента он начал читать на юридическом факультете университета оригинальный курс «Приложение математической теории вероятностей к исследованию общественных явлений». На физико-математическом факультете он читал с 1889 года курс «Способ наименьших квадратов», а также теоретическую астрономию и спектральный анализ.

И. А. Клейбер активно сотрудничал в «Энциклопедическом словаре» Брокгауза и Ефрона. Он — автор статей «Астрономия» и «Астрология» из этого словаря (последняя статья была напечатана в № 6 нашего журнала за 1989 год, с. 24).

И. А. Клейбер дважды наблюдал солнечные затмения: полное 7 (19) августа 1887 года в средней полосе России и кольцеобразное 5 (17) июня 1890 года на острове Крит. Летом 1891 года он снова уехал за границу. Здоровье его значительно ухудшилось и 12 февраля 1892 года он скончался в Ницце от туберкулеза легких.

В том же году А. В. Вильев переехал в Ригу и женился на дочери известного филолога и педагога Э. В. Черного. Через год у четы Вильевых родился первенец — сын Михаил, о котором мы уже рассказыва-

ли. В 1908 году А. В. Вильева перевели по службе в Петербург, где он работал в Министерстве народного просвещения, дослужившись до чина тайного советника. В 1915 году вышел в отставку.

Анатолий Васильевич был членом Русского астрономического общества, оказывал помощь Нижегородскому кружку любителей физики и астрономии, участвовал в ряде съездов по техническому и профессиональному образованию. Он написал несколько учебных пособий по математике и научно-популярную брошюру «Солнце, Луна и Земля».

Анатолий Васильевич тяжело переживал внезапную смерть своего старшего сына

Михаила от испанки 1 декабря 1919 года. Он пережил его лишь на полтора года и умер в начале 1921 года от грудной жабы.

Такими разными оказались судьбы этих двух людей, начинавших свой путь в науке с конкурсного сочинения на одинаковую тему. Один прожил всего 29 лет, но своими трудами занял прочное место в истории науки о метеорах. Другой прожил долгую жизнь, успешно продвигался по службе, но заметного следа в истории астрономии не оставил.

В. А. БРОНШТЭН

кандидат физико-математических наук

## Информация

### Самые маленькие звезды

Астрономы упорно ищут самые маленькие звезды. Во-первых, это интересно с точки зрения теории формирования звезд, а во-вторых, это может помочь в поисках «скрытой массы», не излучающей света, но проявляющей себя притяжением. Особый интерес представляют звезды со столь низкой массой и, соответственно, такой низкой температурой, что в их недрах не могут протекать термоядерные реакции. Единственным источником энергии этих звезд (если их можно назвать звездами) может служить медленное сжатие, приводящее к выделению гравитационной энергии. Теория внутреннего строения звезд указывает, что наименее массивные звезды, у которых еще «горит» термоядерный очаг, имеют массу  $0,075 M_{\odot}$  («предел Кумара»).

Уже ни раз сообщалось об открытии коричневых карликов — имеющих массы ниже предельной

(Земля и Вселенная, 1984, № 6, с. 59 — *Ред.*). Но эти сообщения оказывались либо ошибочными (как в случае со звездой VB 8), либо недостаточно надежными (звезды G 28—38, Stein 2051, BD+68°946). Уверенным астрономы считают лишь такое измерение массы, которое получено из наблюдений движения звезды — компонентов двойной системы. Тогда измеряя расстояние между компонентами и определяя орбитальный период, можно достаточно точно вычислить массы. Таким образом, были найдены массы компонентов в двойных системах Ross 614 и Ci 986. Они обе оказались близки к  $0,08 M_{\odot}$ , т. е. немного выше предела Кумара.

В начале 1989 г. американский астроном В. Хейнц закончил исследование двойной звезды Wolf 424. Это звезда  $13^m$  в созвездии Девы, холодный красный карлик (спектральный класс M6). В систему входят практически одинаковые компоненты (разделенные на небе угловым расстоянием менее  $1''$ ).

В распоряжении В. Хейнца было 715 пластинок, полученных в период с 1938 по 1988 гг. и несколько визуальных наблюдений

1985 г. Это позволило измерить все параметры орбитального движения звезд и, следовательно, определить их массы. Расстояние от Солнца до звезды Wolf 424 составляет 4,3 пк, т. е. это одна из ближайших к Солнцу звезд.

Две карликовых звезды в этой системе разделены расстоянием около 3 а. е. и обращаются вокруг общего центра масс с периодом  $\sim 16,2$  г. Их орбиты заметно вытянуты: эксцентриситет составляет 0,28. Массы звезд  $0,059 M_{\odot}$  и  $0,051 M_{\odot}$  и обе меньше предела Кумара. В. Хейнц предлагает называть такие объекты «субзвездными», ибо они занимают промежуточное положение между звездами и планетами.

Хотя подобные объекты пока можно пересчитать по пальцам одной руки, все же можно сделать предварительный вывод, что в окрестностях Солнца они встречаются недостаточно часто, чтобы с их помощью можно было объяснить наличие невидимой массы в Галактике.

Astronomy and Astrophysics, 1989, 217, 145,

## Информация

### Открыта новая комета

Давид Леви, приобретающий все большую известность «охот-

ник за кометами» из Аризоны, США, 20 мая открыл свою шестую комету в созвездии Пегаса. Комета 10-й звездной величины получила предварительное обозначение 1990 с. Ниже приведена ее предварительная эфемериды:

	$\alpha$	$\delta$	$m$
Июнь 23	$0^h07^m,1$	$+29^{\circ}12'$	
Июль 3	0 06,5	$+29 33$	
	13	$+29 58$	8,3
	23	$23 58,1$	$+30 20$
Авг 02	$23 49,3$	$+31 05$	7,5

А. Ю. ОСТАПЕНКО

## Календарь и счет времени в древней Ольвии

А. С. ОСТРОВЕРХОВ,  
кандидат исторических наук

НАЗВАНИЯ МЕСЯЦЕВ ОЛЬВИЙСКОГО КАЛЕНДАРЯ

№№ п/п	Название месяца	Транскрипция	Знак зодиака	Месяцы по григориан- скому календарю
1.	Ταυρεῶν	тавреон	Овен	Март-апрель
2.	(Μαρ<ο>)φηλίῶν	фаргелион	Телец	апрель-май
3.	Καλαμαίων	каламаион	Близнецы	май-июнь
4.	Πάνημος	панемос	Рак	июнь-июль
5.	Μεταγείτιῶν	метагейтион	Лев	июль-август
6.	Βοηδρομι(ῶν)	боздромион	Дева	август-сентябрь
7.	Κυανεψίων	кюанепсион	Весы	сентябрь-октябрь
8.	Ἀτατονρι(ῶν)	апатурион	Скорпион	октябрь-ноябрь
9.	Ποσειδ(ῶν)	посидеон	Стрелец	ноябрь-декабрь
10.	Ἀηγεῶν	ленеон	Козерог	декабрь-январь
11.	Ἀρτεστηρίῶν	артестерион	Водолей	январь-февраль
12.	Ἀρτεμισίων	артемисион	Рыбы	февраль-март

У Северного Причерноморья богатая история. Особенно интересен античный период. В это время на северных берегах Черного моря возникли и потом существовали почти тысячу лет древнегреческие колонии. Одной из самых замечательных была Ольвия. Она располагалась на правом берегу Днепро-Бугского лимана, в 30 км южнее современного Николаева.

«Ольвия» в переводе с древнегреческого значит «счастливая». И действительно, судьбу этого города-государства можно считать счастливой. Возникнув где-то в VI в. до н. э., Ольвия просуществовала вплоть до IV в. н. э. Ольвия обладала высокой для своего времени культурой. В этом государстве были землевладельцы, ремесленники, моряки, торговцы, жрецы, ученые. Для них было далеко не безразлично когда начинать сев, когда отправляться в плавание или небезопасное путешествие, когда приносить жертвы всевидящим и немилосердным богам. Для того чтобы обеспечить нормальное функционирование всего сложного экономического и социального механизма, Ольвия, как и другие античные города-государства, имела свою систему счета времени.

Значительная часть Ольвийского календаря восстанавливалась предположительно, на основании аналогий. Оставалось лишь надеяться на счастливый случай. И он произошел в 1975 году, когда экспедиция Института археологии АН УССР исследовала ольвийский жертвенник, посвященный одновременно Гермесу и Афродите. Жертвенник датировался первой половиной V в. до н. э. Наибольший интерес представляет граффити — прощарапанная надпись на донышке чернолакового сосуда, сделанная неким Андокидом. Это граффити оказалось ни чем иным, как календарем Ольвии, в котором указывались все его 12 месяцев. А заслуга в расшифровке уникальной надписи принадлежит сотруднику Института всеобщей истории АН СССР Ю.Г.

Виноградову. Но прежде чем подробнее рассказать об Ольвийском календаре, сделаем небольшой экскурс в историю календарей, бытовавших в ту эпоху.

Ранняя история древнегреческого календаря практически неизвестна. Ученым удалось расшифровать только несколько названий месяцев в текстах, происходящих из Кносса, Микен и Пилоса, — они датируются ранее 1200 года до н. э. Слово *тепо*, встречающееся в них, позволяет предположить, что эти месяцы были лунными. У Гомера упоминаний о каком-либо календаре нет. Но из «Одиссеи» мы знаем, что появление новой луны сопровождалось празднеством.

Пока достоверно неизвестно, как и когда эллины начали использовать лунно-солнечный календарь. Неко-

торые ученые считают, что эта реформа проведена в храме Дельфийского оракула еще в VIII в. до н. э. Во всяком случае, в VII в. до н. э. лунно-солнечный год был в основе всех известных в настоящее время греческих календарей.

В древнем мире существовало огромное количество лунно-солнечных календарей. Практически каждое государство, каждый греческий полис имели собственный календарь, свои названия месяцев и свое начало года. Но одно в них было общим. За начало месяца всегда принимался момент первого появления молодой луны в виде узкого серпа. Новолуния назывались **неомениями** (*νομήνια*) и имели большое значение в общественной и религиозной жизни. У греков во время неомении справлялись религиозные празднества, приносились жертвы богам, проводились различные игры, в том числе и Олимпиады. Особенно торжественно отмечалась неомения, близкая к моменту весеннего равноденствия, совпадающая с пробуждением природы, и, часто, с началом Нового года.

Обычно в древнегреческих календарях названия месяцев давались соответственно тому, какие наиболее важные праздники отмечались в этом месяце. Новый год по Ольвийскому календарю начинался в период весеннего равноденствия, в месяце **тавреоне**. Этот месяц, как и месяц **посидеон**, посвящались Посейдону — покровителю моряков и мореплавания. В честь Посейдона в тавреоне происходило празднество, во время которого в жертву этому божеству приносился бык — таурис. Праздник имел очень древние корни.

Месяц тавреон в Ольвийском календаре был эмболисмическим, то есть дополнительным месяцем,

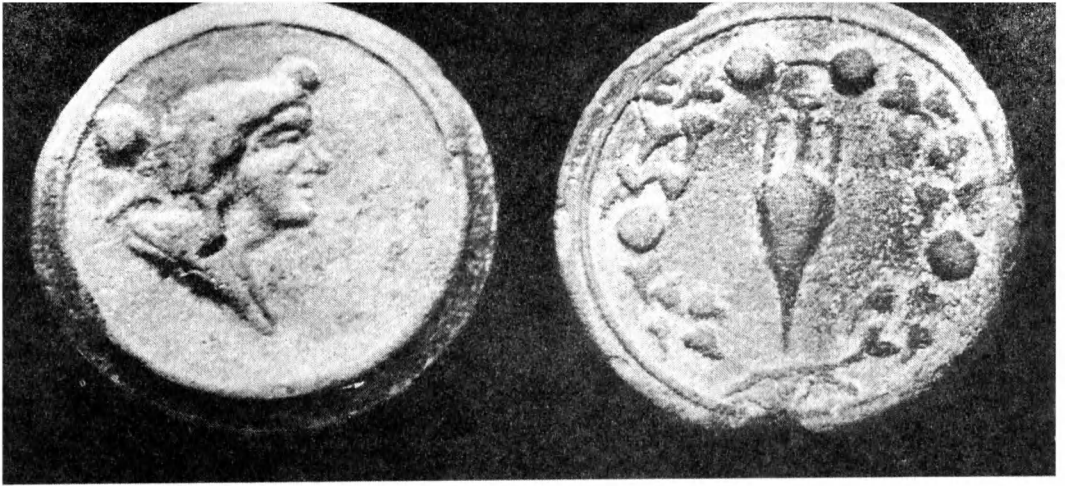


который приходилось периодически вставлять в календарь, поскольку дни и месяцы древних календарей не совпадали с фазами Луны. Согласно Гемину, «древние вставляли дополнительный месяц через каждый год», то есть использовали триэтриду — наиболее примитивный двухлетний цикл.

Месяц **боэдромион** получил название по празднествам, связанным с мистериями, посвященными Деметре и Коре-Персефоне. На этих празднествах разыгрывался миф о похищении Керы Плутоном. Во время мистерий совершались различные театрализованные представления, инсцениров-

Бронзовое зеркало с изображением знаков Зодиака и головы Гелиоса в центре

ки, изображающие как в результате гнева Деметры наступили неурожай и голод, а потом после своего возвращения на Олимп богиня снова ниспослала урожайный год и направила Триптолема для обучения людей земледелию. Все представление заканчивалось мистической сценой срезания хлебного колоса, символизировавшего смену жизни смертью и возрождение к новой жизни. Наградой же победителям в соревнова-



нии, проводившемся в конце праздника, были зерна пшеницы, выращенные на священном поле.

Срединный месяц **кюанепсион** — пора осеннего равноденствия, он связывался с торжеством в честь осеннего сбора урожая. Тогда варились блюда из различных овощей, а оливковые или лавровые ветви украшались разнообразными плодами и маленькими сосудами из разноцветного стекла, в которых хранилось оливковое масло.

Месяц **апатурион** получил название в честь праздника апатурий. Особенно в это время почитались Зевс Сотер и Афина Сотейра, то есть Спасители.

Праздник **леней**, которому соответствовали месяц **ленеон**, был связан с культом Диониса, он отмечался, когда начинали давить виноград и получать первое вино. Эпитет Диониса «леней» происходит от слова «ленос», что по-гречески обозначает «чан, в котором выжимают виноград». Праздник **леней** включал в себя торжественные шествия по городу с разыгрыванием различных сцен на мифологические сюжеты о смерти и возрождении Диониса.

Тесера с изображением Диониса на лицевой стороне и амфоры — на обратной. Своеобразный пропуск на праздник **леней**

Месяц **антестерион** связан с предвесенними празднествами в честь Диониса и Гермеса. Во время их проведения в необожженных горшках варилась каша. Это священное варево символизировало плодородие. Тогда же приносились жертвы душам умерших предков, которые должны были получить в новом году хороший урожай.

В 1901 году в Одесский музей древностей поступил бронзовый предмет, найденный в Ольвии. Это был маленький выпуклый диск с длинной ручкой, украшенной на конце головкой грифона. На одной из поверхностей предмета — зеркала или курильницы (патеры) — выгравированы изображения. Центр круга занимает изображение Гелиоса, голова которого поκειται на солнечном диске. Ее окружает нимб из семи лучей. Бюст бога Солнца окружает лента с изображениями всех знаков зодиака. Прямо над головой божества находится Овен, а затем

слева направо следуют Телец, Близнецы, Рак, Лев, Дева, Весы, Скорпион, Козерог, Водолей и Рыбы.

Еще Э. Р. Штерн (1884—1924), бывший главный хранитель Одесского музея истории и древностей, предположил, что этот предмет употреблялся при священнодействиях в храме Аполлона и принадлежал одному из жрецов храма. Об этом свидетельствует и изображение на конце ручки головы грифона — священного животного Аполлона. Не пытаюсь выяснить культовую сущность этого предмета, и не исключая его связи с астрологией, широко распространенной в то время, остановимся на чисто астрономическом аспекте проблемы — на факте самого знакомства жителей Ольвии с зодиакальным кругом.

Как известно, идея выделения зодиакального круга с 12 созвездиями, которым в большинстве случаев присвоены имена животных, принадлежит вавилонянам. В середине VI в. до н. э. эти созвездия и их имена стали известны греческим астрономам. Зодиак стал использоваться в Элладе, как и еще ранее на Ближнем Востоке, для согласования естествен-



ного (звездного) календаря с Солнцем и с гражданским исчислением времени. Знаки зодиакальных созвездий мы видим на уникальном предмете из Ольвии. Можно предположить, что ольвийские астрономы и астрологи не только знали зодиакальные созвездия, но и произвели привязку зодиакального круга к Ольвийскому календарю.

Деление времени на такие большие отрезки как год и месяц не могло удовлетворить полностью потребности древних людей. Первоначальной мерой времени, к которой неизбежно обратилось человечество, была продолжительность дня и ночи. Плиний Старший, живший в I в. н. э., писал: «Действительная продолжительность дня разными людьми воспринимается по-разному... простыми же людьми везде от рассвета до темноты». Различались утро, обеденное время, вечер, сумерки и т. п. У населения, жившего в городах, что постоянно охранялись стражниками, появилось такое понятие отрезка времени, как «стража».

Обычно день и ночь, каждые отдельно, делились на четыре стражи, о наступлении которых оповещалось особым звуковым сигналом. Поэтому, назначая встречу, ольвиополит мог сказать: «Встретимся на агоре, у стои, в начале четвертой дневной стражи», что значило — в предвечернее время. Но у эллинов существовало и другое понятие суток. Это 24-часовой день. Он обычно исчислялся от одного вечера до следующего. Здесь дню и ночи отводилось по 12 часов. Таким понятием суток чаще всего оперировали астрономы и жрецы. Согласно Геродоту, греки переняли эту систему от вавилонян.

Деление дня на часы требовало специальных приспособлений.



собрений. Геродот называет два типа солнечных часов — **гномон** и **полос**. Он также сообщает, что пользоваться гномоном греки научились у вавилонян. Некоторые другие авторы приписывают изобретение первых солнечных часов (около 550 г. до н. э.) Анаксимандру Милетскому или его ученику Анаксимену. Наличие гномонов в некоторых античных городах Северного Причерноморья засвидетельствовано археологически. Применялись также и довольно точные водяные часы — **клепсидра**, в которых определенное количество воды протекло за одинаковый отрезок времени.

Что принималось за начало эры в древней Ольвии? Точных данных у нас пока нет. Некоторую информа-

Светильник с изображением Деметры (Кибелы), сидящей на троне и Керы Персефоны в окружении львов

цию удалось получить советским нумизматам А. Н. Зографу и П. О. Карышковскому. Изучая ольвийскую чеканку, они обратили внимание на монеты с изображением головы Зевса на лицевой стороне и орла с распущенными крыльями — на обратной. Ниже орла дана буквенная нумерация годов выпуска момента в новой ольвийской эре. Однако длительность этой эры, если судить по годам выпуска, была весьма непродолжительной. На монетах она начинается шестым и кончается девятым годами. Уче-

ные полагают, что «новая эра», принятая в месяце тавреоне, связывается с римско-боспорской войной 45 г. н. э., когда боспорский царь Митридат VIII попытался освободиться от римского владычества. В этой войне Ольвия выступала на стороне Рима. После победы над Митридатом в городе был оставлен римский гарнизон. Вероятно, это событие было настолько значительным в политическом и экономическом отношениях, что ольвиополиты сочли возможным отметить его принятием новой эры.

В античных полисах годы часто обозначали именами ежегодно сменявшихся должностных лиц (эпониманов).

Что касается Ольвии, то, как доказал П. О. Карышковский, здесь на протяжении многовековой истории прослеживается довольно сложная картина эпонимата. В V в. до н. э. в Ольвии, как и Милете, эпонимами были жрецы храма Аполлона Дельфиния — асимнеты. В эллинистическое время — гереи. А в первые века н. э. — прот (глава коллегии архонтов). Наиболее распространенный тип датировок в государственных актах города был следующий: эпоним, месяц и число. Например, в одном из декретов, где сообщалось о доставке в Ольвию послов царя Митридата Евпатора, записано: «При архонте... бывшем после По-

сидея, сына Анаксагора, месяца метагейтиона, в двадцать шестой день... Совет и народ решил...».

Как известно, начиная с Эратосфена (234—196 гг. до н. э.), греческая хронология связывается с датами Олимпиад. На них ссылались и византийские историки. Например, Стефан Византийский, который использовал древние источники (возможно, и ольвийские таблицы) для составления хронологии важнейших исторических событий, сообщает, что Борисфена на Понте был основан в четвертом году 33 Олимпиады, то есть в 645—644 г. до н. э. ...

## НОВЫЕ КНИГИ

### Бомбы замедленного действия на нашей планете

Книга известного западно-германского писателя-публициста Г. Хефлинга «Тревога в 2000 году» (М.: Мысль, 1990) посвящена проблеме окружающей среды и комплексу вопросов, связанных с ее решением. Базируясь в основном на примерах ФРГ (это одна из ведущих стран по объему промышленного производства, которая находится под сильным экологическим давлением), автор говорит и о глобальной ситуации в состоянии среды обитания. «Бомба замедленного действия» — это в одном случае загрязнение воздуха, в другом — дефицит водных ресурсов, в третьем — опасность безграничной химизации.



В семи главах книги (перевод с немецкого выполнен М. С. Осиповой и Ю. М. Фроловым) автор показывает, насколько опасными и угрожающими для жизни чело-

века могут быть те изменения природной среды, которые он производит своей неконтролируемой хозяйственной деятельностью. Это и накопление мусора и отходов, и загрязнение воздуха и воды, связанное с расширением очагов индустрии и технизации бытовых сторон жизни. Огромный вред приносит «шумовое загрязнение» среды (по медицинской статистике, напряжения в человеческом организме, накапливающиеся за много лет от воздействия различного рода шумов, приводят к язве желудка или инфарктам). Большое внимание автор уделяет вопросам безопасности работы атомных электростанций.

Советскому читателю книга Г. Хефлинга будет безусловно полезна, потому что многие из затронутых в ней проблем актуальны и для нашей страны. Необходимость обеспечить экологическую безопасность в мировом масштабе — главное, на чем сосредоточивает внимание читателя автор книги.



## Готовится к печати

### НЛО: от полемики к исследованиям

**Ю. В. ПЛАТОВ**,  
кандидат физико-математических наук,  
Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения  
радиоволн АН СССР  
**В. В. РУБЦОВ**  
кандидат философских наук,  
Харьковский инженерно-педагогический институт

Интерес к проблеме НЛО не ослабевает. Появляются все новые и новые сообщения о странных объектах, которые наблюдали над городами Бельгии, в Калининградской области, над Москвой... Как относиться к этому? что думают ученые? — спрашивают читатели журнала. В какой-то мере ответы на эти вопросы даны в книге «НЛО и современная наука», одну из глав которой редакция выбрала для публикации. Книга выйдет в издательстве «Наука» в 1990 году.

#### НЕЗАВЕРШЕННАЯ ОСАДКА

В 1969 году завершился первый этап истории проблемы НЛО, основное содержание которого — борьба гражданских «любителей» со «специалистами» из американских ВВС. Борьба проходила под аккомпанемент насмешливых замечаний ученых, которые даже в своей поддержке ВВС старались не подходить слишком близко к этой сомнительной теме. Отчет комиссии Кондона поставил точку в дискуссии, но одновременно (один из многих парадоксов обсуждаемой проблемы) сделал НЛО до

некоторой степени допустимым предметом обсуждения в науке. Сам факт научного исследования имел в данном случае большее значение, чем его отрицательный вывод.

Впрочем, поначалу это обстоятельство оставалось в тени, а на первый план вышло именно отрицание научной значимости проблемы НЛО. Большинство американских ученых и журналистов активно поддержало точку зрения Кондона. Некоторые, правда, выражали неудовольствие тем, что понадобилось потратить 500 тыс. долл., чтобы прийти к выводу, который очевиден для любого профессионального ученого. Однако большинство считало, что проведено полезное и глубокое исследование, получены ответы на все поставленные вопросы.

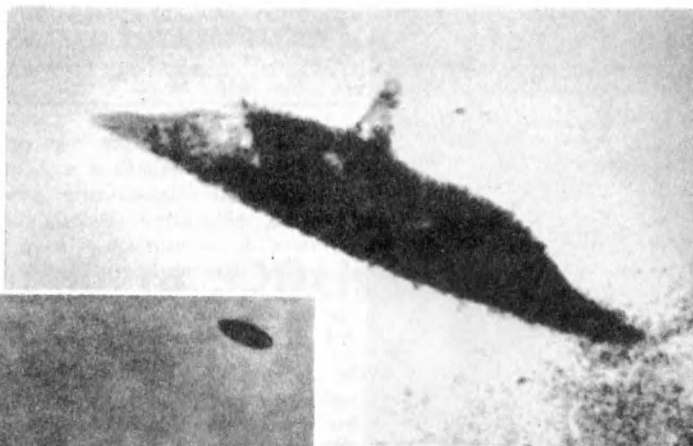
Никто, конечно, не думал, что удастся убедить в этом наиболее активных энтузиастов внеземной гипотезы, но это и не входило в планы Колорадского проекта. Другое дело — воздействие на массовые представления о феномене НЛО. Интерес к проблеме НЛО снизился едва ли не до нулевой отметки. Из 12 тыс. членов к 1971 г. в

НИКАП осталось лишь 4 тыс. Состав АПРО сократился вдвое. Десятки уфологических журналов закрылись из-за отсутствия читателей. Кихоу, проиграв бой, оставил пост директора НИКАП и общественную арену и снова взял в руки перо. Новые книги, однако, были далеко не столь популярны, как прежние.

Совсем иная ситуация начала складываться внутри научного сообщества. Началось серьезное обсуждение вопроса об НЛО, среди профессионалов заметно вырос интерес к этой теме. В научной литературе появился ряд критических рецензий на отчет комиссии Кондона.

Наиболее резок, но и наиболее обстоятелен был в своей рецензии физик из Аризонского университета Дж. Мак-Дональд. На его взгляд, и отчет, и заключение Национальной академии наук не выдерживают серьезной критики. Комиссия Кондона изучила лишь около 90 сообщений о наблюдениях НЛО (менее 1 % известных к тому времени). Многие из них рассмотрены весьма поверхностно, а некоторые даже неточно описаны. Основное внимание было уделено не

Снимки НЛО, сделанные американским фермером Полом Трентом и Мак-Минвилле (штат Орегон) 11 мая 1950 г. Только эти фотографии среди изученных комиссией Кондона удостоились заключения «вероятно, подлинные»



ответственного за часть сообщений об НЛО, по мнению Хайнека, вполне правомерен. Подобное явление может быть столь же новым и непонятым для современной науки, сколь непонятен был в XIX в. источник энергии Солнца и звезд. Эту концепцию Хайнек впоследствии пропагандировал почти двадцать лет; но для понимания природы НЛО она, по-видимому, оказалась слишком «общей».

наиболее странным, а самым легко объяснимым наблюдениям. Не названы даты, места, имена очевидцев 59 сообщений, что не позволяет провести независимую проверку правильности анализа и выводов. Многие объяснения легковесны и неубедительны. И при всем том более 30 случаев признаны в отчете непонятыми. Почему же, недоумевал Мак-Дональд, Кондон заключил, что дальнейшее научное исследование проблемы НЛО неоправдано?

Результаты работы комиссии не удовлетворили и Дж. А. Хайнека, который счел методологию этого исследования внутренне противоречивой. Прежде всего некорректно было подменять собственно проблему НЛО вопросом о внеземной гипотезе. Как можно решать вопрос о природе явления, не разобравшись предварительно, существует ли оно? Предположим, что НЛО «в

узком смысле» не существуют. Но процент явлений, так и оставшихся в отчете необъясненными, значительно выше, чем в архивах «Синей книги». Вряд ли это может считаться допустимым результатом научного исследования. С другой стороны, на что надеялся Кондон, привлекая к работе группу, не имевшую ровно никакого опыта в изучении сообщений об НЛО? «Свежий взгляд» — недостаточная гарантия обоснованности заключений. В качестве иллюстрации этих тезисов Хайнек привел объяснение одного из рассмотренных в отчете случаев наблюдения НЛО: «Это необычное явление следует отнести к категории... природных феноменов, которые столь редки, что они не наблюдались ни до этого случая, ни после».

Впрочем, сам по себе вопрос о реальном существовании некоего неизвестного природного явления, ответ-

Значительно более конкретную гипотезу о «новом природном явлении» выдвинул специалист по электронике, редактор журнала «Авиэйшн уик энд спейс технолоджи» Ф. Класс. Он полагаю, что практически все «подлинные» НЛО — это плазменные объекты типа шаровых молний, возникающие при коронных разрядах вблизи высоковольтных линий электропередач. Хотя эта гипотеза и вызвала критические отзывы со стороны ряда ученых, она оказалась весьма полезной с точки зрения последующей эволюции проблемы. Класс показал, что вопрос о природе НЛО можно рассматривать и в понятиях «нормальной» физики, не обращая за помощью к внеземлянам или к «принципиально новым» природным явлениям.

Но и внезапная гипотеза к концу 60-х гг. в какой-то мере изменилась. Небольшая статья Дж. Мак-Дональда в журнале «Астронотикс энд Аэронотикс» положила начало несколько более спокойному ее обсуждению на страницах научных изданий. Сам Мак-Дональд был видным специалистом по физике атмосферы и как таковой мог достаточно квалифицированно судить об атмосферных явлениях и процессах. В этом отношении его позиция была более надежной, чем позиция Хайнека, Класса или Мензела. Заинтересовавшись в конце 50-х гг. проблемой НЛО, Мак-Дональд очень детально ее изучил. Он лично опросил сотни очевидцев, прочитал немало сообщений из архивов «Синей книги», посетил десятки мест наблюдений вскоре после появления сообщений о НЛО и в результате пришел к выводу, что наиболее убедительна именно внезапная гипотеза. Можно по-разному относиться к этому заключению, но нельзя не уважать последовательности, открытости и стойкости, с которыми Джеймс Мак-Дональд защищал свою точку зрения. В марте 1966 г. Национальная академия наук одобрила план его работы по изучению проблемы НЛО, и только заключение контракта между ВВС и Колорадским университетом помешало академии перейти от идейной поддержки к практической.

Впрочем, противодействия тоже хватало, и отнюдь не всегда оно сводилось к теоретическим дискуссиям. Тот же Ф. Класс (плазменная теория которого не произвела на Мак-Дональда особого впечатления) сообщил журналисту Джеку Андерсону, что Мак-Дональд якобы потратил на путешествие в Австралию (для опросов очевидцев НЛО) деньги, которые военно-морской флот выделил

ему на изучение совсем другой проблемы. Ревизоры ВМФ не нашли, правда, нарушений контракта, но пятно на его репутации осталось.

В марте 1971 г. в Конгрессе США состоялись слушания на тему о сверхзвуковом пассажирском самолете. Мак-Дональд, занимавшийся по поручению Национальной академии наук вопросом о воздействии этого вида транспорта на состояние атмосферы, заявил, что такой самолет разрушительно влиял бы на озоновый слой, что привело бы ко многим неблагоприятным последствиям. Конгрессмены, выступавшие в поддержку проекта, обвинили Мак-Дональда в некомпетентности, ибо может ли быть компетентным человек, всерьез занимающийся летающими тарелками и маленькими зелеными человечками! Попытки других участников дискуссии, в том числе директора Национального центра атмосферных исследований У. Келлога отстоять репутацию Мак-Дональда как выдающегося специалиста по физике атмосферы были не очень успешны.

Вряд ли этот конфликт послужил единственной причиной самоубийства Джеймса Мак-Дональда в июне 1971 г., но бесспорно, что одной из них. Искреннее желание серьезно разобраться в проблеме НЛО и убедить ученых в необходимости заниматься ею явно противоречило сложившемуся в американском обществе стереотипу восприятия этой проблемы как чего-то среднего между мошенничеством и психозом. Ученые живут не в вакууме, и научное сообщество поворачивалось к проблеме НЛО, преодолевая внутреннее и внешнее сопротивление, не проявляя особой поспешности.

Но все же поворачивалось. В декабре 1968 г. был обра-

зован подкомитет по проблеме НЛО Американского института аэронавтики и аэронавтики (АИАА). Председателем его стал Дж. Кэттнер, специалист по проблемам охраны окружающей среды. В состав этого подкомитета вошли десять ученых и инженеров из различных научно-исследовательских учреждений и аэрокосмических фирм. В конце 1970 г. подкомитет выступил в журнале «Астронотикс энд Аэронотикс» с оценкой состояния проблемы НЛО. Он отверг вывод Кондона о бессмысленности ее дальнейшего научного изучения: «трудно игнорировать небольшой остаток хорошо документированных, но необъяснимых случаев, которые образуют «твердое ядро» проблемы НЛО». Что же касается теорий, то одинаково неразумно утверждать, что внезапная гипотеза «наименее» или «наиболее» вероятна. Оба утверждения отражают только личные мнения их сторонников, а отнюдь не реальные знания. Единственный перспективный путь в исследовании проблемы НЛО — расширять сбор данных объективными методами и углублять их научный анализ, в противном случае поляризация мнений будет возрастать.

В конце 1969 г. в Бостоне состоялся специализированный симпозиум Американской ассоциации содействия развитию науки, посвященный проблеме НЛО. На этом симпозиуме были с достаточной полнотой представлены основные конкурирующие точки зрения на природу НЛО. Положительной его стороной было и малое количество личных выпадов, более чем обычных в «популярных» дискуссиях о НЛО. Даже сейчас, спустя двадцать лет, научный уровень Бостонского симпозиума может служить неплохим ориентиром для исследователей проблемы НЛО.





К середине 70-х годов «переходный процесс», начавшийся работой комиссии Кондона, по существу завершился. К этому времени лишь немногие ученые активно занимались проблемой НЛО, но ее репутация в научном мире в целом заметно улучшилась. Возможно, правда, что следует говорить о «негласной» репутации — индивидуальных мнениях ученых, особо не афишируемых в печати. «Официальная» же оценка проблемы оставалась сугубо отрицательной — американское правительство и большая пресса, если и вспоминали о ней, то преимущественно, чтобы еще раз указать: «вопрос закрыт, см. отчет „Колорадского проекта“». Бульварные же издания, посмеиваясь, печатали время от времени сообщения о «гуманоидах» и «похищениях» — что, конечно, не способствовало повышению ее статуса среди людей серьезных. Тем показательнее результаты опроса, который П. А. Старрок, астрофизик из Стэнфордского университета, провел

Совещание по проблеме НЛО с участием Генерального секретаря ООН, 14 июля 1978 г. Слева направо: Ж. Валле, К. Позр — основатель и первый руководитель французской исследовательской группы ГЕПАН, Дж. Хайнек, К. Вальдхайм

Фото из журнала «Lumieres dans la nuit», 1979, 183

в 1976 г. среди 1356 членов Американского астрономического общества. На вопрос: заслуживает ли проблема НЛО научного изучения? 23 % ответили — «определенно, да»; 30 % — «вероятно, да»; 27 % — «не исключено, что да». В 62 анкетах ученые описали свои собственные наблюдения НЛО.

Впрочем, отношение американских властей к проблеме НЛО также было в какой-то степени двойственным, и официальные заявления не вполне отражали его. Л. Фосетт и Б. Дж. Гринвуд в книге «Явный умысел» приводят анкету, разработанную в

1977 г. Североамериканским командованием аэрокосмической обороны (НОРАД) для описания наблюдений НЛО и всех сопутствующих им обстоятельств. Радиолокаторы НОРАД держат под постоянным контролем воздушное пространство Северной Америки и ближний космос, но в анкете речь идет именно о визуальных наблюдениях случайных очевидцев. Если учесть, что «некоррелированных наблюдений» или неопознанных целей хватает и в радиодиапазоне, такая тщательность может показаться излишней.

Зафиксировано немало случаев появлений НЛО вблизи военных объектов. Так, в конце октября — начале ноября 1975 г. подобные наблюдения были сделаны на авиабазах Лоринг (штат Мэн), Вюртсмит (штат Мичиган), Мальмстром (штат Монтана) и Фолконбридж (в Канаде). В Лоринге низколетящий объект приблизился к складу ядерного оружия на расстояние около 100 м. НЛО наблюдался и визуально, и на экранах локаторов. По своим



размерам и динамическим характеристикам он напоминал вертолет (парил, двигался вертикально вверх и вниз), но внешне был подобен удлинённому эллипсоиду красновато-оранжевого цвета. Похожий объект две недели спустя появился над стартовой позицией межконтинентальных ракет «Минитмен» на мольмстромской базе. При попытке перехватить его он поднялся до высоты 60 км и там исчез с экранов радиолокаторов. Утверждается, что бортовой компьютер одного из «Минитменов» во время этого эпизода спонтанно перенацелил боеголовку ракеты.

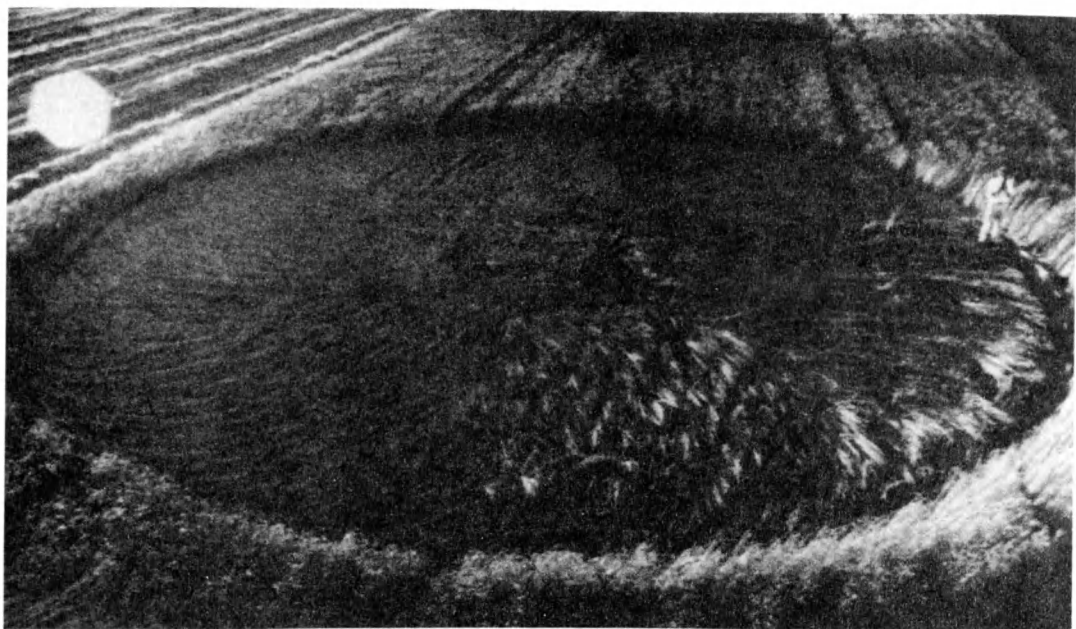
Сообщения о новых наблюдениях НЛО в 1975—1976 гг. заметно оживили деятельность американских любителей-уфологов. К этому времени НИКАП практически прекратил свое существование. АПРО сосредоточилась на детальном изучении отдельных случаев наблюдений НЛО и склонности

Заседание Специального политического комитета ООН на 33-й Генеральной Ассамблее 8 декабря 1978 г., посвященное проблеме НЛО. Этот вопрос рассматривался по инициативе тогдашнего премьер-министра Гренады Э. Гейри. В результате обсуждения государствам-членам ООН рекомендовано «предпринять шаги для координации исследований по проблеме внеземной жизни, включая неопознанные летающие объекты»

к публичным дискуссиям не проявляла. Возникшая в 1969 г. Всеобщая (поначалу — Среднезападная) сеть НЛО (МУФОН) только набирала силы, организуя свои отделения в различных штатах. Но две другие любительские организации — «Наземное слежение за „блюдцами“» (ГСВ) и «Граждане против НЛО-секретности» (КАУС), еще не растратившие своих сил в полемике с властями и прессой, рвались в бой.

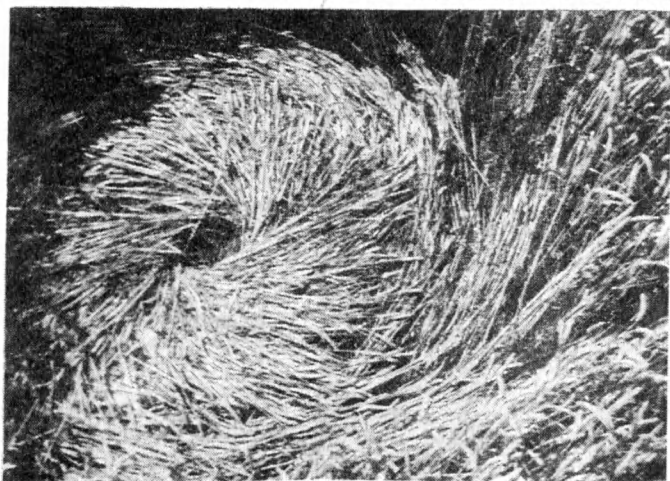
Используя принятый в 1974 г. закон о свободе информации<sup>1</sup>, они потребовали от ВВС, ЦРУ, НОРАД, Агентства национальной безопасности (АНБ) и ряда других правительственных служб рассекретить и передать им для публикации документы, имеющие отношение к проблеме НЛО. После длительной тяжбы в судах разных инстанций любители получили в свои руки некоторые из этих документов (преимущественно те, о существовании которых уже было известно). ЦРУ поделилось информацией весьма скупо, АНБ же просто отказалось что-либо сообщать, и Верховный суд США счел этот отказ обоснованным.

<sup>1</sup> Строго говоря, этот закон был принят американским Конгрессом еще в 1966 г., но только поправки 1974 г. сделали его в какой-то мере эффективным.



Любопытно, что, изучив полученные документы, ГСВ и КАУС пришли к диаметрально противоположным выводам о сути содержащейся в них информации. «Граждане против НЛО-секретности» сочли, что она подтверждает взвешанную гипотезу. Напротив, по мнению «Наземного слежения за „блюдцами“», рассекреченные документы свидетельствуют, что взвешанная гипотеза неверна, а «те немногие подлинные „тарелки“, которые наблюдались за последние сорок лет, представляли собой испытания секретной техники».

Итак, к концу 70-х — началу 80-х гг. три главных действующих лица американской уфологической драмы — военные, ученые и любители — заметно обновили свои роли. Военные сняли с себя ответственность за исследование проблемы НЛО, и свой интерес к отдельным случаям наблюдений «тарелок» объясняли только лишь задачами обороны. Ученые, стараясь держаться, как и раньше, на некотором расстоянии от проблемы, уже не были столь единодушны в отрицательном отношении к



ней. Любители забыли о былых упованиях на милости Конгресса и правительства и принялись, с одной стороны, вытягивать из официальных инстанций интересующие их сведения, а с другой — детально разбираться в отдельных наиболее примечательных случаях наблюдений НЛО. При этом они все чаще стали прибегать к помощи ученых-консультантов, интересующихся проблемой достаточно активно, чтобы посвящать ей часть своего свободного времени. Поскольку обычно эти ученые консуль-

«Таинственные круги» полегания хлебов на юге Англии. В прошлом году зафиксировано до 250 таких случаев. Характерно, что стебли всегда надламываются строго по ходу часовой стрелки или против него. Четко обозначенные, идеально круглой формы, диаметром до 50 м участки, как считают сторонники взвешанной гипотезы, могут быть местами посадки «летающих тарелок». По их мнению, об этом же свидетельствует частое совпадение по месту и времени появления кругов и ряда труднообъяснимых инцидентов, таких, например, как аварии одиночных автомобилей на пустынных дорогах

Фото из журнала «Stern»

тировали любителей в областях, где были специалистами, они вносили в уфологию что-то от методов и норм науки; но это «что-то» не могло радикально повлиять на уже сложившиеся уфологические методы — далекие от научной строгости. Кроме того, контакты с любителями оставались в глазах большей части научного сообщества и, что важнее, в глазах научного истеблишмента довольно предосудительными. Нужен был механизм, позволяющий объединить «усилия сторон» или хотя бы ослабить противоречия между ними.

Основы такого механизма были заложены еще в 1974 г. созданием в Нортфилде (штат Иллинойс) Центра по изучению НЛО (КУФОС), который в 80-х гг. развернул активную деятельность в этой области. Его первый руководитель — Дж. А. Хайнек — утверждал, что Центр был организован по причине бездействия официальных органов в отношении неожиданной «волны» наблюдений НЛО в 1973 г. и призван объединить «ученых и других

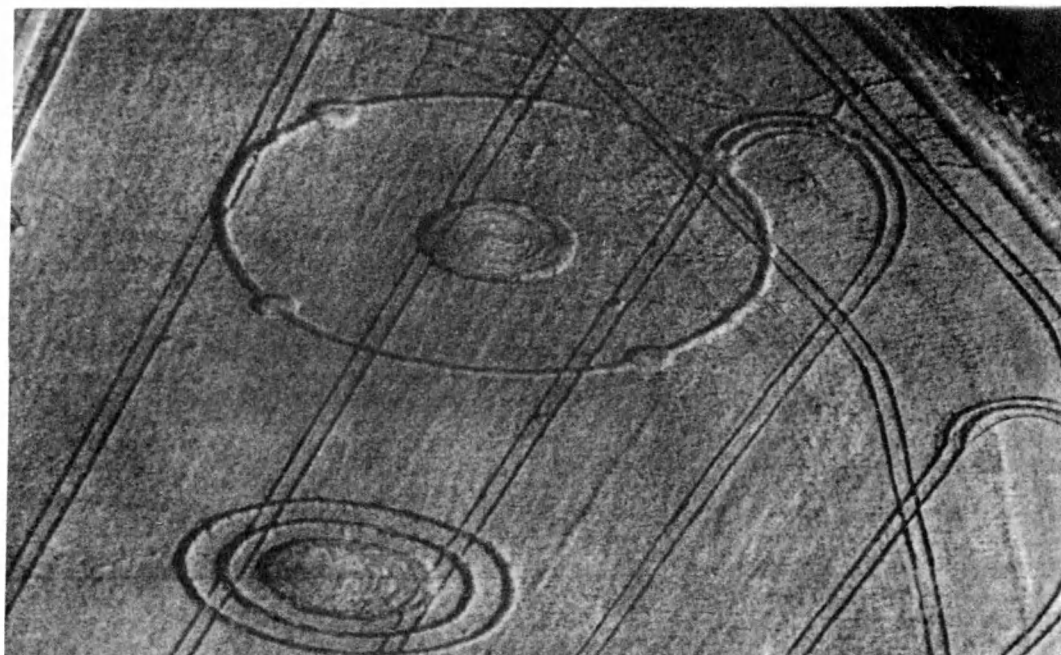
специалистов, желающих больше знать о феномене НЛО и разобраться в его природе». Основные направления работы КУФОС — анализ почвы и растений, подвигшихся физическим воздействиям со стороны НЛО; медико-биологические исследования людей и животных, оказавшихся в аналогичной ситуации; изучение физики движения и свечения НЛО; исследование психологии очевидцев появления НЛО; поиск способов получения качественных фотографий и спектрограмм этих объектов.

В организации полевых исследований КУФОС сотрудничает с любителями из МУФОН. Но основные источники информации о наблюдениях для Центра — ФБР, Федеральная авиационная администрация и ряд других правительственных и коммерческих организаций. Для оперативной связи с Центром из любой точки США действует круглосуточный бесплатный телефонный канал.

С 1976 г. КУФОС проводит регулярные конференции,

труды которых публикуются. Кроме того, Центр выпускает бюллетень «Международный информатор по НЛО» и ежегодник «Журнал исследований НЛО». Время от времени в свет выходят монографические работы, посвященные результатам исследований различных сторон проблемы НЛО.

Первоначально Дж. А. Хайнек рассчитывал, что за несколько лет сотрудники КУФОС смогут прийти к однозначному выводу о природе «феномена НЛО». В действительности все оказалось сложнее, и полтора десятилетия существования Центра — тому доказательство. Эпоха «бури и натиска» сменилась относительно спокойным изучением проблемы, и горячие дискуссии, вспыхивающие иногда (так сказать, по старой памяти) на страницах популярных изданий, уже не отражают наиболее существенных моментов исследований. Держась в стороне от все еще тлеющей полемики, специалисты пытаются разложить феномен НЛО на составляющие, которые позволили бы применить



строгие научные методы исследования. Такое «аналитическое разложение» сложно и само по себе; но еще сложнее обратный процесс — из очищенных и детально изученных составляющих попытаться построить целостную концепцию явления или хотя бы наиболее существенной его части.

После первых бурных десятилетий своего развития проблема НЛО вышла на своеобразное «плато». Сенсационные сообщения об инопланетных кораблях уже ничего не добавляют к имеющемуся массиву данных и оставляют равнодушной читающую публику. Исследования узких вопросов, относящихся к проблеме НЛО, также не вызывают особого интереса. С другой стороны, в глазах научного сообщества они все еще в основном ассоциируются с «кораблями».

Сказанное верно в первую очередь для ситуации, сложившейся в Соединенных Штатах Америки. Мы не случайно излагали историю проблемы на примере этой страны. Феномен НЛО, конечно, не является столь локальным, но ранняя история проблемы НЛО — это прежде всего американская история. До середины 70-х гг. другие страны воспринимали эту проблему сквозь призму идущей в США околотарелочной свары, в той или иной мере отражая и воспроизводя ее особенности на своей почве.

Во Франции, к примеру, еще в 1954 г. (после волны наблюдений НЛО) руководство ВВС распорядилось создать специальный отдел для анализа сообщений о таких наблюдениях. Как заявил в 1974 г. французский министр обороны Р. Галлей, архивы его министерства содержат сведения о достоверных и необъяснимых наблюдениях странных объектов военными летчиками, командирами

военно-воздушных баз, жандармами и т. д. Тем не менее, довольно длительное время официальные инстанции этой страны отрицали реальность таких наблюдений — в полном соответствии с методикой «Синей книги». Уже в 50-е гг. во Франции возникло несколько любительских групп, защищавших внезапную гипотезу и пытавшихся бороться с официальной точкой зрения. Некоторые из них существуют до настоящего времени — собирают информацию о наблюдениях НЛО, проводят полевые исследования отдельных случаев, публикуют в своих журналах и бюллетенях описания наблюдений и результаты исследований, а также обзорные статьи по различным аспектам проблемы.

Однако, в отличие от США, Франция официально признает наличие проблемы и финансирует научное исследование вопроса о природе НЛО. По решению руководства Национального центра космических исследований — КНЕС, в мае 1977 г. в Тулузском космическом центре создана Группа по изучению неопознанных аэрокосмических явлений (ГЕПАН). Ее сотрудники собирают сведения о наблюдениях НЛО, уделяя особое внимание радиолокационным наблюдениям и физическим следам «посадок», эти данные анализируются и вводятся в ЭВМ для дальнейшей статистической обработки. В среднем остается 20—25 % сообщений информативных и непонятных.

Основные источники информации для ГЕПАН — национальная жандармерия, гражданская авиация и ВВС. Группа получает приблизительно 100—200 сообщений в месяц и при необходимости проводит исследования на местах. Ей помогают лаборатории Национального центра научных исследований,

Национальной метеорологической службы, Института агрохимических исследований и ряда других научных учреждений. На сегодняшний день французские ученые располагают не только обширным массивом сообщений о наблюдениях НЛО, но и результатами серьезных исследований в этой области. Показательно, однако, что они не спешат заявлять об «окончательном решении» проблемы НЛО.

Третья «ведущая уфологическая держава» (после США и Франции) — Китай. Долгое время особого интереса к этой проблеме там не проявляли. Но в 1980 г. при Китайском футурологическом обществе создана «Исследовательская организация по НЛО» (КУРО), руководимая астрофизиком Чжа Ле Пин-ном. Количество ее членов в 1984 г. достигало 500 человек, и они проживали в 24 провинциях, городах и автономных районах Китая. Основная задача организации — собирать и анализировать сообщения о наблюдениях НЛО над территорией КНР. К 1981 г. КУРО располагала сотней сообщений, а осенью 1983 г. — уже тремя тысячами.

Региональные центры КУРО созданы при официальных организациях — академиях, технологических институтах, воинских частях. С февраля 1981 г. организация издает свой «Журнал исследований НЛО» тиражом 300 тыс. экземпляров.

Наконец, несколько слов о ситуации с проблемой НЛО в нашей стране. Эта тема заслуживает отдельного разговора, мы вынужденно ограничимся здесь самой общей характеристикой, оставив детальный анализ на будущее.

Долгое время проблема НЛО фигурировала в советской прессе лишь как предмет насмешек. По-видимому, первое официальное



# Radar check fails to back UFO sighting

By Marilyn Adams  
USA TODAY

A federal probe of a UFO encounter over Alaska has run out of leads — but UFO buffs insist otherwise.

The Federal Aviation Administration said Tuesday that inspectors found no radar blip of a giant object like a Japan Air Lines 747

jet for 506 miles Nov. 17. The fading remains there's no independent evidence of the crew's sighting of a walnut-shaped object the size of two aircraft carriers with wavy, lag, yellow-white lights, traveling with two smaller objects. Earlier, the agency reported a controller in Anchorage saw two radar images — one for the jet and one for a large ob-

ject the crew said paralleled them for 35 minutes. FAA investigators interviewed pilot Kenji Teruchi and his copilot in Anchorage. The jet carried French wives and no passengers. Analysis of the electronic radar record shows both images are the 747 — one from the FAA radar signal and one from the jet's transponder, FAA

spokesman Paul Strucke said. The Air Force has dismissed a blip on its radar at Elmendorf Air Force base as "transponder clutter." Through the crew's credible lack of a radar record "won't make it as strong a case as it was," said Walter Anderson, director of the Mutual UFO Network in Sigbee, Texas. Still, "right now we consider this

one worthy of a lot of work." Said Richard Blaise, a NASA official who researches UFO sightings in his spare time: "This has some interesting dimensions, but it's a typical encounter." Said Strucke: "We told the crew's sighting seriously. I think they saw what they saw. What the phenomenon is that caused it, we don't know."

The Japan Times

Wednesday, January 14, 1987

Page 3

## JAL Pilot Reports Second Sighting of Unidentified Flying Object

ANCHORAGE, Alaska (AP) — A Japan Air Lines pilot who said his cargo jet was shadowed by a huge unidentified flying object over Alaska in November has reported another sighting.

Capt. Kenji Teruchi and his copilot reported the sighting of lights Sunday morning while on a flight from London to a refueling stop in Anchorage.

His statement to the control was irregular lights, looks a spaceship," said Federal Aviation Administration A spokesman Paul

Sunday's sighting: light reflecting off crystals in the atmosphere.

Teruchi, a veteran pilot, told the FAA he saw the lights twice Sunday, once for about 20 minutes and again for about 10 minutes as his plane flew at 11,200 meters, Strucke said.

The plane's copilot reported seeing the lights, Strucke said, but the flight engineer, who sits farther back in the cockpit, "indicated he was uncertain whether he saw any lights."

Teruchi did not return a telephone message left for him Monday at the JAL office in Anchorage.

Both the November sighting and the Sunday sighting were near Fort Yukon, but there were few other similarities, Strucke said.

"The second sighting doesn't seem at all like the first one," he said. On Nov. 17, Teruchi reported that two bright lights

just as wide as two aircraft carriers passed end-to-end followed his JAL Boeing 747 cargo plane for more than 40 km as it flew to Anchorage from Iceland. The lights stayed with the plane even when they changed altitude and even when the action, Teruchi had said.

In the sighting, the pilot said, a smaller radar blip appeared on the plane's weather radar and may have appeared on FAA radar, but there was nothing shown on radar," he said.

Today, Strucke said, he has reviewed the November Anchorage air traffic spotted what they spotted with a split image of a trail caused by a "with the plane's" under, Strucke

spokeman Paul Strucke said there is an easy explanation for

with the plane's

Air Force and civilian flight controllers reported briefly seeing echoes of what might have been another craft covering the period were relayed by FAA inspectors, Strucke said. The Air Force, he added, could not be found. The supposed radar sightings to "clutter."

A mystery: Approaching Fairbanks, Teruchi steered his plane in a 360-degree circle, but the object stayed with him, finally disappearing as the 747 approached Anchorage. FAA officials interviewed the crew on the ground and found them, Strucke's words, "professional, rational, well-trained people." The FAA confirmed the incident after inquiries from a relative of one of the crewmen. But it's "implying it to the sighting," he said. "It's implying it to the sighting," he said. "It's implying it to the sighting," he said.

### eb. Meet

Summary:

## Strange Encounter Over Alaska

Was an FAA-confirmed sighting really a UFO?

It was big—bigger than anything known according to an experienced pilot. It was as little as eight feet across, but fast enough to disappear in a heartbeat.



It was big—bigger than anything known according to an experienced pilot. It was as little as eight feet across, but fast enough to disappear in a heartbeat.

упоминание о ней содержится в речи М. Г. Первухина на торжественном заседании 6 ноября 1952 г., когда он под веселое оживление присутствующих заметил, что американцам уже стали мешаться в небе «летающие тарелки» и «зеленые огненные шары».

Понятно, что такое высказывание не могло быть расценено иначе, как директивное указание, и интерес к проблеме НЛО в 50-е гг. у нас в стране проявлялся слабо. Тем не менее, в конце этого десятилетия отдельные энтузиасты начали собирать сведения о наблюдениях НЛО и выступать с лекциями. Ученые, обеспокоенные создавшимся положением, к сожалению, неверно оценили его и вместо того, чтобы предложить обществу результаты квалифицированных исследований проблемы, принялись бороться с самим интересом. Был опубликован перевод книги Д. Мензела

«Летающие блюдца» (довольно парадоксальный шаг, учесть обстоятельства ее выхода в США) и несколько статей в газетах и журналах, разоблачающих шумиху вокруг НЛО как один из вариантов массового психоза.

Однако эти публикации имели результат, обратный ожидаемому, и в целом стимулировали «любительский» интерес к проблеме НЛО. Отечественные любители, в отличие от зарубежных, не располагали, правда, печатными органами для обмена информацией и споров с официальной точкой зрения, но также ориентировались на внемлемую гипотезу и видели свою основную задачу в поиске доказательств ее справедливости.

Конечно, тяга к любительству, к самостоятельности в условиях тотальной заорганизованности общественной жизни понятна и даже вызывает симпатию. Но об-

ратная сторона этого поиска свободы — свобода и от методологических норм науки, а равным образом — от ее познавательных возможностей. Конечно, это скорее беда, чем вина любителей, но факт остается фактом: в 70-е гг. «феномен НЛО» и в нашей стране приобрел преимущественно социально-психологический характер и существовал как некий «слух» в массовом сознании. Наука же была занята более серьезными проблемами и не видела необходимости особого внимания к столь сомнительному вопросу. Основания для такого отношения многие ученые черпали из отчета комиссии Кондона.

Следует заметить, что появляющиеся в последнее время утверждения о «режиме наибольшего благоприятствования», которым якобы пользовались в период застоя разные скандальные темы (экстрасенсы, снежный человек, чудовище озера

Лох-Несс и не в последнюю очередь НЛО), неверны. В принципе это было бы логично, поскольку могло в определенной мере отвлекать массы от провалов в жизненно важных областях. Но историческая реальность оказалась более сложной: застой 70-х гг. не в последнюю очередь связан с расцветом интеллектуальной трусости и догматизма. Понятно, что любая аномалия (даже «физическая»; и тем более — носящая в значительной степени социально-психологический характер) ставит под вопрос «норму» текущего существования, а потому является «априорно подозрительной». Взвешенные публикации по проблеме НЛО если и появлялись в тот период, то не благодаря, а вопреки господствовавшему ориентирам.

К началу 80-х гг. стало, однако, ясно, что «простое отрицание» проблемы НЛО уже «не работает» и никого не убеждает. Оно должно быть во всяком случае диалектическим — учитывающим объективную составляющую проблемы и ее реальное место в обществе.

В связи с этим в организациях Отделения общей физики и астрономии АН СССР были начаты исследования физической природы атмосферных и космических явлений и процессов, которые могут восприниматься наблюдателями как аномальные.

Несколько позже «научно-ориентированные» любители объединились в Комиссии по аномальным явлениям при Комитете по проблемам охраны окружающей природной среды Всесоюзного совета научно-технических обществ (ВСНТО)<sup>2</sup>.

Сейчас уже понятно, что псевдонаучные вымыслы и откровенные суеверия, связанные с НЛО в массовом сознании, во многом обязаны своим существованием страховой политике предыдущих десятилетий. Сделаны первые шаги для преодоления ее последствий. Плюсы и минусы текущей ситуации хорошо видны на примере междисциплинарной научно-технической школы-семинара «Непериодические быстропротекающие явления в окружающей среде», состоявшейся в мае 1988 г. в Томске. Вопрос о существовании и природе аномальных явлений был одним из нескольких, обсуждавшихся там. Научный уровень докладов отличался значительной неоднородностью, но в то же время было заметно стремление к серьезному разговору по существу проблемы.

Итак, какие выводы можно сделать из сорокалетней истории научных (и совсем не научных) исследований (и псевдоисследований) проблемы НЛО? За эти годы она была предметом (и преимущественно) полемики, и «попыток изучения» со стороны военных, ученых и любителей, а также довольно широкой популяризации со стороны журналистов. Тем не менее, проблема не только не была решена, но по существу еще даже не поставлена в соответствии с ее природой — в единстве физического, социального и психологического аспектов. Исследователи только начинают осознать необходимость такой междисциплинарной постановки.

Однако кое-что стало ясным именно как следствие этого «отрицательного результата». Тут и неверность расчетов на самоисчезновение феномена НЛО как психоза, и ложность надежды на возможность быстрого

решения проблемы с позиций априорно выдвигаемых гипотез, и необходимость профессионализма в исследовании — т. е. привлечения к этой тематике достаточно устойчивого внимания науки. Наконец, за сорок лет накопился обширный массив весьма неоднородных эмпирических данных — трудно сказать, насколько представительный, чтобы судить об «объективной составляющей» феномена НЛО, но вполне достаточный, чтобы судить о том, в каких формах, понятиях, образах он воспринимается очевидцами.

## ОТ РЕДАКЦИИ

В адрес журнала приходят письма с описаниями случаев наблюдения НЛО. В связи с этим сообщаем адрес, куда следует направлять информацию о различных странных явлениях и где будет дана оценка их научной значимости:

117901 ГСП, Москва, Ленинский проспект, 14, Академия наук СССР, Экспертная группа по аномальным явлениям при Отделении общей физики и астрономии.

**Проблема неопознанных летающих объектов по-прежнему остается в поле зрения «Земли и Вселенной», вскоре читатели журнала смогут познакомиться с новыми публикациями, посвященными ей.**

<sup>2</sup> Теперь СНИО — союз научных и инженерных обществ.

## **Излучение Солнца и тектоника Земли**

**В. С. ПОНОМАРЕВ,**  
кандидат физико-математических наук  
Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта АН СССР

---

Земная кора почти на 92% состоит из кислорода. Данные о геологическом прошлом Земли показывают, что эта окисленная оболочка постепенно росла, распространяясь от поверхности планеты на большие глубины. Однако до сих пор не известны химические реакции, благодаря которым так сильно обогащалась кислородом наша планета.

В. И. Вернадский высказал и обосновал точку зрения: избыток свободного кислорода вырабатывается растениями в процессе фотосинтеза. Впоследствии нашли, что свободный кислород образуется и при фотодиссоциации водяного пара в верхних слоях атмосферы. Таким образом, обнаружилось два естественных процесса получения свободного кислорода, и оба они осуществляются за счет **лучистой энергии Солнца.**

По представлениям советских ученых Н. В. Белова и В. И. Лебедева, солнечная энергия аккумулируется веществом Земли также в зоне выветривания земной коры при превращении полевых шпатов в глины. Опускание глин на значительные глубины вызывает перестройку структуры гидрати-

**Тектонические движения Земли — очевидное выражение ее неравновесного состояния. Что же нарушает равновесие! Одна из основных парадигм современной геологии диктует: нарушение равновесия Земли происходит глубоко в ее недрах, и тектонические процессы, формирующие лик нашей планеты, черпают энергию главным образом из глубинных эндогенных источников.**

**Но равновесие Земли существенно образом нарушает и ее связь с космосом. По существующим оценкам, получаемая Землей из космоса энергия (в основном за счет излучения Солнца), более чем тысячекратно превышает тепловой поток, поступающий к поверхности из недр планеты. И естественно предположить, что определенная часть такой огромной энергии расходуется в ее тектонических процессах.**

**Как же солнечная энергия может «закачиваться» в недра Земли! Об одном из возможных механизмов этого процесса — механизме изостатической компенсации — и рассказывает статья.**

зированных минералов, и в результате выделяется тепло. Таким образом, глинистые минералы, играя роль своеобразного горючего, вносят вклад в энергоснабжение тектонических процессов.

Есть еще один механизм «использования» солнечной энергии тектоническими процессами — **механизм изостатической компенсации.** Хотя он и достаточно очевиден, но в литературе до сих пор почти не обсуждался. Посмотрим, как действует этот механизм.

### **ИЗОСТАЗИЯ ЗЕМЛИ**

Исследователи прошлого считали, что горные системы — некая добавочная масса, нагроможденная на поверхность земной коры, и что она, в соответствии с законом тяготения, должна притягивать к себе другие массивные тела, например измерительный отвес. Но когда попытались проверить это на опыте, отвес вел себя так, будто никаких гор вообще не существует. Первым это явление обнаружил французский ученый П. Буге, измерив в 1749 г. силу тяжести у подножья горы Чимборасо в Андах.

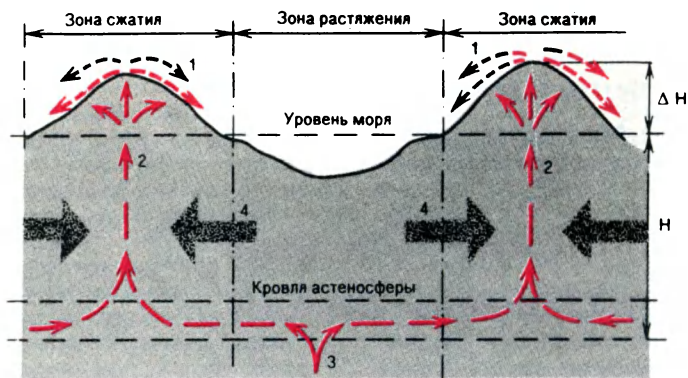


Схема взаимодействия изостатических ячеек, 1 — литодинамические потоки, транспортирующие продукты разрушения горных сооружений; 2 — восходящие ветви компенсационных потоков; 3 — подток глубинного мантийного вещества и горизонтальные течения вещества в астеносфере; 4 — горизонтальные перемещения литосферных плит, увлекаемых течениями вещества в астеносфере

В 1772 г. англичанин Г. Кавендиш объясняет эффект «отсутствия гор» пониженной плотностью вещества под горными сооружениями. Из этой идеи и развились впоследствии представления об **изостазии** (Земля и Вселенная, 1970, № 3, с. 26. — Ред.). Если поверхностные слои Земли мысленно расчленим на одинаковые по размерам блоки, скажем, в сотни километров в поперечнике, массы таких блоков окажутся повсюду одинаковыми, независимо от того, будут ли на их поверхности горы, равнины или океанические толщи (само слово «изостазия» в переводе с греческого означает «равновесие»).

Если бы равновесие в теле Земли устанавливалось в процессе ее эволюции и существовало «от века», явление изостазии не казалось бы столь удивительным. Но равновесие непрерывно нарушается: экспансия оледене-

ний сменяется их деградацией, вулканы извергают пепел, который разносится по всему земному шару, одни водоемы высыхают, другие возникают. Но особенно грандиозны масштабы перераспределения вещества за счет разрушения гор деятельностью воды и льда и последующей транспортировки продуктов разрушения в бассейны, где накапливаются осадки.

Как же устроена «следящая система», тот компенсационный механизм в недрах планеты, который чутко реагирует на отклонения от равновесия и быстро их устраняет? В прошлом геологи полагали, что земная кора плавает на «океане» расплавленной магмы. Механизм изостатической компенсации представлялся им весьма простым: жидкое подкорое вещество из одних мест, где груз коры возрастает, перетекает в другие, где кора становится легче. Позднее, однако, выяснилось, что толщи субстрата, подстилающие земную кору, не жидкое, а твердое вещество. Тогда и возникло предположение, на котором теперь основаны все схемы изостазии: в этом твердом веществе должны быть слои **размягченного вещества**, способного течь под действием разности давлений. Вскоре удалось доказать, что такие размягченные слои действительно существуют.

Главнейший из них, расположенный под континентами на глубине около 100 км, получил название **астеносферы** (Земля и Вселенная, 1978, № 5, с. 36. — Ред.).

Процесс изостазии напоминает перетекание жидкости в сообщающихся сосудах, где каналом сообщения служит астеносфера, а самими сосудами — нагружаемые и, наоборот, теряющие массу блоки литосферы. Когда горное сооружение теряет массу, снизу к его основанию устремляется размягченное вещество из астеносферы, которое и компенсирует дефицит. Избыток же массы то же самое астеносферное вещество вытесняет из-под основания литосферы, и она прогибается, подобно погружающемуся в воду тяжело нагруженному плоту. В целом же вещество, перетекая от мест с повышенным давлением, вместе с литодинамическим потоком (веществом, транспортируемым по земной поверхности) создает **замкнутый кругооборот**. И этот кругооборот приводится в движение экзогенными факторами, то есть в конечном счете теми процессами, которые снабжаются поступающей от Солнца энергией.

Сейчас полагают, что компенсационные течения возможны и в других ослабленных слоях, в том числе и в самой земной коре.

## ИЗОСТАТИЧЕСКАЯ ТЕКТОНИКА

Простота механизма нарушения и восстановления изостазии постоянно привлекала внимание исследователей. Почти сто лет назад высказывалось мнение, что механизм изостатической компенсации — главная причина горообразования и горизонтальных движений земной поверхности. И действительно,

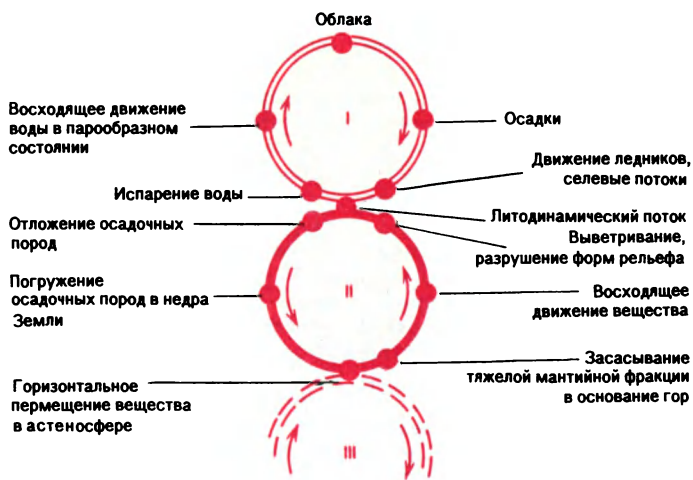


подток компенсирующего вещества в основании горной системы означает приращение ее высоты, внешне не отличимое от чисто тектонического воздымания.

Столь же логично из схемы изостазии следуют и горизонтальные перемещения земной поверхности — литосферные плиты «плавают» на веществе астеносферы, увлекаемые его течениями. Поскольку глубинные потоки компенсирующего вещества направлены в сторону размываемых горных сооружений, в ту же сторону движутся и плиты литосферы. Подходя к горному сооружению с разных сторон, они создают в нем горизонтальное сжатие, в результате образуются складки, развиваются разного рода тектонические покровы, тектоническое скупивание горных масс.

Таким образом, постоянно возникающий дефицит массы горная система восполняет «засасыванием» вещества из астеносферного слоя. Однако емкость этого слоя не бесконечна, и потому вещество астеносферы не только перераспределяется непосредственно под горной системой, но подтекает и из окрестных областей. Другими словами, каждая горная система имеет свой собственный бассейн «захвата» астеносферного вещества. Вместе с окружающим ее подземным бассейном она представляет собой как бы автономную **изостатическую ячейку**, которая характеризуется системным единством протекающих в ней процессов. Все вместе изостатические ячейки образуют сложную динамическую систему, в ней каждая ячейка конкурирует с соседними в борьбе за захват астеносферного вещества.

Компенсационные течения направлены в сторону их активных центров (разрушаемых положительных форм



рельефа), то есть в разные стороны от границы, разделяющей каждую пару изостатических ячеек. Так что в этих пограничных зонах возникает горизонтальное растяжение, не отличимое по своим внешним проявлениям от тектонического растяжения.

Сбалансированность изостатических ячеек можно видеть в структурных комплексах Земли, сочетающих зоны сжатия и растяжения — тектонических антиподах. Например, сжатие и воздымание Енисейской зоны сопровождается растяжением и проседанием Ангаро-Тунгусской, поднятие хребтов Кавказа — прогибанием Индоло-Кубанской зоны.

Масштабы подобных структурных комплексов могут быть различными, они зависят от глубины, на которой располагаются слои с пластичными свойствами. В свою очередь, подвижность вещества в разных структурных этажах литосферы также зависит от различных причин. В верхних слоях земной коры, например, она объясняется наличием гипсовых прослоек. Локальные изостатические эффекты может вызывать даже переток грунтовых вод — таков, в частности, механизм проседания

Взаимодействие кругооборотов воды (I), вещества, вовлеченного в изостатические движения (II), и глубинного мантийного вещества (III). Подобно тому, как вода в разных ветвях своего кругооборота испытывает многообразные преобразования (вода, пар, лед, снег, иней и так далее), вещество Земли, вовлеченное в изостатическую циркуляцию, испытывает еще более сложные и разносторонние преобразования. Не исключено, что изостатическая циркуляция (II) приводит в движение кругооборот вещества еще более глубоких недр нашей планеты

почвы под тяжестью крупных гордов.

Изостатические ячейки на предельном уровне генерализации — это континенты с океаническими окраинами, разграниченные между собой глобальной системой рифтов.

## ВЕЩЕСТВО В ИЗОСТАТИЧЕСКОМ КРУГОВОРОТЕ

Известно, что вода в своем земном кругообороте испытывает многообразные превращения — снег, дождь, туман, град. Подобное изобилие структурных модификаций отнюдь не игра случая, не произвольное формирование природы: различные



состояния воды соответствующим условиям, в которых она находится в данное время и в данном месте. Важнейшие параметры состояния этих термодинамических условий — температура и давление.

В геологической среде, кроме температуры и давления, одним из определяющих параметров состояния является химический потенциал. Вовлекаясь в изостатический кругооборот, вещество попадает в разные термодинамические условия. При восходящем движении под горными сооружениями — в условия постепенного снижения давления (вплоть до давления в одну атмосферу при выходе вещества на дневную поверхность). Нисходящее движение вещества, напротив, протекает при все возрастающем давлении.

Способы осуществления структурной модификации многообразны, это — и метаморфизм, и фазовые и полиморфные преобразования, и геохимические реакции, и перекристаллизация... Но в каждом случае направленность их вполне определена. Так, с ростом температуры и давления, что соответствует нисходящему движению, они направлены на образование модификаций вещества с более плотной упаковкой его структурных элементов (минеральных зерен, молекул, атомов) и, соответственно, с его более высоким удельным весом. При восходящем же движении, в условиях охлаждения, снижения температуры и более кислой среды, наоборот, вещество становится легче, разуплотняется.

В нынешних классических схемах изостазии обычно не учитывается изменение объема при изостатической циркуляции литосферного вещества. Попытка же учесть это изменение показала весь-

ма значительную его роль в формировании рельефа земной поверхности. Проиллюстрируем это несложными расчетами.

Допустим, в результате эрозии и смыва пород высота горного сооружения уменьшилась на 1 км. Образовавшийся дефицит массы запускает в действие механизм изостатической компенсации. Если плотность эродируемой легкой фракции равна  $2,6 \text{ г/см}^3$ , а плотность тяжелой —  $3,25 \text{ г/см}^3$ , то чисто изостатическое восстановление высоты горного сооружения составит произведение из высоты приращенного горного сооружения и отношения плотностей легкой и тяжелой фракции, то есть 0,8 км. Исходная высота гор была бы восстановлена полностью, если бы разуплотнение компенсирующего вещества обеспечило приращение высоты гор еще на 0,2 км.

Каким для этого должно быть разуплотнение? Пусть  $H$  — мощность слоя (высота «столба») вещества, в котором происходит разуплотнение, а  $H_{\text{рпл}}$  — приращение высоты за счет разуплотнения. Тогда относительное приращение мощности слоя за счет разуплотнения (в процентах) можно определить из выражения:

$$\delta = \frac{H_{\text{рпл}}}{H - H_{\text{рпл}}} \cdot 100 \%$$

Из этого выражения трудно вычислить, что если, например, разуплотнение происходит во всем литосферном слое ( $H=100 \text{ км}$ ), то для восстановления исходной высоты гор, эродируемых на 1 км, требуется разуплотнение этого слоя на 0,2%. При  $H=30 \text{ км}$  — на 0,67% и так далее.

Очевидно, что если разуплотнение вещества, вовлеченного в компенсационное движение, превышает указанное значение, то это обеспечит не только восста-

новление исходной высоты гор, но и их дальнейший рост. Но реально ли разуплотнение вещества на такую величину? Дело в том, что многие процессы в Земле сопровождаются гораздо большим приращением объема исходной массы вещества — на проценты и даже на десятки процентов! Таковы, например процессы гнейсификации, гранитизации, ангидритизации, серпентинизации...

Конечно, процессы, возбуждаемые на разных уровнях литосферной оболочки, будут разными. Но при всем их многообразии, они обязательно будут направлены на образование менее плотного вещества, поскольку возбуждаются общим снижением давления. Точно так же прогибания, образующиеся при нисходящем движении вещества, должны дополнительно углубляться еще и за счет различных преобразований вещества, ведущих к его уплотнению. Таким образом, изостатическая циркуляция, кроме своего «прямого назначения», увеличивает к тому же и контрастность рельефа Земли, вовлекая ее вещество в пульсирующие изменения объема.

Изостатической циркуляции присущи черты систем, способных работать в режиме самовозбуждения. Принципиальная схема работы этого своеобразного изостатического движителя такова. Лучистая энергия Солнца вызывает кругооборот воды. Его нижняя, наземная ветвь — литодинамический поток — нивелирует, сглаживает рельеф земной поверхности, стремясь придать ему равновесную форму. Но в процессе достижения равновесия по рельефу нарушается равновесие масс — изостазия, и в результате запускается механизм изостатической компенсации. Подток мантийного вещества к основанию

горного сооружения и его дальнейшее восходящее движение восстанавливает изостазию. Но тем самым весь столб восходящего вещества оказывается в новых термодинамических условиях, начинаются процессы его многосторонней структурной перестройки, и в конечном счете вещество разуплотняется. Приращение высоты горного сооружения — и чисто изостатическое, и за счет смятия горизонтальным сжатием, и вследствие разуплотнения — увеличивает контрастность рельефа, то есть опять нарушает равновесие по рельефу и вновь активизирует нивелирующую деятельность экзогенных факторов. Таким образом — круг замыкается.

Литодинамический поток, являясь нижней ветвью

кругооборота воды, приводимого в движение энергией солнечных излучений, вместе с тем служит и верхней, экзогенной ветвью изостатического кругооборота. Так что в целом оба эти кругооборота образуют **сверхсистему**, напоминающую сцепленные между собой шестерни, и верхняя — кругооборот воды — играет роль ведущей.

В схеме конкурентного взаимодействия ячеек прорисовывается и третья «шестерня»: при растяжении и пониженном давлении на границе ячеек возможен подсос в изостатическую систему и вещества из глубин Земли ниже поверхности компенсации. Движение масс вещества, начавшись в ее астеносфере, по цепи последовательных возмущений

передается в глубины мантии...

Можно ли вывести из механизма восстановления изостазии все особенности тектонической Земли? Конечно, нет. Относительное единство процессов — звеньев этого механизма — представляет собой систему, которая находится в сложном и тесном взаимодействии с другими комплексами процессов, с другими тектоническими системами. Механизм изостатической компенсации — лишь один из механизмов «закачки» солнечных излучений в вещество Земли и ее тектонической реализации. Сложное, системное устройство этого механизма только начинает прорисовываться.

## Информация

### Землетрясение, которое не должно было случиться

Считалось, что в Австралии не может быть землетрясений, по крайней мере сильных, поскольку это один из древнейших континентов, где сейсмическая активность давно прекратилась.

Однако 28 декабря 1989 г. в 10 ч 28 мин в районе Ньюкасла (штат Новый Южный Уэльс) произошел подземный толчок, магнитуда которого достигала 5,5 (по шкале Рихтера). Погибло 12 человек, около 200 было ранено, значительный ущерб причинен крупному металлургическому заводу, повреждены многие жилые здания.

Эпицентр землетрясения, по-видимому, располагался непосред-

ственно в самом центре Ньюкасла, а гипоцентр лежал на глубине около 5 км. Разрушительный характер землетрясения объясняется скорее не его силой, а малой глубиной залегания очага и к тому же излишне «мягкими» требованиями правил сейсмостойкого строительства в этой стране.

Представители Австралийского сейсмологического центра (Канберра) во главе с К. МакКью немедленно развернули в этом районе сеть приборов, но с ее помощью был зарегистрирован лишь один афтершок (повторный толчок) с магнитудой 1,5.

На восточном побережье Австралии, где произошло это событие, нет нарушений земной коры, подобных известному разлому Сан-Андреас в Калифорнии, отличающемуся своей высокой сейсмичностью. Область между Мельбурном и Ньюкаслем геотектонисты считают внутриплитовой зоной, где природа сейсмичности совершенно иная. Необычным, однако, является тот факт, что землетрясение случилось в северной части Австралийской плиты, считавшей-

ся до сих пор областью малого риска. Удивительно также и то, что удалось зафиксировать лишь один афтершок, хотя первый прибор специальной сети установили всего через 12 ч после главного события, а остальные — на следующее утро. Обычно после землетрясения с указанной магнитудой регистрируются десятки повторных толчков, причем большой силы.

Коллектив Австралийского сейсмологического центра проводит всесторонний анализ собранной информации, после чего будет пересмотрена существующая карта сейсмического районирования юго-востока страны. Предстоит также внести изменения в строительные нормы и правила с учетом возможности повторения подобных событий.

New Scientist, 1990, 125, 1698

---

# Любительская астрономия

---

## Персеиды в 1988 и 1989 годах

В. В. МАРТЫНЕНКО,  
А. С. ЛЕВИНА,  
А. И. ГРИЩЕНЮК,  
Д. Г. СУХОВ

---

В СССР метеорный поток Персеиды в 1988 г. наблюдали 90 человек в 18 пунктах слежения за потоком, составляющими советскую метеорную эстафету. В это число входят школьники, студенты, аспиранты, инженеры, учителя, руководители астрономических кружков. Крымская метеорная станция имени Г. О. Затейщикова ВАГО, астрономическая обсерватория Крымской областной станции юных техников взяли на себя инициативу в организационно-методической помощи всем участникам наблюдений. Всего было зарегистрировано 12 087 метеоров, из которых 7506 Персеиды.

Эстафета начиналась в Дальнегорске Приморского края (руководитель Н. В. Князюк) и переходила к группе Байкальского экспедиционного отряда, состоящего из членов Крымского отделения ВАГО, Крымского общества любителей астрономии и членов астрокружка Иркутской областной станции юных техников (руководитель Е. С. Шерстова). Далее наблюдения продолжали группы на Памире, Кавказе и Европейской части СССР.

Первичные данные о численности потока Персеид прислали в Крымскую метеорную станцию ВАГО и иностранные наблюдатели: Пол Роггеманс (Бельгия), Майкл Бошат (Канада), Хосе М. Три-

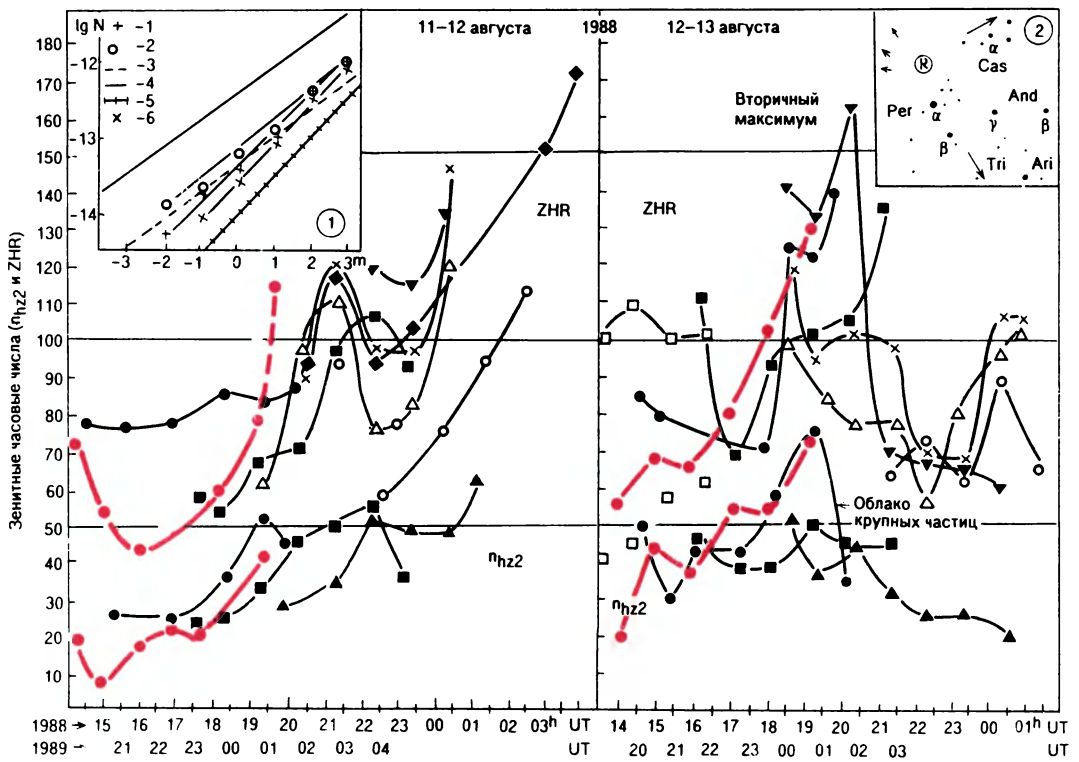
го-Семпо Родригес (Испания). Поток наблюдали в Финляндии, Японии, Чехословакии, Италии и других странах. За рубежом опубликовано много противоречивых сообщений о Персеидах. У некоторых зарубежных наблюдателей сложилось впечатление, что Персеиды уменьшили свою активность в 1988 г. Это отметили П. Роггеманс, следивший за потоком во Франции, Карл и Ванда Симонсы, Норман МакЛеод (Флорида). Наряду с этими оценками есть свидетельства о достаточно высокой активности потока, правда с дефицитом ярких метеоров. Члены комплексной экспедиции из ГДР, наблюдая в Болгарии около Смолян (руководитель Юрген Рендтель) за 16 ночей зарегистрировали 20 645 персеид!

Директор Ванкуверского планетария Кен Хевит Ваут описывает поток как «потрясающий». Утром 12 августа в Британской Колумбии (Канада) он за час до рассвета насчитал 120 персеид. Сильнейшим с 1981 года охарактеризовал поток Роберт Дандсфорд из Калифорнии, увидевший за час до рассвета около 100 метеоров. В Канаде Петер Браун 12 августа с 6 до 10 часов UT (Всемирное время) зарегистрировал соответственно 56, 58, 60 и 80 метеоров потока в час. Интересно свидетельство Жаклин Миттон из Англии.

12 августа она пересекала на самолете Атлантический океан. Вот отрывок ее записи: «Закрывшись одеялом от света в салоне, а была вознаграждена грандиозным зрелищем в моем иллюминаторе, обращенном на юг. Я насчитала 76 метеоров за 90 минут между 2 и 4 часами UT. Большинство из них были яркими, некоторые соперничали с Марсом».

Распределение метеоров по блеску оказалось достаточно необычным. Так в Судаке и Симферополе из 2637 персеид было замечено только три ярких ( $-3^m$  и  $-4^m$ ), а группа наблюдателей в селе Львовском из 844 метеоров отметила всего один яркий ( $-4^m$ ). В числе 1036 персеид, зарегистрированных в разных пунктах СССР (Арзни, Дальнегорск, Вязинка, Бахчисарай), только у четырех яркость достигала от  $-2$  до  $-4^m$ . Много болидов зафиксировала алуштинская группа над Байкалом 11—13 августа (Пещанка), но эти данные не подтвердила более квалифицированная крымская группа, работавшая в Листвянке.

Распределение 16 871 персеида по звездным величинам, приведенная П. Роггемансом, показало, что к персеидам ярче  $-3^m$  можно отнести 96. Канадские наблюдатели насчитали 649 персеид, из них ярких 7, венгер-



ские — 3087, в том числе ярче  $-3^m$  всего 15.

Сопоставлять результаты наблюдений различных групп достаточно трудно. Это связано с тем, что наблюдения проводятся в различных метеорологических и астрономических условиях разными методами. Тем не менее, в данном случае, можно сделать вывод, что **Персеиды в 1988 году имели два максимума активности: над востоком Атлантики и над Тихим океаном.** Вторичный подъем численности ярких персеид 12—13 августа подтверждается наблюдателями крымской группы в Ливастянке. Здесь было зарегистрировано почти в два раза больше персеид ярче  $0^m$  чем 11—12 августа.

Возможно, максимальный пик активности (к тому же весьма острый) был над Атлантикой. Если П. Роггеманс за 2,3 часа отметил 127 персеид, яркость которых не превышала  $+2^m$ , то Хосе

М. Родригес в Испании только за 1 час наблюдений заметил 169 персеид (причем долгота Солнца равнялась только за полчаса в этом интервале он насчитал 100 персеид). Правда, большинство из них слабее  $3^m$ .

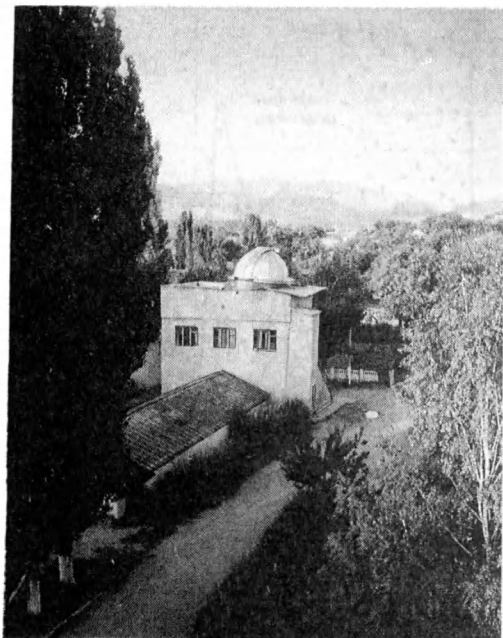
Наиболее полный анализ зарубежных данных (около 40 тыс. метеоров) провел с помощью ЭВМ П. Роггеманс. Мальтийские наблюдатели, экстраполируя свои часовые числа, предполагают, что пик активности мог произойти при долготе Солнца  $139,9^\circ$ . По нашим данным макси-

мальное число персеид произошло на момент, когда долгота Солнца равнялась  $139,8^\circ$ .

Советская программа наблюдений предусматривала исследование частоты появления пачек и пачек-цепочек (когда метеоры появляются почти в одном и том же месте за очень короткий промежуток времени — несколько десятков секунд). В ночи максимум в Симферополе отмечено 5 цепочек, состоящих из трех и более персеид. Интересно, что неко-

Родригес в Испании только за 1 час наблюдений заметил 169 персеид (причем долгота Солнца равнялась только за полчаса в этом интервале он насчитал 100 персеид). Правда, большинство из них слабее  $3^m$ .

Ход активности потока Персеид 11—13 августа 1988 г. по данным советской метеорной эстафеты и двух западноевропейских наблюдателей. А — индивидуальные зенитные числа, Б — групповые зенитные часовые числа для персеид  $2^m$  и ярче. Видны два максимума активности  
**Врезка 1:** Зависимость числа персеид от абсолютной звездной величины в диапазоне от  $-3^m$  до  $+3^m$  (логарифмическая шкала) для 1988 г. в сравнении с 1980 и 1986 гг.  
**Врезка 2:** Пачка персеид в ночь с 20 на 21 августа 1988 г.



Один из основных наблюдательных пунктов Крымского общества любителей астрономии — школьная обсерватория в селе Львовском. Она построена по инициативе инженера совхоза «Жемчужный» В. Н. Банчужного

торые из них удавалось предсказать! Уникальные цепочки видел В. В. Мартыненко 16 и 21 августа. Последняя вылетела прямо из радианта ( $\alpha=52^\circ$ ,  $\delta=59^\circ$ ). Байкальская группа насчитала 29 тесных пачек по 6—14 персеид, пролетавших за 1—4 минуты. И. В. Прянишко близ Бахчисарая отметил 19 пар близнецов от —3 до 3<sup>м</sup>. Эффективную пачку из трех персеид со следами описал А. Смирнов из Арзни. А. С. Майдик и Н. Г. Майдик в своем отчете сообщают, что 11—12 августа после длительной почти 20-минутной паузы небо прочертили 7 персеид (в основном 2<sup>м</sup>). Школьники в Красноилльске стали свидетелями минидождя: за 30 секунд — 8 персеид. После затийшей часто появлялись компактные группы по 10 метеоров примерно в течение 2 минут.

Методом многократного (группового) счета нам уда-

лось получить истинное распределение частиц потока по звездным величинам и массам (функция светимости потока) и показатель распределения  $\chi$  (Земля и Вселенная, 1987, № 1, с. 73. — Ред.). Это в свою очередь позволяет подсчитать общую массу метеорного вещества, выпадающего из космоса на Землю. В 1985 г.  $\chi$  в ночь максимума равнялась 2,25 (Земля и Вселенная, 1986, № 5, с. 98. — Ред.), а в 1986 г. — 2,2—2,3 (Земля и Вселенная, 1988, № 4, с. 67. — Ред.). Для 11—13 августа 1988 г. по данным группы наблюдателей в Листвянке характеристики потока для диапазона от —2<sup>м</sup> до 3<sup>м</sup> получились следующими:

Дата	$\chi$	Приток метеоров на км <sup>2</sup> в час	Расстояние между частицами в км
11—12.08	2,85	4,17 · 10 <sup>-3</sup>	372
12—13.08	2,43	4,42 · 10 <sup>-3</sup>	395

Естественно, что плотность в рое более слабых метеоров будет выше. Полученная функция светимости свидетельствует о том, что уровень активности Персеид в 1988 г. не превосходил уровень 1985 и 1986 гг.

Специальная группа квалифицированных наблюдателей определяла координаты потока. С точностью до 0,5—1° получены следующие значения (для эпохи 1950 г.):

Дата	$\alpha''$	$\delta''$
9—10.08	42,5	+56,5
11—12.08	44,0	+57,0
12—13.08	45,0	+57,5
13—14.08	46,0	+58,5

Радант «поставлял» подавляющее число поточных метеоров. Заметными были «центры радиации» вблизи  $\eta$ ,  $\alpha$ ,  $h$ ,  $\chi$  и  $\epsilon$  Персея.

Из-за общего и светового загрязнения атмосферы «охотникам» за метеорами все труднее вести наблюдения. Цивилизация оттесняет их все дальше и выше в горы, леса, тайгу. Приходится отправляться в дальние края, проявляя при этом некоторое мужество и самоотверженность. В 1988 г. особенно трудно пришлось горьковчанам, решившим наблюдать персеиды в отрогах Памира. Но преодолевая все препятствия, эта группа выполнила свою программу — собрала данные, характеризующие активность потока.

Несколько слов о наблюдениях Персеид в 1989 г. С 3 по 15 августа 72 наблюдателя в Симферополе, Судаче, Львовском Кировского района на мысе Тарханкут, Красноперекопске Крымской области, Красноилльске, Арзни АрмССР, Новотроицком, Вязинка, Запорожье зарегистрировали 9050 метеоров, из которых 5208 персеид.





Визуальный метеорный патруль Крымской метеорной экспедиции по изучению потока Персеид в селе Льговском

---



Обсуждение результатов наблюдений

---

Общая активность потока была достаточно низкой, но на этом фоне резко выделились утренние часы 12 и 13 августа, когда наблюдались максимумы численности. Группа в Львовском зарегистрировала 12—13 августа 721 метеор, из которых 568 персеид. Поток обнаружил еще больший дефицит ярких метеоров. Только один болид-персеид —  $5 \div -7^m$  наблюдался над Крымом 10—11 августа. Изучение распределения метеоров по массам показало, что  $x$  11—12 августа 1989 г. была равна 2,4 а 12—13 августа — 3,3 (1). Это сильно отличается от оценок 1980 — 1986 г. и свидетельствует, что Земля пересекает части роя,

очень **богатые мелкими частицами**. Максимальные значения ZHR (Земля и Вселенная, 1987, № 2, с. 70. — Ред.) отмечены как и в 1988 г., утром 12 и 13 августа 1989 г. (115—120 и 125—170 соответственно). Это говорит о том, что двойной максимум, отмеченный в 1988 г., был реальным. Кроме того, моменты максимумов, выраженные в единицах долготы Солнца, практически совпадают. Интересный результат получен группой наблюдателей в Львовском по изучению телеметеоров. Был отмечен радиант Персеид не совпадающий с визуальным радиантом на  $2-3^\circ$ .

Крымская метеорная стан-

ция имени Г. О. Затейщикова ВАГО и астрономическая обсерватория КрымоблСЮТ благодарят всех наблюдателей, изучавших поток Персеид. Совет Крымского отделения ВАГО отметил ценными призами многих активных участников советской метеорной эстафеты, в том числе любителей астрономии из Горького, Минска, Дальнегорского, Арзни, Черновцы и других.

Всем желающим наблюдать метеоры, напомним адрес Крымской метеорной станции имени Г. О. Затейщикова ВАГО: 333620, Симферополь, ГСП—620, Крымская областная юношеская астрономическая обсерватория.

## Информация

### Наблюдения кометы Брорзена-Меткофа

Летом минувшего года специалисты и любители астрономии всего земного шара с нетерпением ожидали очередного возвращения известной периодической кометы Брорзена-Меткофа. Это вполне понятно: ведь по предварительным расчетам комета к началу августа должна была достичь блеска  $10,5^m$ , а к середине сентября стать видимой и невооруженным глазом. Кроме того, сыграл свою роль тот факт, что комета Брорзена-Меткофа является своего рода «близнецом» знаменитой кометы Галлея: периоды обращения, эксцентриситеты орбит, перигелийные расстояния их почти одинаковы. Исключение составляет лишь угол наклона орбиты к плоскости эклиптики — у кометы Галлея он составляет  $162,2^\circ$ , а у кометы Брорзена-Меткофа —  $19,33^\circ$ . Но и это отличие лишь внешнее: несложные вычисления показывают, что орбита кометы Брорзена-Меткофа — почти точное зеркальное отражение орбиты кометы Галлея.

Комету открыл 20 июля 1847 г. астроном Т. Брорзен (обсерватория Д'Алтона в Гамбурге), когда она была  $\sim 10^m$ . Комета вошла

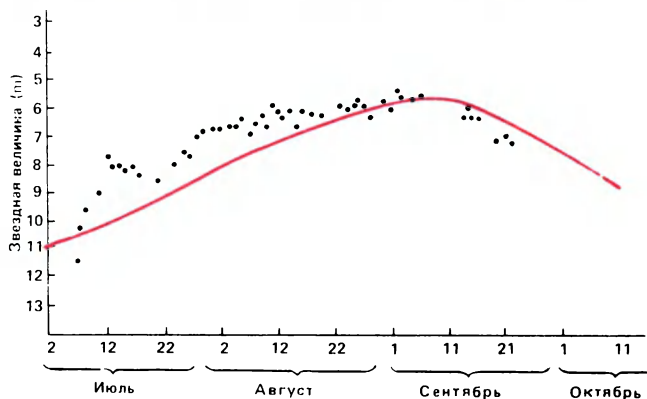


в каталоги под обозначением 1847 V. В августе ее блеск возрос до  $6,5^m$ , а затем к 13 сентября снова уменьшился до  $10^m$ .

В августе 1919 г. ее переткрыл американский астроном Джозел Меткоф (США). На этот раз она получила обозначение 1919 III. К октябрю 1919 г. комета достигла блеска  $4,5^m$ . В Гейдельбергской и Йеркской обсерваториях были получены ценные фотографии и спектры кометы. В работе С. К. Всехсвятского «Физические характеристики комет» (М.: Просвещение, 1958) говорится, что абсолютная величина кометы в обоих появлениях одинакова, т. е. ослабления блеска во время второго появления не наблюдалось.

И вот 1989 г. На многих обсер-

ваториях мира комету начали искать еще в июне. Нетерпение астрономов возрастало с каждой неделей, — но... хорошо известная комета преподнесла свой первый сюрприз: несмотря на интенсивные поиски, в предсказанном месте



Комета Брорзена-Меткофа, сфотографированная 6 августа 1989 г. с помощью 50-сантиметрового менискового телескопа Крымской лаборатории ГАИША Ю. Кулагиным, А. Мартысь, К. Чекмаревой. Экспозиция 40 мин, пластинка Kodak 103a — 0. Контрастное копирование на пластинке ORWO FU — 5 позволило выявить хвост кометы, незаметный на оригинальном негативе

Кривая блеска кометы, построенная А. Ю. Остапенко. Цветная линия — теоретическая кривая блеска, точки — наблюдательные данные

ее не обнаружили. Между наблюдателями разных стран развернулось своеобразное соревнование — кто раньше найдет таинственную гостью. Счастье улыбнулось Элеоноре Хелин из Паломарской обсерватории. На пластинке, снятой 4 июля на 46-сантиметровой каме-

ре Шмидта она заметила слабый диффузный объект  $15^m$ . Предварительные вычисления подтвердили, что это и есть долгожданная комета, хотя место, где она была обнаружена, значительно отличалось от указанного в эфемеридах Д. Йоменса и Б. Марсдена. После сообщения о перерождении кометы, П. Джекабсонс (Паломарская обсерватория) обнаружил ее изображение на снимках, сделанных им сутками раньше.

Итак, что же произошло? Еще в 1919 г., анализируя истечение газа из ядра этой кометы М. Фес-

ту (Франция) и Х. Рикман (Швеция) предсказали, что при появлении в 1989 г. комета может опередить расчетные эфемериды почти на месяц. Так оно и получилось. По сорока наблюдениям, сделанным в 1919 и 1989 гг., Б. Марсден вычислил элементы орбиты. Оказалось, что комета опередит рассчитанную эфемериду на 15,6 сут. Период ее обращения составил 70,856 г.,  $e = 0,971970$ , максимального расчетного блеска, равного  $5,7^m$ , комета должна была достигнуть 11 сентября.

Получив информацию о пере-



открытии кометы, тысячи астрономов-специалистов и любителей астрономии всего мира вели наблюдения практически непрерывно. Были получены сотни визуальных оценок блеска кометы, тысячи ее снимков.

Наблюдали комету и в нашей стране, где к ее появлению была разработана программа наблюдений, аналогичная программе СОПРОГ (Земля и Вселенная, 1989, № 5, с. 23. — *Ред.*). Астрономы-любители из Ассоциации Наблюдателей Комет (АНК) СССР, находясь в Крымской Астрофизической обсерватории, нашли комету в созвездии Треугольника. Это был объект  $8^m$ , который двигался с угловой скоростью  $1,5^\circ$  в сутки в восточном направлении. В конце июля она была в созвездии Персея и прошла недалеко от рассеянного звездного скопления

NGC 1342 и туманности NGC 1499 («Калифорния»). Блеск кометы значительно возрос, появился хвост, стала отчетливо видна ядерная конденсация. К началу сентября хвост (1-го типа) достиг длины около  $3^\circ-3,5^\circ$ . В это время комету можно уже было наблюдать невооруженным глазом.

В Москве комету наблюдала группа любителей астрономии АНК СССР на обсерватории ГАИШа. Велись фотографические и визуальные наблюдения кометы с различными инструментами. А. Ю. Остапенко по многочисленным наблюдениям построил график изменения блеска кометы, на котором хорошо прослеживается интересная закономерность: до прохождения кометой перигелия ее блеск был несколько (приблизительно на  $1,5^m$ ) выше расчетного, а после перигелия он ослабевал быстрее, чем пред-

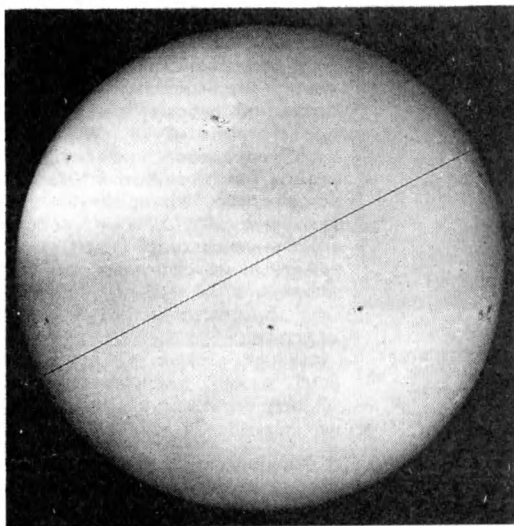
сказывали предварительные расчеты.

В заключение отметим, что многие любители нашей страны, не обладая иной информацией, кроме предварительной и, следовательно, не очень точной эфемериды, опубликованной в Земле и Вселенной (1989, № 4, с. 93. — *Ред.*), все-таки сумели отыскать комету задолго до прохождения ею перигелия и смогли в полной мере оценить красоту этого зрелища.

Автор горячо благодарит всех сотрудников ГАИШ и КраО, особенно Николая Степановича и Людмилу Ивановну Черных за ценные консультации, практическую помощь и предоставленную возможность работать на 40-сантиметровом астрографе КраО.

С. В. ЖУЙКО

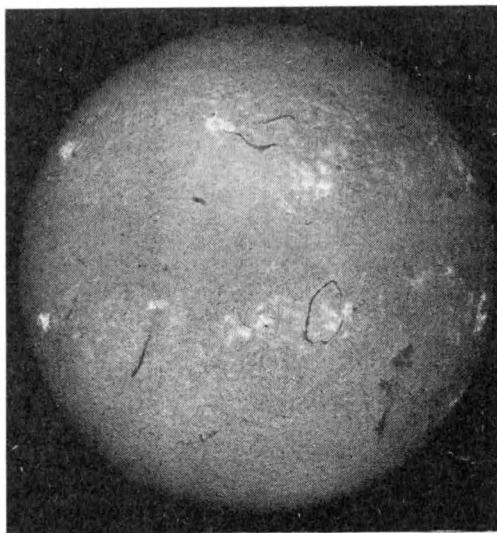
## Солнце в феврале — марте 1990 года



Солнечный диск 3 марта 1990 г. В центральной зоне диска видна одна из концентраций групп пятен, определявшая вариации индекса.

Лишь в самые первые дни февраля Солнце было относительно активным: на его диске находилось от 8 до 10 групп пятен. В последующее время, вплоть до конца

второй декады пятенная активность удерживалась на аномально низком уровне — индекс  $W$  составлял лишь  $\sim 100$ , а отдельные дни опускался до  $70-80$ . Актив-



$H_\alpha$  — хромосфера в тот же день. Снимки получены в Байкальской астрофизической обсерватории СибИЗМИРА В. В. Никитиной

ность в этот период практически целиком определялась прохождением по диску довольно компактного скопления из 3—5 групп в северном полушарии, остальные участки диска оставались почти полностью «чистыми». В конце второй декады из-за восточного края диска стали выходить два других близко расположенных

скопления, каждое состоящее из 4—5 групп. Соответственно индекс W начал стремительно расти, достигнув в считанные дни отметки более 200. С заходом этих скоплений за западный лимб в начале марта W вновь снизилось до отметки ~100 и ниже.

Анализируя приведенную картину активности, нетрудно сделать заключение, что пятенная активность была сосредоточена в основном в двух долготных интервалах, примерно диаметрально

расположенных друг относительно друга. Участки солнечной поверхности между ними были практически «чистыми». Такая ситуация достаточно типична, но ее столь отчетливое проявление вблизи эпохи максимума — явление, вообще говоря, редкое.

В целом в феврале-марте сохранялась тенденция к снижению активности, начавшая проявляться после пика W в сентябре-октябре 1989 г. Складывается впечатление,

что цикл уже прошел свою вершину. Однако эта депрессия может быть связана и с длительными мощными флуктуациями. Сделать выбор между данными версиями трудно, точный ответ даст лишь дальнейший ход событий.

**В. Г. БАНИН,**

*кандидат*

*физико-математических наук,*

**С. А. ЯЗЕВ**

## Информация

### Магнитное поле Урана подтверждается

Еще в 1980 г. всего за две недели до того, как межпланетная станция «Вояджер-2» прошла рядом с Ураном, приборы, установленные на ее борту, впервые зафиксировали всплески радиосигналов в весьма узкой полосе частот. Такое радиоизлучение говорило о том, что планета обладает магнитным полем.

Однако диапазон излучений был столь узким (сигнал регистрировался в одном канале прибора, но отсутствовал в другом), что ученые первоначально сомневались, исходит ли он действительно от Урана, или же вызывается электронными шумами, связанными с периодическим воздействием друг на друга самих приборов.

В середине 1989 г. сотрудники Годдардовского центра космических полетов НАСА М. Деш и М. Кайзер совместно с У. Куртом из Университета штата Айова (США) выступили с подтверждением того факта, что источник радиоизлучения — сам Уран.

Прежние сомнения исчезли, когда стало известно, что длительность суток на Уране достигает 17,2 ч, а не 15,6 ч, как думали раньше, и всплески радиоизлучения в узкой полосе частот отражают как раз эту периодичность. Следовательно, радиоизлучение принадлежит самой планете.

Тем временем, обрабатывая данные, поступившие с межпланетной станции тремя неделями ранее, ученые обнаружили еще один эпизод возникновения узкополосного радиоизлучения Урана, продолжительностью также около 10 сут. Сопоставляя время таких всплесков между собой и с результатами измерения параметров солнечного ветра около Урана, выполненного также на борту «Вояджера-2», исследователи установили их взаимную связь.

Стало очевидным, что сила радиоизлучения планеты значительно увеличивается вместе с ростом плотности солнечного ветра. Когда же плотность солнечного ветра мала, всплески узкополосного излучения Урана, по-видимому, полностью прекращаются.

Journal of Geophysical Research,  
1989

Science News, 1989, 135, 20

### Астероид оказался двойным

Летом 1989 г. астроном Элинор Хелин из Паломарской обсерватории (США) открыла новый астероид, получивший временное наименование 1989 РВ. Он прошел «всего» в 4 млн км от Земли, т. е. примерно в 11 раз дальше, чем Луна. Но и на таком близком (по астрономическим меркам) расстоянии небесное тело в обычные оптические телескопы выглядело как светящаяся точка.

Получив сообщение об открытии, научный сотрудник Лаборатории реактивного движения Стивен Остро организовал наблюдения астероида на одном из крупнейших в мире радиотелескопов, принадлежащего обсерватории Аресибо (Пуэрто-Рико).

Полученные данные говорят о том, что астероид 1989 РВ представляет собой удлинённый объект протяженностью около 1,5 км и шириной ~750 м. Более того, анализ показал, что он не является цельным: оказывается, астероид состоит из двух почти сферических тел (каждое немного менее километра в длину), сохраняющих между собою контакт и обращающихся как единая масса.

Астрономы неоднократно наблюдали, как некоторые астероиды при вращении заметно изменяли свою светимость за короткое время. Они предположили, что это следствие различной отражающей способности каждой из частей «парного» небесного тела. Теперь подобный объект наблюдался «в действительности».

Такого рода астероиды могут возникать двойным образом. Или этому предшествует столкновение небесных тел, движущихся со столь малыми относительными скоростями, что они не раскалывают друг друга, а становятся «соседями». Или же — вследствие длительного обращения двух «независимых» астероидов по сходной орбите, в течение которого они постепенно все более сближаются. Какой из этих случаев имеет место пока неясно.

Астероид 1989 РВ снова окажется в окрестностях Земли лишь спустя полвека.

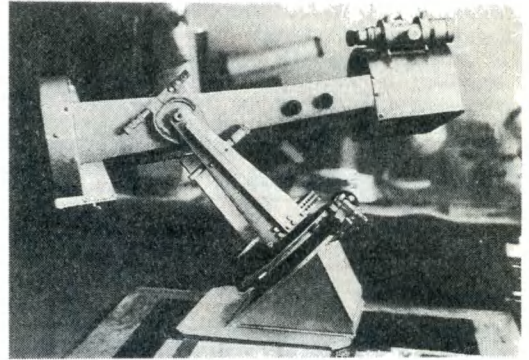
New Scientist, 1990, 125, 1700



# Любительское телескопо- строение

## Работы клуба «Сириус»

Читатели нашего журнала уже знакомы с клубом «Сириус» из города Невинномыска Ставропольского края [Земля и Вселенная, 1987, № 1, с. 71]. Здесь мы хотим рассказать о некоторых новых работах юных телескопостроителей за прошедшие три года.



215-миллиметровый телескоп системы Ньютона (ТАЛ-8), построенный членами клуба «Сириус»

### ТЕЛЕСКОПЫ

Закончен и введен в действие 215-миллиметровый телескоп системы Ньютона (ТАЛ-8). Этот инструмент предназначен для экспедиционных наблюдений, и перед юными конструкторами уже в начале работы встала задача: как сделать массу и размеры телескопа минимальными, не потеряв при этом его жесткости и устойчивости?

Решили детали монтажки сделать особой, наиболее рациональной, формы и изготовить их из алюминиевых сплавов. Исключение составили два конических подшипника, крепеж и некоторые мелкие детали.

Главное зеркало телескопа имеет сравнительно небольшую толщину — 20 мм — и разгружено в оправе на 9 точек. Благодаря этому удалось в два раза снизить его массу и сократить время «отстоя» при изменении температуры (например, после выноса инструмента из теплого помещения на улицу). Применение светосильной оптики ( $V=3,75$ ) позволило уменьшить длину трубы.

Телескоп устанавливается на паралактической вилочной монтажке, которая после наблюдений разбирается на 3 блока и укладывается вместе с оптической частью в прочный деревянный ящик — футляр, служащий одновременно и основанием телескопа во время наблюдений. Размеры ящика (60×42×34) см, масса его вместе с телескопом — 25 кг.

Наиболее активное участие в создании этого инструмента приняли учащиеся В. Исаенко и Л. Джафарханов. У ребят в процессе работы накопился большой опыт, которым они готовы поделиться со всеми любителями телескопостроения.

Завершена работа по созданию светосильного менискового телескопа ( $D=260$  мм,  $V=2,83$ ) для наблюдения небулярных объектов (туманностей, комет и других). Расчет, конструирование и изготовление деталей телескопа потребовало решения ряда сложных для нас проблем. Например, при изготовлении мениска из заготовки стекла К-8 требовалось сошлифовать более 6 кг стекла, выдержать с высокой точностью заданные величины радиусов кривизны поверхностей, их соосность и толщину мениска.

Активный член нашего клуба Сергей Бирюк закончил тонкую шлифовку 360 мм зеркала для будущего телескопа системы Ричи-Кретьена.

Изготовленные к настоящему времени в клубе телескопы используются для визуальных и фотографических наблюдений различных астрономических объектов. Ведутся регулярные наблюдения Солнца.

### ТЕНЕВЫЕ ПРИБОРЫ

Опыт подсказывает, что строительство телескопа надо начинать с постройки хорошего теневого прибора. Не стоит экономить время на этом, чтобы не терять

его на переделку зеркала, когда уже законченный телескоп станет давать плохие изображения.

В клубе «Сириус» построены три теневого прибора. Их основой служит комбинированная головка, позволяющая вести исследования с помощью щели и нити, а также щели и ножа.

Источником света в теновом приборе служит лампа от карманного фонаря напряжением 2,5 В, которая питается через переменный резистор сопротивлением 10 Ом от трансформатора к детским электронным игрушкам.

Свет через две плосковыпуклые линзы конденсатора ( $D=15$  мм и  $F=30$  мм) и 90-градусную призму попадает на щель. Расстояние между щелью и ножом (они сделаны из лезвия безопасной бритвы) должно быть как можно меньше. В наших приборах оно составляет 2—5 мм. Нить прибора установлена в одной плоскости со щелью и краем ножа на расстоянии 1—2 мм от лезвия. Для повышения контраста теневой картины толщина нити должна быть равна ширине щели.

Для механизма движений **первого** из наших теневого прибора мы использовали детали от старого фотоаппарата «Фотокор-1». Это позволило нам перемещать комбинированную головку вдоль оси с точностью до 0,05 мм, поперек оси на 50 мм и выполнять тонкие движения вверх. Кроме того, головку можно наклонять.

Теновой прибор с горизонтально расположенной щелью чутко реагирует на всевозможные помехи и вибрации, поэтому в двух других приборах щель, нож и нить мы расположили вертикально. Во **втором** приборе имеется лампочка для предвари-

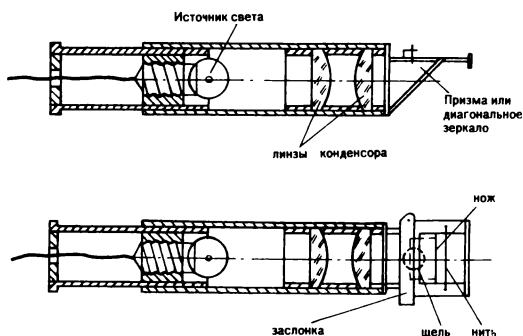
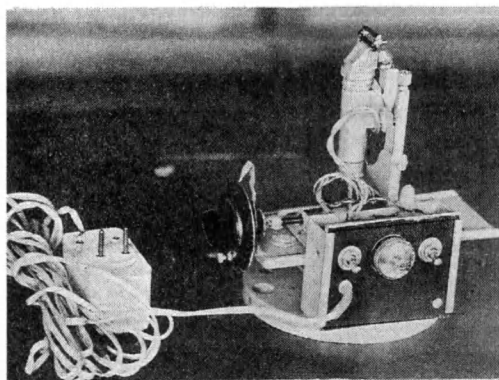
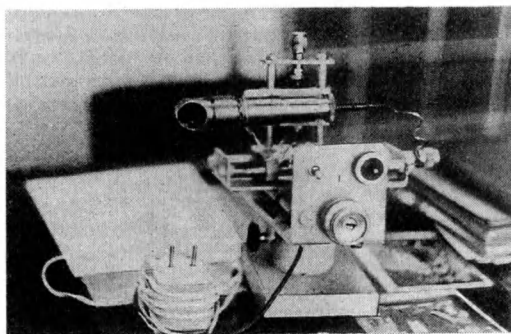


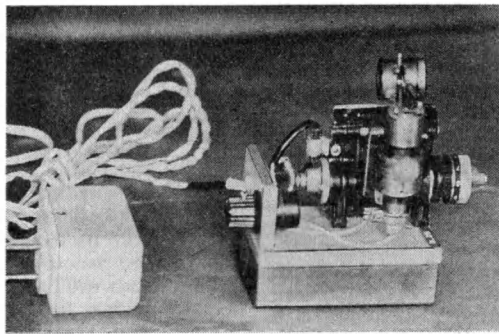
Схема комбинированной головки теневого прибора



Теновой прибор, выполненный на основе фотоаппарата «Фотокор»



Теновой прибор, в котором щель, нож и нить располагаются вертикально



Последняя модель теневого прибора

тельной настройки на пучок света, встроен желто-зеленый фильтр и установлено кольцо для окуляра или объектива микроскопа. Продольные перемещения измеряются с точностью 0,01 мм.

Третий теновый прибор отличается компактностью, меньшей массой и при этом полностью сохраняет преимущества предыдущих. Его основой стали детали списанного телеграфного аппарата с точными винтами для продольного и поперечного перемещений. Все три прибора имеют массивные основания, на нижнюю поверхность которых для повышения устойчивости наклеена шерстяная ткань. Это исключает неустойчивость.

## ОКУЛЯР-МИКРОСКОП

При исследовании астрономических зеркал, особенно светосильных, любители часто не могут выполнить окулярную пробу из-за отсутствия достаточно сильного окуляра. В этих случаях нас выручает окуляр-микроскоп, который легко может сконструировать каждый, используя имеющиеся в продаже объективы и окуляры от микроскопа. Так, изготовленный в клубе «Сириус» окуляр-микроскоп имеет объектив  $20^\circ$  и окуляр  $15^\circ$ . Это при длине тубуса 5 см обеспечивает увеличение около  $100^\times$ ,

что эквивалентно фокусному расстоянию окуляра 2,5 мм. Если фокусное расстояние зеркала телескопа 1000 мм, то такой окуляр даст увеличение  $400^\times$ , что позволит уверенно наблюдать дифракционную картину светящейся точки (звезды) при диаметре зеркала до 200 мм.

Коллективными усилиями членов клуба изготовлено точное сферическое зеркало  $D=215$  мм для исследования и контроля плоских зеркал, а также точная плоскость диаметром 320 мм с отверстием. После изготовления этой плоскости и оптической скамьи, ребята могут контролировать качество изготавливаемой оптики в автоколлимационной схеме.

Сергей Баков, Владимир Свиначев восстановили списанный шлифовально-полировальный станок 2ШП-250, что позволило механизировать процесс шлифовки и полировки изготавливаемой оптики.

Завершается работа по монтажу установки для нанесения отражающих зеркальных покрытий.

Н. П. ВАСИЛЕНКО,  
руководитель клуба «Сириус»  
(357030, Ставропольский край,  
г. Невинномысск, ул. Павлова,  
дом 16, кв. 20)

## Информация

### Уильям Бредфилд, знаменитый «охотник» за кометами

У. Бредфилд, австралийский любитель астрономии, открывший 14 новых комет, занимает сейчас второе место в мире среди современных ловцов комет, уступая лишь «семейной команде» К. и Е. Шумейкеров. (Евгений совместно со своей женой открыл 14 комет, и еще две Каролина открыла самостоятельно, занимая таким образом, верхнюю ступеньку пьедестала «охотников» за кометами). Но, если Шумейкеры ведут поиск комет фотографическим путем, используя 0,46-метровый телескоп Шмидта, и большинство их комет весьма слабы, —  $15^m$  —  $16^m$ , то У. Бредфилд ищет кометы путем визуальных наблюдений, что ставит его вне конкуренции среди любителей астрономии.

Уильям А. Бредфилд, родившийся в Новой Зеландии, недавно отпраздновал свое шестидесятилетие. В 1951 году он переселился в Австралию, где после этого 36 лет успешно проработал инженером по ракетным двигателям. Не так давно Бредфилд вышел на пенсию, и теперь он может все свое время посвящать своему хобби — поискам комет. Он живет в Дернанкорте, пригороде Аделаиды, на юго-востоке Австралии с женой Элин и одной из трех своих дочерей.

Бредфилд впервые проявил интерес к астрономии еще в детстве, когда он жил на ферме своего отца в Новой Зеландии. Сначала он вел наблюдения в бинокль и в маленький телескоп, а затем, когда ему исполнилось 16 лет, он стал обладателем 15-сантиметрового рефлектора. Но наблюдения его сводились лишь к разглядыванию неба и не переросли во что-нибудь более серьезное. К 20 годам увлечение молодого Билла Бредфилда постепенно угасло. Однако всеобщий подъем интереса к космосу, наступивший с началом космической эры, не обошел и его. Он начал заниматься наблюдениями искусственных

спутников Земли в рамках американской программы любительских наблюдений. Затем, уже в Аделаиде, где было астрономическое общество, он встретился с любителями астрономии. Это было в 1970 г., когда на небе сияла знаменитая комета Беннета. Ее красота и заставила Бредфилда сделать первый шаг по пути, приведшему его к всемирной известности. Он купил у одного отошедшего от дела любителя, старый телескоп и сказал себе: «О'кэй, комету Беннета открыл любитель, почему бы мне не попробовать сделать то же самое?», 1 января 1971 г. впервые навел свой кометоискатель на небо.

При наблюдениях он пользуется рефлектором (увеличение  $26^\times$ , поле зрения  $2^\circ$ , светосила 1:5,5) с объективом Петцваля диаметром 15 см выпуска начала века. С помощью этого почтенного инструмента он открыл 12 из 14 своих комет. (Одна из двух остальных была открыта в построенный самим Бредфилдом 25-сантиметровый рефлектор (1984 а), другая же (1980 t) — в бинокль  $7^\times 35$ ).

На монтировке телескопа, с ко-

торым Бредфилд ведет наблюдения, следует остановиться особо. Это альтазимутальная установка, выполненная из дерева. Она снабжена рычагом, позволяющим поднимать или опускать телескоп так, чтобы окуляр был в удобном для наблюдателя положении независимо от того, в какую точку небесной сферы направлена труба. На монтировке установлен электродвигатель, плавное перемещающий телескоп по высоте в то время, как наблюдатель передвигает его по азимуту.

Все усиливающаяся засветка неба вблизи крупных городов заставляет ловцов комет искать возможно более удаленные от жилья места своих наблюдений. Бредфилд также постепенно меняет места своих наблюдений. Если в первые годы наблюдений он уезжал на расстояние около 15 миль от города, то теперь ему приходится ездить значительно дальше. Он даже сконструировал специальный фотометр, с которым измерял фон неба на различных наблюдательных площадках. Методика поиска комет, применяемая Бредфилдом, подробно описана в книге К. И. Чурюмова «Кометы и их наблюдения», поэтому здесь имеет смысл лишь коротко остановиться на общих ее положениях. Бредфилд старается не упустить ни одной ночи из тех, которые он считает пригодными для наблюдений, а к таким он относит ясные, темные ночи, когда Луны нет на небе, или ее возраст не превышает 2—3 дней. Если небо остается ясным в течение нескольких ночей, то Бредфилд проводит обзор неба, удаляясь на 90—100° от Солнца, в то время как в обычные дни — в радиусе от 30 до 60°. Наибольшее же количество комет, по его словам, открывается в зоне от 40 до 80°, причем максимум приходится на 60°.

Нужно отметить, что климатические условия в районе, где наблюдает Бредфилд, весьма благоприятны: сухой средиземноморский климат, прозрачная атмосфера, большое количество ясных ночей около 200 в г.: последнее, кстати, очень важно, т. к., например, Дж. Бортль, известный американский наблюдатель комет, считает, что для того, чтобы открыть комету, необходимо, чтобы в месте наблюдения было не менее 100 ясных ночей в году. Интересно, кстати, что честь открытия всех своих комет Бредфилд

не разделил ни с кем, и все 14, они носят только его имя, а также то, что среди них нет ни одной периодической.

Общеизвестно, что для успешных поисков комет, кроме четкой системы и огромного терпения необходима еще и не малая доза везения. Многие считают, что Уильям Бредфилд является олицетворением всего этого. Сам же он добавляет к этим качествам и чувство юмора, которое никогда не покидало его. Он считает, что за свой упорный 19-летний труд и более, он вполне вознагражден неоднократным волнением совершенного открытия, ни с чем не сравнимое удовольствие которого доводится испытать не каждому в жизни.

А. Ю. ОСТАПЕНКО

## Рождение квazarов-близнецов

Точная природа квазаров пока неясна, но большинство специалистов полагает, что это массивные тела, обладающие гигантской светимостью и расположенные в самом центре молодых галактик.

Выступая на конференции Американского астрономического союза, состоявшейся в Вашингтоне в январе 1990 г., научный сотрудник Института космического телескопа в Балтиморе Ж. Мейлан, а также Дж. Дьорговский из Калифорнийского технологического института (Пасадена) и П. Шейвер из Южноевропейской обсерватории в Гаршинге (ФРГ) сообщили о своих наблюдениях процесса образования парного квазара.

Они наблюдали объект 1222, находящийся примерно в 12—13 млрд световых лет от нас (его красное смещение составляет около 1,91). Благодаря высокой разрешающей способности прибора удалось установить, что это не один, а два различных объекта. На это указала, во-первых, небольшая разница в красном смещении, и, во-вторых, различия в спектрах объектов. Расстояние между этими квазарами составляет 3,3", причем в радиусе 6" находится еще три объекта. Отсюда делается предположение, согласно которому эти квазары представляют собою часть скопления галактик, большинство которых обладают слишком слабым свечением, чтобы быть видимыми с Земли. Расстояние между квазарами «близнецами», вероятно, достигает 100—300 тыс. световых лет, что приблизительно совпадает с расстоянием, отделяющим нашу Галактику от галактики-«спутника» — Магеллановых Облаков.

Возможно парные квазары образовались сравнительно недавно, когда две независимые галактики проходили поблизости друг от друга. Астрономы еще раньше высказывали предположение, что в подобном случае взаимное тяготение и приливные силы галактик в состоянии вызвать бурную активность в их ядрах, что может привести к зарождению квазара.

Ученые выполнили математическое моделирование подобного процесса и установили, что такое взаимодействие галактик действительно вызывает концентрацию газа в их ядрах, а это создает условия для образования черной дыры или, по крайней мере, «подпитывает» газом существующий объект.

New Scientist, 1990, 125, 1703

## Столь долгое странствие к Земле

Известно, что небесное тело перерезчиком более 100 м при столкновении с Луной может выбросить с ее поверхности обломок породы, которые приобретут скорость, позволяющую им уйти в открытое пространство (для Луны она равна всего лишь 2,4 км/с). Судя по количеству и размерам кратеров падение на Луну небесных тел с диаметром ~100 м случается не реже трех раз в 1 млн лет.

Ученые полагают, что часть таких обломков может превращаться в метеориты, падающие на поверхность Земли. Анализ пяти метеоритов, найденных в ледниках Антарктиды, провел научный сотрудник Бернского университета Отто Ойгстер (Швейцария). Он считает, что родины этих тел являлись два ударных кратера, расположенные на Луне. Согласно выводам ученого, некоторые из данных небесных тел, прежде чем попасть на Землю, провели в космосе около 16 млн лет, а затем были захоронены во льду в течение 170 тыс. лет. Возраст таких пород определяется по количеству благородных газов — гелия, аргона и ксенона, возникающих под воздействием естественной радиоактивности.

Проведенное О. Ойгстером с помощью ЭВМ математическое моделирование показало, что, покинув Луну, обломок может до падения на Землю находиться в космосе от 1 млн лет (или даже менее) до 100 млн лет. Причины столь долгого «странствия» состоят в том, что обломки часто «пролетают» мимо Земли. А в ряде случаев они сначала образуют временное кольцо вокруг планеты (подобно кольцу Сатурна, но более слабое), и лишь затем выпадают на Землю.

Земная атмосфера защищает попавший на нашу планету обломок от прямого воздействия космических лучей, что позволяет судить о сроке его пребывания в земных условиях. Три из пяти изученных метеоритных тел были к нам применены в одно и то же время — около 75 тыс. лет назад, одно — приблизительно

170 тыс. лет назад, а в отношении последнего датирование оказалось затруднительным, тем не менее можно предположить, что это случилось менее 100 тыс. лет назад.

Моменты же их «ухода» с Луны отличаются друг от друга куда более значительно. Возможно, три первых образца вначале «обнаружились» на поверхности Луны в результате ее столкновения с каким-либо небесным телом — приблизительно 16 млн лет назад. А уж затем, около 5 млн лет назад, обломки были выброшены в космос при падении другого небесного тела и провели почти весь этот срок в открытом пространстве.

Другие два образца, как можно полагать, сформировались из пород, пролежавших на поверхности Луны сотни миллионов лет. После столкновения Луны с небесным телом, они попадали на Землю за очень короткий — по астрономическим и геологическим меркам — всего за пару сотен тысяч лет.

Изучение этих образцов существенно пополняет информацию, полученную в результате доставки на Землю пород астронавтами и автоматическими лунными станциями. Все эти образцы сходны по своему химическому составу, тогда как метеориты лунного происхождения отличаются друг от друга, и, несомненно, попали к нам из различных регионов Луны.

О. Ойгстер также указывает, что факт пребывания лунных пород на Земле говорит о возможности поступления пород и с Марса, обладающего тоже довольно слабым тяготением.

Science, 1989, 245, 1197  
New Scientist, 1989, 123, 1684

## Озера серы — на Земле и в космосе

Геологическая экспедиция Открытого университета (Милтон-Кейнс, Великобритания), возглавляемая К. Оппенхаймером и Д. Стивенсоном, изучая окрестности вулкана Поас в Коста-Рике, обнаружила озера жидкой серы. Это первый случай, когда жидкая сера в таком большом количестве была найдена в земных условиях (подобное явление известно лишь на спутнике Юпитера — Ио по наблюдениям космического аппарата «Вояд-

жер-1» в 1979 г.). Отдельные включения природной жидкой серы на Земле встречаются только в пределах некоторых лавовых потоков, да и то весьма редко.

Серные озера вулкана Поас диаметром в 20—30 м расположены на дне его кратера, они заместили более крупные водные озера, образовавшиеся здесь в 1965 г., а затем частично испарившиеся, частично вытекшие. Процесс сопровождался бурным выделением фумарольных газов через трещины в дне озера. Поскольку вода в них отличалась высокой кислотностью, двуокись серы легко вступала в реакцию с сероводородом, и сера в чистом виде осаждалась на дне. В конце концов она заполнила все дно озера. Пока над осевшей серой еще существовал слой воды, она сохранялась в твердом виде (температура кипения серы составляет 112 °C). Когда же вода исчезла, перегретая сера превратилась в жидкость.

Вязкость серы, доведенной до точки кипения, очень мала — в десять раз меньше вязкости воды. Но в озерах Поаса, как показали измерения, температура серы достигает 116 °C. Следовательно, она приобрела текучесть и легко могла проникать через пористые отверстия в осадочном слое дна.

Это открытие вызвало живой интерес не только среди вулканологов и геохимиков, но и среди специалистов по геологии планет и сравнительной планетологии. Оно проливает свет на загадочные процессы возникновения серных озер на поверхности Ио.

Особенно важна роль, которую в образовании этих озер могла играть вода. Очевидно, после исчезновения воды, которая предположительно существовала на Ио, двуокись серы и серные пары остались там основными газообразными продуктами вулканических извержений. Затем процесс мог пойти совершенно аналогично тому, как это случилось в кратере Поаса.

Специалисты НАСА рассчитывают получить новую информацию о подобных явлениях на Ио с запущенной в 1989 г. автоматической межпланетной станции «Галилей». Она пройдет в окрестностях Юпитера, а также Ио и других его спутников и пришлет на Землю их изображения, сделанные с малого расстояния.



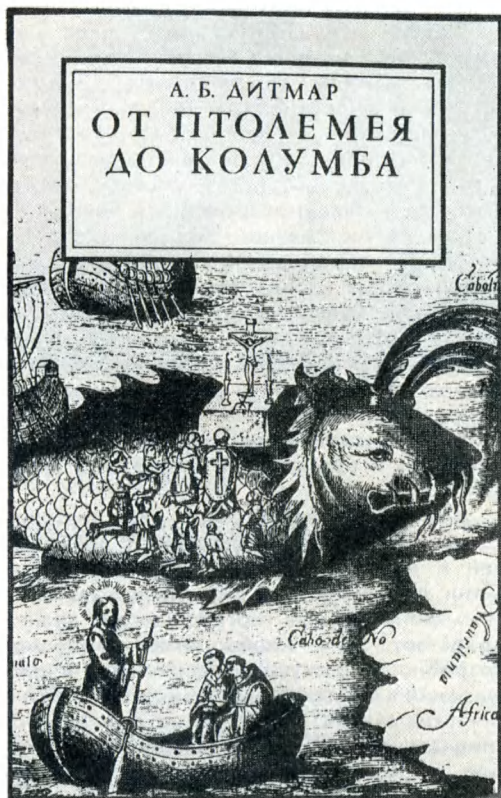
## Книги о Земле и небе

### Меняющийся облик Земли

Потому, может быть, что с детских лет я любил разглядывать географические карты и атласы, книга А. Б. Дитмара «От Птолемея до Колумба» (М.: Мысль, 1989) сразу привлекла мое внимание. В ней много иллюстраций, много репродукций карт, карт удивительных — и похожих и совсем не похожих на привычные изображения земной поверхности. Их очень интересно рассматривать, узнавать знакомые очертания берегов Средиземного моря, видеть, как постепенно раздвигались для европейцев пределы знакомого им мира, становились все более близкими к теперешним контуры материков, островов, морей.

Книга рассказывает о развитии географии и картографии с III до начала XV вв., от периода крушения Римской империи до эпохи Великих географических открытий, начавшихся со знаменитого плавания Колумба. Время далекое, глухое, с которым у многих со школьных лет связан привычный стереотип: это века упадка наук, господства религиозных предрассудков, ограниченности мышления и кругозора. И уже одно то, что очень мало знаем мы о тех временах, должно привлечь внимание многих читателей к книге А. Б. Дитмара.

Вообще говоря, книга эта не популярная, а строго научная — в ней последовательно излагается история путешествий, географических открытий, способов картографического изображения известных земель, в ней есть все необходимые ссылки на первоисточники, обширная библиография и подробные комментарии. Но поскольку написана она хорошим литературным языком, то не только доступна, но и интересна массовому читателю. Ее особенность — подпись почти к каждой карте представляет собой обстоятельный рассказ, что не очень-то принято делать не только в научной, но и в научно-популярной литературе. Если внимательно просмотреть только одни эти подписи, то даже не заглядывая в текст, можно получить неплохое представление о развитии картографии — от первых круглых планисфер и портоланов, изготовленных с использованием компасных линий,



до карт, построенных почти в современной географической сетке, и первого земного глобуса Мартина Бехайма, появившегося в конце XV в., в год первого плавания Колумба.

Книга составлена по плану средневекового трактата, о чем предупреждает читателя сам автор. Четырнадцать очерков (глав) сгруппированы в четыре книги: «Границы средневекового мира», «Таинственные дали», «"Чудеса" в познаваемом мире», «Новые горизонты». В первой книге автор подробно рассказывает об источниках и документах, на которых основано все дальнейшее изложение истории географических представлений. Затем в сопоставлении с

общей историей развития человеческой цивилизации и науки обосновываются главные периоды и этапы развития географии. Здесь автору пришлось выйти за рамки средневековья, его задача — показать, что география средних веков тесно связана с достижениями этой науки в античности, и, с другой стороны, она послужила необходимой подготовкой к эпохе Великих географических открытий, вызвавшей к жизни географию нового времени.

Следующие три книги посвящены эпохам развития географии в средние века. Автор рассматривает четыре таких эпохи: позднеантичную (III—VII вв.), когда еще сохраняются античные знания, но христианские авторы уже стремятся интерпретировать географические сведения с библейских позиций; ранней схоластики (VIII—XII вв.), когда расширяется пространственный кругозор на севере Европы и в Северной Атлантике, и западноевропейцы знакомятся с арабоязычной наукой; поздней схоластики (XIII—середина XIV вв.) — времени эмпирических исследований и накопления нового фактического материала о природе ойкумены, зарождения элементов новой географии, основанной не на мифах, а на фактах; наконец, эпоху раннего гуманизма (вторая половина XIV — первая половина XV вв.) — развитие представлений о единой ойкумене и взаимосвязи природных явлений.

Для каждой эпохи автор дает широкий исторический фон, рассказывая о возвышении и падении царств и монархий, развитии производств, наук и искусств. И на этом фоне подъем географических знаний предстает как необходимая насущная потребность растущей цивилизации в расширении кругозора, экономических и политических связей. К каждой эпохе относится специальный очерк, посвященный способам изображения земного круга — построению карт.

В средние века Земля представлялась людям плоским диском, накрытым хрустальным куполом неба, лежащим то ли на трех китах, то ли на черепахе. Религиозные мифы в то время теснили науку. Однако автор убедительно доказывает, что представление о шарообразности Земли, господствовавшее еще в Древней Греции, не было утеряно в средневековье. «К середине XV в. в Западной Европе никто из ученых не сомневался в шарообразности Земли, а изображение Земли в виде диска было способом изображения поверхности без использования сетки координат» — пишет автор (с. 246). Более того, средневе-

ковый философ Николай Кузанский (1401—1464 гг.) говорил о том, что Земля имеет форму не правильного шара, а сфероида.

При чтении книги перед читателем проходят не только ученые, но и путешественники — хорошо известные, такие как венецианец Марко Поло, а чаще малоизвестные — норманнские мореходы, открывшие Исландию, Гренландию и первыми достигшие побережья Северной Америки, миссионеры и купцы первой половины XIV в. Мариньолли, Одорико Порденоне, Журден де Северак, Николо Конти, побывавшие в Индии и Китае.

Этимология географических названий — увлекательная область науки, многое из этой области читатель узнает и из книги А. Б. Дитмара. Например, острова в Атлантическом океане, которых первыми достигли португальцы, оказались безлюдными, заселенными ястребами. Их назвали Азорскими («азор» в переводе с португальского — ястреб). А широко употребляемые слова «ориентирование», «ориентировать» самым тесным образом связаны со словом «ориент», что со многих европейских языков переводится как «восток». Дело в том, что на первых картах восток помещался наверху. И только когда в обиход вошел компас, карты стали ориентировать на север. Но само понятие — определить положение относительно стран света — осталось навсегда связанным с востоком.

Сейчас мы хорошо знаем, как тесно взаимосвязано все в нашем мире, как переплетены судьбы всех народов, ведь каждое более или менее значительное событие в любом уголке земного шара отзывается во всех других его частях. Читая же книгу А. Б. Дитмара, реально осознаешь, как давно эта связь установилась.

И главное ощущение, которое остается, когда закрываешь книгу, — развитие науки не прерывается несмотря ни на что. Религиозный мистицизм и фантастика мифотворчества могут на какое-то время затормозить поступательное движение научной мысли. Но цепочка все же не прерывается, эстафета передается, и каждый взлет науки всегда подготовлен предшествующими, пусть даже и подспудными ступенями ее развития. Неукротимая жажда познания окружающего мира заставляет преодолеть любые препятствия, любые трудности.

**В. Н. ШОЛПО,**  
доктор геолого-минералогических наук

В тот памятный жаркий июльский день 1980 года — в разгар Олимпиады — Москва клокотала. Никем не призываемые и даже не информированные, толпы народа выплеснулись к воротам Ваганьковского кладбища на провода своего сына, своего поэта — Владимира Высоцкого. «Народ не вредим, если боль о певце всенародна» — скажет чуть позднее Белла Ахмадулина...

Сегодня, десять лет спустя, нам хотелось бы привлечь внимание к неожиданной, на первый взгляд, стороне всеохватного творчества Высоцкого — на его прикосновенность к космосу. Стоит понять, что нет никакой случайности в том, что небо Земли украшено астероидом 2374 — малой планетой Владысоцкий (Земля и Вселенная, 1987, № 4, с. 79.— *Ред.*).

Казалось бы, нет поэта, более погруженного в наши житейские — тяжкие и жалкие, смешные, а порой и трагические дела. Но посмотрите — летит на звездолете пилот, который будто еще вчера крутил баранку самосвала. (Где вы, розовые «люди будущего» нашей фантастики!). Бешеным дождем падают звезды над безымянной высотой, усеянной труппами солдат. И кружится над землей хоровод знаков Зодиака. Все это — Высоцкий.

Ничего удивительного. Небо ведь всегда над головой человека, оно присутствует в жизни каждого. Поэт же только воплощает этот факт в своем слове, не похожем ни на чье другое. Это особенно заметно у Высоцкого. Как великолепно его неповторимая ирония, когда, например, она касается летающих тарелок, Бермудского треугольника и других вошедших ныне в моду псевдочудес! Как, должно быть, удивился бы он, узнав, что «Письмо из сумасшедшего дома» сегодня может принять всерьез не только передача «Очевидное — невероятное», но и любая другая, вплоть до программы «Время»!

Этой подборкой стихов поэта, написанных в разные годы и так или иначе связанных с Землей и Вселенной, мы хотим почтить память Владимира Высоцкого.

В. И. ЦВЕТКОВ,  
кандидат физико-математических наук  
Фото Б. Киреева



### О ЗНАКАХ ЗОДИАКА

Неправда, над нами не бездна, не мрак —  
Каталог наград и возмездий.  
Любуемся мы на ночной Зодиак,  
На вечное танго созвездий.

Глядим, запрокинули головы вверх,  
В безмолвие, тайну и вечность,—  
Там трассы судеб и мгновенный наш век  
Отмечены в виде невидимых вех,  
Что могут хранить и беречь нас.

Горячий нектар в холода февралей —  
Как сладкий елей вместо грога —  
Льет звездную воду чудак Водолей  
В бездонную пасть Козерога.

Вселенский поток и извилист и крут,  
Окрашен то ртутью, то кровью,  
Но, вырвавшись мартовской мглой из пут,  
Могучие Рыбы на нерест плывут  
По Млечным протокам к верховью.

Декабрьский Стрелец отстрелялся вконец,  
Он мается, копыя ломает,—  
И может без страха резвиться Телец  
На светлых урочищах мая.

Из августа изголодавшийся Лев  
Глядит на Овена в апреле.  
В июнь к Близнецам свои руки воздев,  
Нежнейшие девы созвездия Дев  
Весы превратили в качели.

Лучи световые пробилась сквозь мрак,  
Как нить Ариадны, конкретны.  
Но и Скорпион и таинственный Рак  
От нас далеки и безвредны.

На свой Зодиак человек не роптал,  
Да звездам страшна ли опала?  
Он эти созвездия с неба достал,  
Оправил он их в драгоценный металл —  
И тайна доступно стала.

## ТАУ КИТА

В далеком созвездии Тау Кита  
Все стало для нас непонятно.  
Сигнал посылаем: «Вы что это там?»  
А нас посылают обратно.

На Тау Ките  
Живут в красоте,  
Живут, между прочим, по-разному  
Товарищи наши по разуму.

Вот, двигаясь по световому лучу  
Без помощи, но при посредстве,  
Я к Тау Кита этой самой лечу,  
Чтоб с ней разобраться на месте.

На Тау Кита  
Чего-то не так,  
Там таукитовая братия  
Свихнулась, по нашим понятиям.

Покамест я в анабиозе лежу,  
Те таукитяне буянят.  
Все реже я с ними на связь выхожу —  
Уж очень они хулиганят.

У таукитов  
В алфавите слов  
Немного, и строй буржуазный,  
И юмор у них безобразный.

Корабль посадил я, как собственный зад,  
Слегка покривив отражатель.  
Я крикнул по-таукитянски: «Виват!»  
Что значит по нашему — «здрасьте!»

У таукитян  
Вся внешность обман,  
Тут с ними нельзя состязаться:  
То явятся, то растворятся...

Мне таукитянин — как вам папуас,  
Мне вкратце о них намекнули.  
Я крикнул: «Галактике стыдно за вас!»  
В ответ они чем-то мигнули.

На Тау Ките  
Условия не те:  
Тут нет атмосферы, тут душно,  
Но таукитяне радушны.

В запале я крикнул: мать вашу, мол!..  
Но кибернетический гид мой  
Настолько дословно меня перевел,  
Что мне за себя стало стыдно.

Но таукиты —  
Такие скоты —  
Наверное, успели набраться:  
То явятся, то растворятся...

«Вы, братья по полу,— кричу,— мужики!»  
Но что-то мой голос сорвался.  
Я таукитянку схватил за груди:  
«А ну,— говорю,— признавайся!»

Она мне: «Уйди,  
Мол, мы впереди —  
Не хотим с мужчинами знаться,  
А будем теперь почковаться!»

Не помню, как поднял я свой звездолет,  
Лечу в настроенье питейном:  
Земля ведь ушла лет на триста вперед  
По гнусной теории Эйнштейна.

Что, если и там,  
Как на Тау Ките,  
Ужасно повысилось знанье,  
Что, если и там — почкованье?!

## ЗАПОВЕДНИК

Бегают по лесу стаи зверей  
Не за добычей, не на водопой —  
Денно и ночью они егерей  
Ищут веселой толпой.

Звери, забыв вековечные страхи,  
С твердою верой, что все по плечу,  
Шкуры рванув на груди, как рубахи,  
Падают навзничь — бери — не хочу!  
Сколько их в кущах — столько их в чащах,  
Ревом ревущих, рыком рычащих.  
Сколько бегущих — столько лежащих  
В делянках и кущах, в рощах и чащах.

Рыбы пошли косяком против волн —  
Черпай руками, иди по ним вброд,  
Сколько желающих прямо на стол,  
Сразу на блюдо — и в рот.

Рыба — не мясо, она хладнокровней:  
В сеть норовит, на крючок, в невода.  
Рыбы погреться хотят на жаровне,  
Море по жабры, вода — не вода.

Сколько их в кущах — столько их в чащах,  
Скопом плывущих, кишмя кишущих,  
Друг друга жрущих, тучных и тощих  
В делянках и кущах, в чащах и рощах.

Птица на дробь устремляет полет,  
Птица на выдумки стала хитра:  
Чтобы им яблоки сунуть в живот,  
Гуси не ели с утра.

Сильная птица сама на охоте  
Хилым собратьям кричит: — Сторонись!  
Жизнь прекращает в зените, на взлете,  
Даже без выстрела падая вниз.

Сколько их в кущах — столько их в чащах,  
Выстрела ждущих, в силки летящих.  
Сколько плывущих — столько парящих  
В делянках и кущах, в рощах и чащах.

Шкуры не хочет пушнина носить,  
Так и стремится в капкан и в загон.  
Чтобы людей приодеть, утеплить,  
Рвется из кожи вон.  
В ваши силки — призадумайтесь, люди! —  
Прут добровольно в отменных мехах  
Тысячи сот в иностранной валюте,  
Тысячи тысяч в наших деньгах.

Сколько их в куцах — столько же в чашах,  
Дань отдающих, даром дарящих,  
Шкур настоящих, нежных и прочных  
В дебрях и чащах, в куцах и рощах.  
В сумрачных чащах, дебрях и куцах  
Сколько рычащих — столько рвущих,  
Сколько пасущихся — столько кишащих,  
Мечущих, рвущихся, живородящих,  
Серых, обычных, в перьях наряженных,  
Сколько их, хищных и травоядных,  
Шерстью линяющих, шкуру меняющих,  
Блеющих, лающих млекопитающих,  
Сколько летящих, бегущих, ползущих,  
Столько непьющих в рощах и куцах  
И некурящих в дебрях и чащах,  
И пресмыкающихся, и парящих,  
И подчиненных, и руководящих,  
Вещи и вящих, врущих и рвущих  
В дебрях и чащах, в рощах и куцах;  
Шкуры не порчены, рыба — живьем,  
Мясо без дробы — зубов не сломать.  
Ловко, продуманно, просто, с умом,  
Мирно — зачем же стрелять?

Каждому егерю — белый передник,  
В руки таблички «Не бей! Не губи!»  
Все это вместе зовут — заповедник,  
Заповедь только одна: «Не убий».

Но... сколько в дебрях, рощах и куцах  
И сторожащих, и стерегущих,  
И загоняющих, в меру азартных,  
Плохо стреляющих и предынфарктных,  
Травящих, лающих, конных и пеших,  
И отдыхающих с внешностью леших,  
Сколько их, знающих и искушенных,  
Не попадающих в цель, разозленных,  
Сколько бегущих, ползущих, орущих  
В дебрях и чащах, в рощах и куцах!  
Сколько дрожащих, даром портящих шкуры,  
Сколько ловающих на самодуры,  
Сколько их язвенных — столько всеядных,  
Сетью повязанных и кровожадных,  
Полных и тучных, тощих, ледащих  
В рощах и куцах, в дебрях и чащах!

ПИСЬМО В РЕДАКЦИЮ  
ТЕЛЕВИЗИОННОЙ ПЕРЕДАЧИ  
«ОЧЕВИДНОЕ — НЕВЕРОЯТНОЕ»  
ИЗ СУМАСШЕДШЕГО ДОМА

Дорогая передача!  
Во субботу, чуть не плача,  
Вся Канатчикова дача  
К телевизору рвалась.  
Вместо чтоб поесть, помыться,  
Уколиться и забыться,—  
Вся безумная больница  
У экрана собралась.

Говорил, ломая руки,  
Краснобай и баламут  
Про бессилие науки  
Перед тайною Бермуд.

Все мозги разбил на части,  
Все извилины заплел.  
И канатчиковы власти  
Колют нам второй укол.

Уважаемый редактор!  
Может, лучше про реактор?  
Про любимый лунный трактор?..  
Ведь нельзя же! — Хоть кричи! —  
То тарелками пугают,  
Дескать, подлые, летают —  
То зазря людей кромсают  
Филиппинские врачи.

Мы кой в чем поднаторели,—  
Мы тарелки бьем весь год.  
Мы на них собаку съели,  
Если повар нам не врет.  
А медикаментов груды —  
В унитаза, кто не дурак.  
Вот это жизнь! — И вдруг — Бермуды.  
Вот те раз! Нельзя же так!

Мы не сделали скандала —  
Нам вождя не доставало.  
Настоящих буйных мало,  
Вот и нету вожаков.

Но на происки и бредни  
Сети есть у нас и бредни,—  
Не испортят нам обедни  
Злые происки врагов!

Это их худые черты  
Бермутят воду во пруду!  
Это все придумал Черчилль  
В восемнадцатом году!

Мы про взрывы, про пожары  
Сочиняли ноту ТАСС,  
Но тут примчались санитары  
И зафиксировали нас.

Тех, кто был особо боек,  
Прикрутили к спинкам коек,  
Бился в пене параноик,  
Как ведьмак на шабаше:

«Развяжите полотенцы,  
Иноверы, изуверцы!  
Нам бермуторно на сердце  
И бермутно на душе».

Сорок душ посменно воют,  
Раскалились добела.  
Во как сильно беспокоят  
Треугольные дела!

Все почти с ума свихнулись,  
Даже кто безумен был,  
И тогда главврач Маргулис  
Телевизор запретил.

Вон он, змей, в окне маячит,  
За спиною штепсель прячет,  
Поддал знак кому-то — значит,  
Фельдшер вырвет провода.



Нам осталось уколотся  
И упасть на дно колодца,  
И пропасть на дне колодца,  
Как в Бермудах — навсегда.

Ну, а завтра спросят дети,  
Навещая нас с утра:  
«Папы, что сказали эти  
Кандидаты в доктора?»

Мы откроем нашим чадам  
Правду, им не все равно:  
Удивительное — рядом.  
И оно — запрещено.

Вот дантист-надомник Рудик.  
У него приемник «Грюндиг»,—  
Он его ночами крутит,  
Ловит, контра, ФРГ.

Он там был купцом по шмуткам —  
И подвинулся рассудком,—  
К нам попал в волнение жутком,  
С растревоженным желудком,  
С номерочком на ноге.

Взволновал нас Рудик крайне —  
Сообщеньем нас потряс,  
Будто наш научный лайнер  
В треугольнике погряз.

Сгинул, топливо истратив,  
Весь распался на куски,  
Но двух безумных наших братьев  
Подобрали рыбаки.

Те, кто выжил в катаклизме,  
Пребывают в пессимизме.  
Их вчера в стеклянной призме  
К нам в больницу привезли.

И один из них, механик,  
Рассказал, сбежав от нянек,  
Что Бермудский многогранник —  
Незакрытый пуп Земли.

«Что там было? Как ты спасся?»  
Каждый лез и приставал.

Но механик только трясся  
И чинарики стрелял.

Он то плакал, то смеялся,  
То щетинился, как ёж.  
Он над нами издевался.  
Сумасшедший — что возьмешь?!

Взвился бывший алкоголик,  
Матершинник и крамольник:  
«Надо выпить треугольник!  
На троих его — даешь!»

Разошелся — так и сыпет:  
«Треугольник будет выпит!  
Будь он параллелепипед,  
Будь он круг, едрёна вошь!»

Больно бьют по нашим душам  
«Голоса» за тыщи миль.  
Зря «Америку» не глушим,  
Зря не давим «Израиль»!

Всей своей враждебной сутью  
Подрывают и вредят —  
Кормят-поят нас бермутью  
Про таинственный квадрат.

Лектора из передачи!  
Те, кто так или иначе  
Говорят про неудачи  
И нервируют народ,—

Нас берите — обреченных,—  
Треугольник вас, ученых,  
Превратит в умалишенных,  
Ну, а нас — наоборот.

Пусть безумная идея —  
Не рубите сгоряча,  
Вызывайте нас скорее  
Через доку главврача.

С уважением. Дата. Подпись.  
Отвечайте нам! А то —  
Если вы не отзоветесь —  
Мы напишем в «Спортлото».

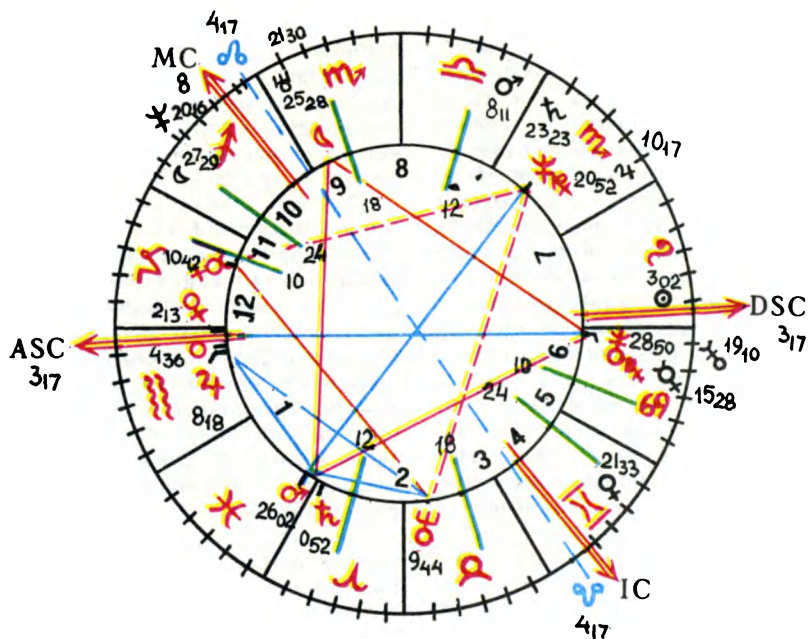
**Да, действительно, вопрос необычный. Но он задан, а потому должен быть дан ответ. Редакция попросила ответить читателям доктора химических наук Феликса Казимировича Величко, который давно и очень серьезно занимается астрологией.**

## ДОРОГАЯ РЕДАКЦИЯ!

Мы, давние читатели журнала «Земля и Вселенная», обращаемся к Вам с необычной просьбой. Нам интересно было бы узнать, как современные астрологи составляют гороскопы. Мы понимаем, что «Земля и Вселенная» не астрологический журнал, но наш вопрос, наверное, интересует многих читателей.

С уважением,  
семья Никулиных  
(Москва)

Создание гороскопа начинается с технической работы — построения **натальной карты** с помощью ЭВМ или таблиц эфемерид в эклиптических координатах (например, W. Michelsen. American ephemeris for the 20th century; Die Deutsche Ephemeride 1850—2000) и таблиц астрологий, или по-старинному — «домов» (D. M. Lorenz. Houses; Raphael's tables of houses; Tables de maisons "Chacornac"). На русском языке



Условные обозначения:

ASC — точка восхода,

DSC — точка захода,

MC — верхняя кульминация эклиптики,

IC — нижняя кульминация эклиптики,

— линия лунных узлов — верхнего и нижнего,

10 — границы и номер астрологий — знаков «внутреннего» Зодиака

Аспекты (указатели взаимодействия планетных функций),

— тригоны (120°), — оппозиции (180°), — квадратуры (90°), — полуквадраты (45°),

— квинтил (72°) — аспект творчества

Планеты и светила: красным — по внутреннему кругу — на момент рождения, черным — по внешнему кругу — на момент смерти. Знак — показывает понятное движение планеты, цифры — эклиптические долготы в градусах и минутах

Натальная карта В. С. Высоцкого.

(р. 25.1. 1938 8 ч 40 мин, Москва;

ум. 25.7. 1980 4 ч 10 мин, Москва)

ке такой справочной литературы пока нет. Натальная карта — это графическое представление положения планет, светил, лунных узлов, точки восхода (ASC) и кульминаций (верхняя MC, нижняя IC) эклиптики в двух координатных сетках — круга небесного Зодиака и в круге «биологического» или «внутреннего» Зодиака (система астрополей) на момент рождения, который нужно знать с точностью до четырех минут. По часу рождения и по географической широте пункта рождения строится система астрополей — индивидуальный для каждого человека «биологический» Зодиак, разделенный на 12 секторов (как правило, неравновеликих). «Биологический» Зодиак служит для совмещения планетных ритмов с ритмами данного человека. Планета, попадая одновременно в определенный знак Зодиака и в определенное астрополе, служит связующим звеном между обеими координатными сетками, а момент рождения как бы засекает соответственные точки планетных и биологических ритмов. Далее вычисляются все взаимные расстояния между планетами и из них выбирают значимые, при которых возникает взаимодействие между планетными функциями (нечто вроде резонанса). Эти значимые расстояния называются аспектами и наносятся на натальную карту в виде цветных линий (например, 120° — красный, 90 и 180° — синий, 72° — зеленый). Натальная карта представляет потенциалы человека, заложенные в нем при рождении. Это как бы горизонтальное сечение цилиндра жизни в момент рождения. Развертывание натальной карты во времени, то есть мысленное построение на ней цилиндра, по образующей которого выются синхронизированные кривые планетных и биологических ритмов — и есть **гороскоп**. Интерпретация построенного гороскопа — самая трудная, творческая работа астролога. Она требует от него знания, интуиции и, если хотите, таланта. Рассмотрим, к примеру, натальную карту В. С. Высоцкого. Уже при беглом анализе можно сделать следующие выводы:

1. Владелец натальной карты — разносторонне высоко одаренный человек. На это указывает редкая конфигурация планет — два «больших тригона» (красные треугольники, в соединении находятся восходящее Солнце («Я»), Юпитер (широта кругозора) и Венера (способности к искусству). Творческий аспект соединяет эмоциональность (Луна) и широту мышления (Юпитер). Одаренность проявляется в интеллектуальной сфере: «шеф» астрополя творчества (№ 5) — Меркурий, моделиру-

ющий мыслительные процессы и резонирующий с изобретательностью (Уран) и интуицией (Нептун). Талант его будет действовать на эмоциональную сферу людей, что следует из рассмотрения треугольника «эмоции (Луна) — сила воздействия (Марс) — народные массы (Плутон)».

2. Этот человек импульсивен (Луна в Скорпионе связана с Марсом). Эмоции преобладают над рассудком (Венера, а не Меркурий, восходит непосредственно перед Солнцем; «большой тригон» в эмоциональных водных знаках). Через эмоции его жизнь будет богата кризисами: «шеф» астрополя кризисных явлений (№ 8) — Венера, восходящая в соединении с Солнцем и поэтому сильно проявляющая свою функцию. Луна и Меркурий диссоциированы с астрополем № 8 (полуквадрат и квадрат, на рисунке не показаны).

3. Его ждет широкая известность: «шеф» астрополя № 10 (профессиональные достижения) Юпитер восходит вместе с Солнцем, а Луна находится в астрополе № 9 (духовное развитие; заграничные поездки).

4. Он как бы запрограммирован на самоуничтожение, живет на износ: Солнце, влияющее через Венеру на астрополе № 12 (конец цикла развития), находится в оппозиции с Плутоном (триггер процессов самораспада), резонирующим с эмоциями (Луна) и энергетикой организма (Марс, Сатурн). Кроме того, Меркурий (мышление) также в астрополе № 12, что означает изматывающие духовные проблемы.

5. Человек от природы нездоров. Соединение Марса и Сатурна и оппозиция Солнце—Плутон указывают на неритмичность главных биохимических циклов в организме. Под ударом находятся нервная система (восходящий знак — Водолей; его «шеф» Уран в квадратуре с соединением Солнце — Юпитер) и сердечно-сосудистая система (диссонируемые Юпитер, Солнце). Связь Урана с Меркурием указывает, что причиной всех расстройств будет поражение нервной системы. Функция Урана сильна (4 аспекта + управление асцендентом) — вероятно внезапная смерть. Разбаланс биоритмов регулярно увеличивается при ежегодном прохождении Солнцем дуги эклиптики от Марса до Плутона (с середины марта по конец июля).

6. Продолжительность жизни вероятнее всего определится дугой между наиболее неблагоприятными точками натальной карты — соединением Марса с Сатурном и Ураном, в переводе градусной меры на возраст (1° ~ 1 год) между 39 и 44 годами

жизни. Средняя точка — наиболее вероятная: 41,5—42,5 года. Спусковой механизм включится прохождением Солнца дуги Марс—Плутон (март — июль), а непосредственной причиной смерти будет внезапное и сильное нервное потрясение (через Уран — Меркурий).

Таким образом, март — июль 41—43 годов — чрезвычайно опасная полоса для этого человека. Ее, вообще говоря, можно было пережить, надежно подстраховавшись заранее (профилактические мероприятия по профилирующей болезни) и ведя спокойную жизнь... Обратите внимание на выставленные по внешнему кругу планеты на момент смерти: по аст-

рологическим понятиям в эти дни сложилась классически «смертельная» ситуация. Солнце только что прошло натальный Плутон и оказалось почти точно в оппозиции с натальным Солнцем. Марс и Сатурн находились также в оппозиции с натальным своим соединением. Уран вошел в соединение с натальной Луной, обусловив повышенное эмоциональное напряжение, а «хозяйка» астрополя кризисов (№ 8) — Венера — накануне прошла точную квадратуру с натальным Нептуном (диссонированным оппозицией все с тем же натальным Марсом) и оппозицию с транзитным Нептуном.

## НОВЫЕ КНИГИ

### Будущее географии

Широкое использование математических методов в известной мере определяет облик географической науки сегодня, но еще в большей степени оно будет определять его завтра. Научно-популярная книга И. А. Портянского «Компьютерный арсенал географии» (М.: Мысль, 1989) рассказывает о поистине революционных преобразованиях, новых идеях, средствах и возможностях, которые привносит в географию научно-технический прогресс.

Книга состоит из четырех глав. В первой автор знакомит читателя с понятием «автоматизация географических исследований», рассказывает о технических средствах, включающих несколько поколений ЭВМ, и развитии программного обеспечения. Вторая



глава посвящена географическим системам как объектам автоматизированного исследования. Боль-

шое место здесь уделено программным средствам прогнозирования развития географических объектов.

Где и как хранить географические знания, каким образом правильно осуществить поиск нужной информации, как ее обработать с помощью сложнейших программ — на все эти вопросы читатель найдет ответ в третьей главе книги. Тема заключительной четвертой главы — автоматизация разработки моделей географических систем.

«Большая часть этой книги, — пишет автор в Заключении, — посвящена географической науке будущего. Конечно, сквозь дымку времени разглядеть ее непросто, но некоторые черты просматриваются уже вполне отчетливо. Главная из них — интегративность Знания. При помощи ЭВМ может и должен быть достигнут новый уровень объединения, взаимосвязанности всего комплекса географических дисциплин».



## Академия абсурда

ХОНОРАТА КОРПИКЕВИЧ-АНД

— Когда-то у нас тут был один неплохой парень. Ты тогда еще не работал в Академии, — Альберт счел уместным подчеркнуть, что у него стаж работы больше, чем у его коллеги. — Представь себе, однажды этот тип — Зетикс его звали, он уже здесь не работает — решил достичь границы познания. Вместо того, чтобы заниматься тщательными расчетами, он задумал как можно дальше проникнуть в глубь материи. Он имел доступ к мультисигнификатору. И вот ему удалось разглядеть атом, потом структуру атома, ядро и все остальные частицы. Когда же он добрался до самой маленькой элементарной частицы — квиноса, то увидел вдоль световой волны этой частицы крохотную радугу. А он был упорный малый, проник и в эту радугу и увидел там слабосветящуюся, едва различимую надпись: «Made in Demiurg» («Сделано Всевышним»).

— Да ну?! Значит, на границе познания есть фирменная наклейка...

Обидно! Не хотел бы я оказаться на месте этого Зетикса. И что же с ним случилось?

— О, это еще обиднее. Его уволили из Академии за отсутствие научных достижений.

Перевод с польского М. РУТКОВСКОЙ  
«Fantastika», Warszawa, 1990

Рисунок П. Ефремова



Сдано в набор 15.05.90. Подписано к печати 5.07.90. Т-09333. Формат бумаги 70×100 1/16. Оффсетная печать. Усл.-печ. л. 9,4. Уч.-изд. л. 11,6. Усл. Кр.-отт. 957 тыс. Бум. л. 3,5. Тираж 58 330 экз. Зак. 1011. Цена 65 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука» 117049, Москва, Мароковский пер., д. 26  
Ордена Трудового Красного Знамени Чеховский полиграфический комбинат Государственного комитета по печати 142300, г. Чехов Московской области



**Творческо-производственное объединение «СМ» собирает предварительные заявки на комплекты оптики для вашего самодельного телескопа.**

### **КОМПЛЕКТ НЬЮТОНА.**

**Ручная параболизация.**

**Точность  $\pm \lambda/16$**

<b>Ø 100 мм, F=800 мм</b>	<b>35 руб.</b>
<b>Ø 150 мм, F=1050 мм</b>	<b>103 руб.</b>
<b>Ø 200 мм, F=1400 мм</b>	<b>165 руб.</b>
<b>Ø 250 мм, F=1500 мм</b>	<b>300 руб.</b>
<b>Ø 320 мм, F=1800 мм</b>	<b>480 руб.</b>

### **КОМПЛЕКТ КАССЕГРЕНА.**

**Испытания в собранной системе.**

**Точность  $\pm \lambda/16$**

<b>Ø 150 мм, F=2250 мм</b>	<b>170 руб.</b>
<b>Ø 250 мм, F=3750 мм</b>	<b>450 руб.</b>
<b>Ø 320 мм, F=4800 мм</b>	<b>720 руб.</b>



**Мы можем предложить и готовый 160-мм ТЕЛЕСКОП СИСТЕМЫ ШМИДТА-КАССЕГРЕНА.**

**Фокусное расстояние 1600 мм. Компактная закрытая труба. Увеличения от 32 до 230<sup>x</sup>. Часовой электрический привод, тонкая коррекция по обеим осям. Вес 10 кг. Цена договорная.**

**Сегодня же напишите нам!**

**630087, Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 122, ТПО «СМ».  
Телефоны: 46-28-06, 44-51-32**

## НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КООПЕРАТИВ «ИЦТЕС»

Для людей творчества и поиска, дерзновенных мечтателей и бесстрастных ученых, всем, кому интересна Вселенная, мы предлагаем зеркально-линзовый телескоп системы Максутова-Кассегрена. Инструмент отличается повышенной точностью механических узлов и хорошей эргономикой. С его помощью можно наблюдать различные объекты при увеличении от 40 до 250 $\times$ , и при желании снимать их малогабаритными фотокамерами типа «Зенит».

Благодаря удобной конструкции Вы быстро в одиночку сможете смонтировать аппарат для работы в полевых условиях. Телескоп укомплектован гидом, имеющим световое перекрестие регулируемой яркости и искателем с прицелом. Часовой привод с кварцевой стабилизацией имеет выносной пульт управления. Цена телескопа — договорная.



### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕЛЕСКОПА

Основная система  $D=150$  мм,  
 $f'=1500$  мм  
Гид  $D=60$  мм;  $f'=1500$  мм  
Искатель 30 мм, 10 $\times$   
Часовой привод — питание 12 В.  
(8 элементов типа 373)  
Разрешающая способность — 0,8''

Наш адрес: 119361, Москва,  
Б. Очаковская, 33  
тел. 420-56-20



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
ЦЕНА 65 КОП.  
ИНДЕКС 70336