

# ЗЕМЛЯ И

МАЙ-ИЮНЬ

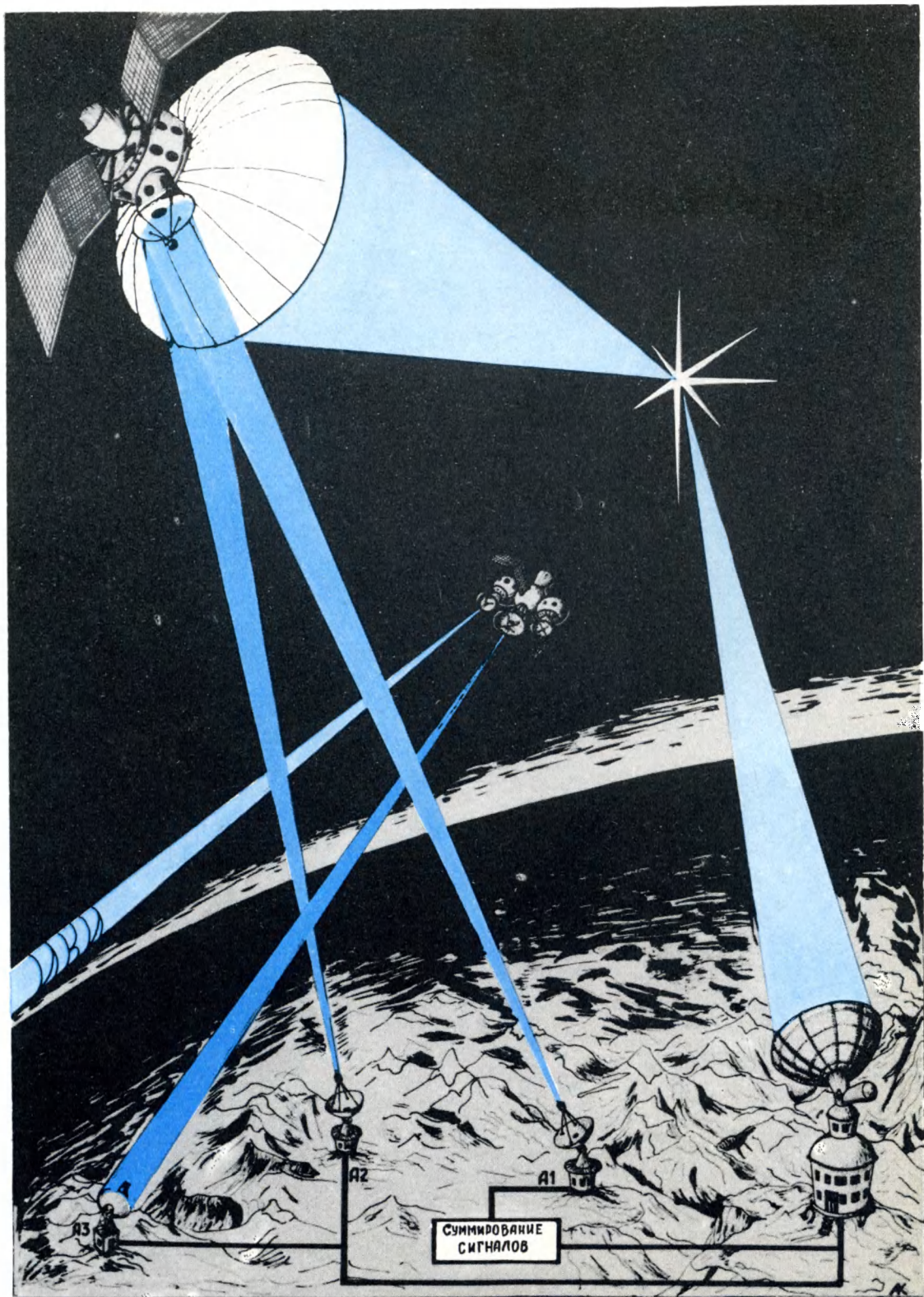
3 / 90

ISSN 0044-3948

КОСМОНАВТИКА  
АСТРОНОМИЯ  
ГЕОФИЗИКА

# ВСЕЛЕННАЯ





СУММИРОВАНИЕ  
СИГНАЛОВ

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

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

## Редакционная коллегия:

Главный редактор  
Член-корреспондент АН СССР  
**В. К. АБАЛАКИН**  
Зам. главного редактора  
Член-корреспондент АН СССР  
**В. М. КОТЛЯКОВ**  
Зам. главного редактора  
Кандидат педагогических наук  
**Е. П. ЛЕВИТАН**  
Доктор географических наук  
**А. А. АКСЕНОВ**  
Академик  
**В. А. АМБАРЦУМЯН**  
Академик  
**А. А. БОЯРЧУК**  
Член-корреспондент АН СССР  
**Ю. Д. БУЛАНЖЕ**  
Кандидат технических наук  
**Ю. Н. ГЛАЗКОВ**  
Доктор физико-математических наук  
**А. А. 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. СПАСКИЙ**  
Кандидат физико-математических наук  
**В. Г. СУРДИН**  
Доктор физико-математических наук  
**Ю. А. СУРКОВ**  
Доктор технических наук  
**Г. М. ТАМКОВИЧ**  
Доктор физико-математических наук  
**Г. М. ТОВМАСЯН**  
Академик АН МССР  
**А. Д. УРСУЛ**  
Доктор физико-математических наук  
**А. М. ЧЕРЕПАЩУК**  
Доктор физико-математических наук  
**В. В. ШЕВЧЕНКО**  
Кандидат географических наук  
**В. Р. ЯЩЕНКО**

## В номере:

- 3 ЛЕМЕЛЕВ М. М. «Квант-2» — модуль дооснащения  
13 ПРИЛЕПИН М. Т. Спутниковая геодезия и прогноз землетрясений

## У НАС В ГОСТЯХ ЖУРНАЛ «ZYAIGZNOTA DEBESS»

- 20 БАЛКЛАВС А. Э. В поисках решения

## ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ

- 27 ГИНДИЛИС Л. М. Строящаяся радиоастрономическая обсерватория

## ЭКОЛОГИЯ

- 33 ВИНОГРАДОВ Б. В. Только ли Аральская катастрофа!

## ЗАРУБЕЖНАЯ КОСМОНАВТИКА

- 41 КСАНФОМАЛИТИ Л. В. Дальше — только звезды

## СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 56 КОМАРОВ В. Н. Каждый год в Калуге

## ЭКСПЕДИЦИИ

- 61 КОТЮХ А. А. По следам знаменитых полярных экспедиций

## АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 67 ПАЛЕЙ А. Б. Астрономия в пединститутах: некоторые цифры и факты

## ГОТОВИТСЯ К ПЕЧАТИ

- 76 ПЛАТОВ Ю. В., РУБЦОВ В. В. НЛО: от полемики — к исследованиям

## АСТРОЛОГИЯ С РАЗНЫХ ТОЧЕК ЗРЕНИЯ

- 80 СУРДИН В. Г. Астрология — часть массовой культуры

## ФАНТАСТИКА

- 86 СУЛЬДИН А. В. Долгая короткая жизнь

## КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 96 «ШАК»: сороковой выпуск

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ. Новые книги [11; 12; 19]; Создано Астрономическое общество СССР [12]; Земные приливы и землетрясения [19]; Солнце в декабре 1989 — январе 1990 года [26]; Из новостей зарубежной космонавтики [53]; Солнечное затмение 22 июля 1990 года [53]; На орбите — комплекс «Мир» [54]; «Мотоцикл» для космонавтов [55]; Хирон — астероид или комета! [66]; Комета Остина (1989 с.) [66]; Рейсы кораблей науки (июль — декабрь 1989 года) [89]; Загадочные ландшафты Венеры [93]

Заведующая редакцией  
**Н. Г. Малынец**

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: СПК — средство передвижения космонавтов [к заметке «Мотоцикл» для космонавтов]

На 2-й странице обложки: Комплекс спутниковой связи, обеспечивающий работу радиотелескопа RT-70 в составе наземно-космического радиointерферометра [к статье Л. М. Гиндilis «Строящаяся радиоастрономическая обсерватория»]. Рисунок А. А. Капусткина

На 3-й странице обложки: Иллюстрация из манускрипта XV века «Астрологическая энциклопедия» С. Шульман [Лондон, 1976]. Сандра Шульман написала несколько книг по истории средневековой науки, медицины, психологии, а также несколько научно-фантастических произведений [к статье В. Г. Сурдина «Астрология — часть массовой культуры»]. Философы на вершине священной горы Атос наблюдают звезды.

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

## In this issue

- 3 LEMELEV M. M. "Kvant-2" — an Additional Modul  
13 PRILEPIN M. T. Mapping from Satellites and Earthquake Prognostication

## OUR GUEST "ZVAIGZNOTA DEBESS" MAGAZINE

- 20 BALKLAVS A. E. In Search of a Solution

## OBSERVATORIES AND INSTITUTES

- 27 GINDILIS L. M. A Radio-Astronomical Observatory under Construction

## ECOLOGY

- 33 VINOGRADOV B. V. Is It a Catastrophe of the Aral Sea Alone?

## FOREIGN COSMONAUTICS

- 41 XANPHOMALITI L. V. Rushing Up to the Limits of the Universe

## SYMPOSIUMS, CONFERENCES, CONGRESSES

- 56 KOMAROV V. N. Every Year in Kaluga

## EXPEDITIONS

- 61 KOTYUKH A. A. Tracing Famous Arctic Explorers

## ASTRONOMICAL EDUCATION

- 67 PALEY A. B. Astronomy in Pedagogical Institutes: Some Facts and Figures

## PREPARING FOR THE PRESS

- 76 PLATOV Yu. V., RUBTSOV V. V. UFO: from Polemics to Research

## ASTROLOGY FROM DIFFERENT POINTS OF VIEW

- 80 SURDIN V. G. Astrology as a Part of Mass Culture

## SCIENCE FICTION

- 86 SULDIN A. V. A Long Short Life

## BOOKS ABOUT THE EARTH AND THE SKY

- 96 "SHAK", Issue 40

## «Квант-2» — модуль дооснащения

М. М. ЛЕМЕЛЕВ  
кандидат технических наук  
НПО «Энергия»

### РОЖДЕНИЕ «КВАНТА-2»

Модуль дооснащения начали разрабатывать в 1982 году. К этому времени уже изготавливался базовый блок станции «Мир». Из-за дефицита массы было решено гидродины и комплекс новых систем жизнеобеспечения установить не на нем, а на отдельном космическом модуле, стыкуемом к станции. Это решение было вызвано также наметившимся отставанием с разработкой указанных агрегатов. Таким образом, в составе орбитального комплекса «Мир» появился модуль дооснащения, названный позднее «Квант-2».

Первоначально общая компоновка головного блока, выводимого на орбиту, в состав которого входил и «Квант-2», представляла собой **транспортный модульный корабль**. Кроме модуля он включал функционально-грузовой блок массой около 10 т, который должен был использоваться лишь для обеспечения подъема орбиты и стыковки со станцией. По аналогичной схеме позднее на станцию «Мир» был доставлен экспериментальный астрофизический модуль «Квант» («Земля и Вселенная», 1988, № 5, с. 34.— Ред.). Масса полезной нагрузки на модуле при этой компоновке составляла немногим более 3 т. Экономич-



**В соответствии с программой исследования космического пространства 26 ноября 1989 года ракетой-носителем «Протон» на околоземную орбиту выведен специализированный модуль дооснащения «Квант-2». 6 декабря осуществлена его стыковка с пилотируемым комплексом «Мир».**

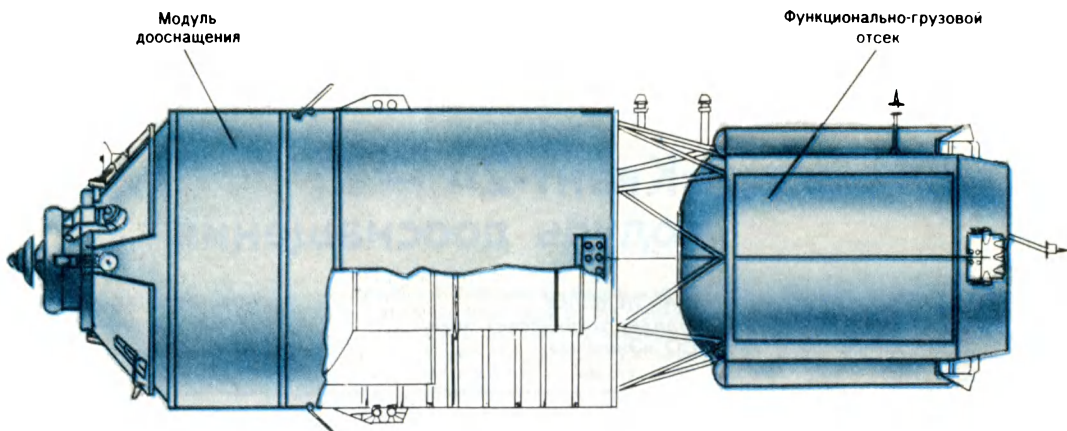
ческая оценка показала нецелесообразность такого решения.

Был предложен вариант «самоходного» модуля, который мог после отделения от ракеты-носителя самостоятельно осуществить необходимые маневры и состы-

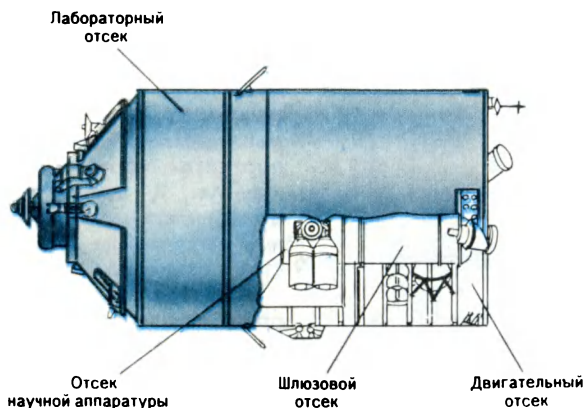
коваться со станцией. Для этого в составе модуля появился двигательный отсек, а в гермоотсеке предполагалось дополнительно установить аппаратуру системы управления как у транспортного корабля «Союз-ТМ». В этом варианте дополнительная масса полезной нагрузки на модуле составляла около 5 т.

Вскоре возникло еще одно принципиальное решение построения модуля — предлагалось использовать в качестве базы **функционально-грузовой блок**, конструкция которого уже была освоена заводом-изготовителем. Его надо было оснастить дополнительными отсеками для размещения части полезной нагрузки. У этого варианта имелся существенный недостаток — для того, чтобы модуль мог осуществлять стыковку со станцией, требовалось модернизировать основные системы функционально-грузового блока, так как они были выполнены на устаревшей к тому времени аппаратуре. Однако, учитывая необходимость преемственности используемой конструкции, в середине 1984 года было принято окончательное решение в пользу последнего варианта.

Срочно приступили к разработке новой системы управления движением, обеспечивающей ориентацию и стыковку модуля. Ее созда-



а



б

Первоначальные варианты конструкции модуля дооснащения: а — модульный транспортный корабль; б — «самоходный» модуль

ние впоследствии затянулось, что во многом повлияло на сроки запуска модуля. Модернизировались также двигательная установка, системы управления бортовым комплексом и терморегулирования. Все эти системы унифицированы для последующих модулей серии «Квант».

Немало проблем пришлось решить при компоновке модуля. С одной сторо-

ны, необходимо было максимально сохранить конструкцию функционально-грузового блока, превращенного в приборно-грузовой отсек, а с другой — установить более 7 т различного оборудования. В связи с этим возникли два дополнительных отсека — приборно-научный и шлюзовой. Окончательно длина модуля «Квант-2» составила свыше 12 м, а объем отсеков — около 65 м<sup>3</sup>.

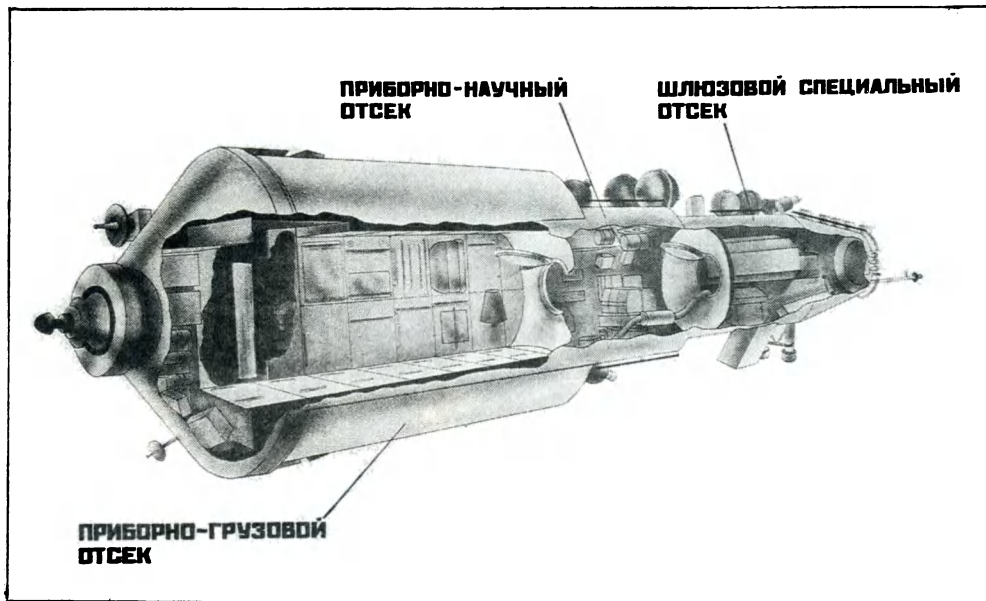
На коническом днище приборно-грузового отсека разместили антенны системы автоматического сближения и стыковки «Курс». Стыковочный агрегат соединили с днищем через герметичную проставку.

Основная часть аппаратуры управления модулем на-

ходится на силовых рамах так, чтобы осталась свободной центральная зона. Это необходимо для обслуживания оборудования и прохода в приборно-научный отсек.

Исследовательское оборудование в основном помещено в приборно-научном отсеке. В ромбовидной части приборно-грузового отсека расположен пост управления и аппаратура систем, обеспечивающих функционирование «Кванта-2» в составе научно-исследовательского комплекса «Мир». Шлюзовой отсек предназначен для выхода экипажа в космос. Такова общая схема компоновки модуля дооснащения.

Основа системы управления движением «Кванта-2» — бортовой цифровой вычислительный комплекс (БЦВК). Он обеспечивает прием, хранение, логическую обработку полетного задания и выдачу его в виде командных сигналов в смежные системы и на исполнительные органы. Когда после старта модуля не раскрылись створки одной из двух панелей солнечной батареи и была нарушена его конфигурация, именно наличие БЦВК позволило гибко изменить режимы управления и обеспечило стыковку «Кванта-2» с пилотируемым комплексом «Мир».



## ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

После стыковки модуля «Квант-2» со станцией «Мир» была выполнена принципиально новая операция его перестыковки на боковой стыковочный агрегат для освобождения торцевого причала станции. Даже в невесомости выполнение подобных динамических операций на орбите — далеко не простое дело, учитывая значительные массово-инерционные характеристики перемещаемых тел.

Был разработан специальный манипулятор, функционирующий по жесткой циклограмме. Он установлен на стыковочном агрегате. Предварительно штанга стыковочного механизма модуля отвела его на 15 см от станции. Затем была подана команда на электропривод, и манипулятор захватил гнездо на базовом блоке. Далее после выхода головки штанги из гнезда стыковочного агрегата станции манипулятор совершил несколько поворотов модуля относительно орбитального комплекса. В результате 20-тон-

Схема модуля «Квант-2»

ный «Квант-2» оказался напротив приемного конуса бокового стыковочного агрегата станции. Вновь выдвинулась штанга стыковочного механизма модуля, и повторился процесс герметичной стыковки. Перестыковка длилась около часа.

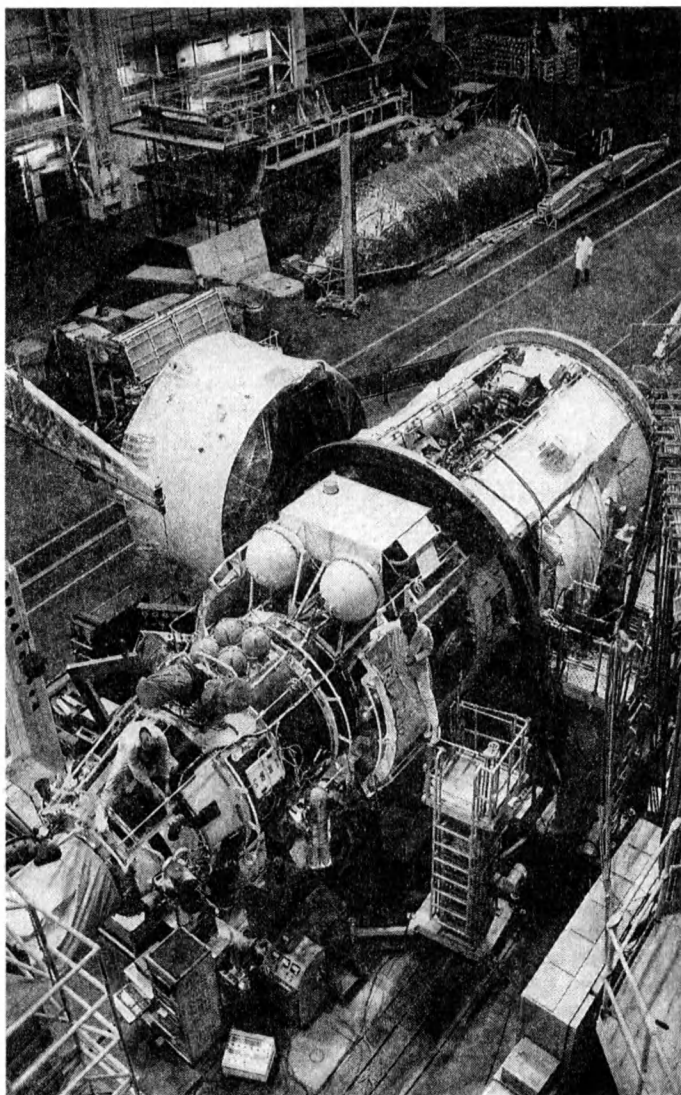
После перестыковки модуля отдельные системы, функционировавшие на автономном участке полета были законсервированы. Однако часть из них продолжает работать, обеспечивая не только эксплуатацию самого модуля, но и повышая эффективность функционирования орбитального комплекса в целом.

Это относится и к двигательной установке модуля. В отличие от станции четыре топливных бака, агрегаты и арматура двигательной установки «Квант-2» скомпонованы не в специальном отсеке, а размещены на наружной поверхности модуля. Два маршевых двигателя тягой свыше 400 кг каждый использовались при кор-

рекции орбиты. Для ориентации и управления координатным перемещением модуля в процессе его сближения со станцией предназначены два пояса двигателей малой тяги по 40 кг каждый, размещенных на приборно-грузовом и шлюзовом отсеках.

Первоначально предполагалось по специальным магистралям перекачать остатки топлива из баков модуля (примерно 600 кг) в двигательную установку станции. Однако впоследствии от этого пришлось отказаться и использовать это топливо на самом модуле. Двигатели ориентации модуля и станции объединили в единую схему. Это вынужденная мера, вызванная необходимостью проводить ориентацию многоблочного комплекса, изменяющего свою геометрию после стыковки к станции каждого нового модуля.

Объединены все основные системы модуля дооснащения и станции. Предусмотрено создание единой «теплоцентрали», которую образуют соответствующие гидравлические магистрали систем терморегулирования



Модуль дооснащения «Квант-2» в монтажно-испытательном корпусе космодрома (фото ТАСС)

станции и модуля. Дело в том, что с течением времени характеристики радиатора, обеспечивающего сброс тепла со станции, ухудшаются. Возможно повреждение экрана радиатора метеорными частицами. Объединение

контуров позволит использовать радиатор модуля для нужд станции.

С появлением модуля «Квант-2» заметно улучшаются условия работы и быта космонавтов на станции «Мир». В их распоряжении теперь стационарная душевая кабина, умывальное устройство, вода для которых очищается и регенерируется в специальной установке. Не нужно, конечно, обольщаться: наши достижения в этом отношении пока что скромные. Но сделанное — важный этап на пути создания

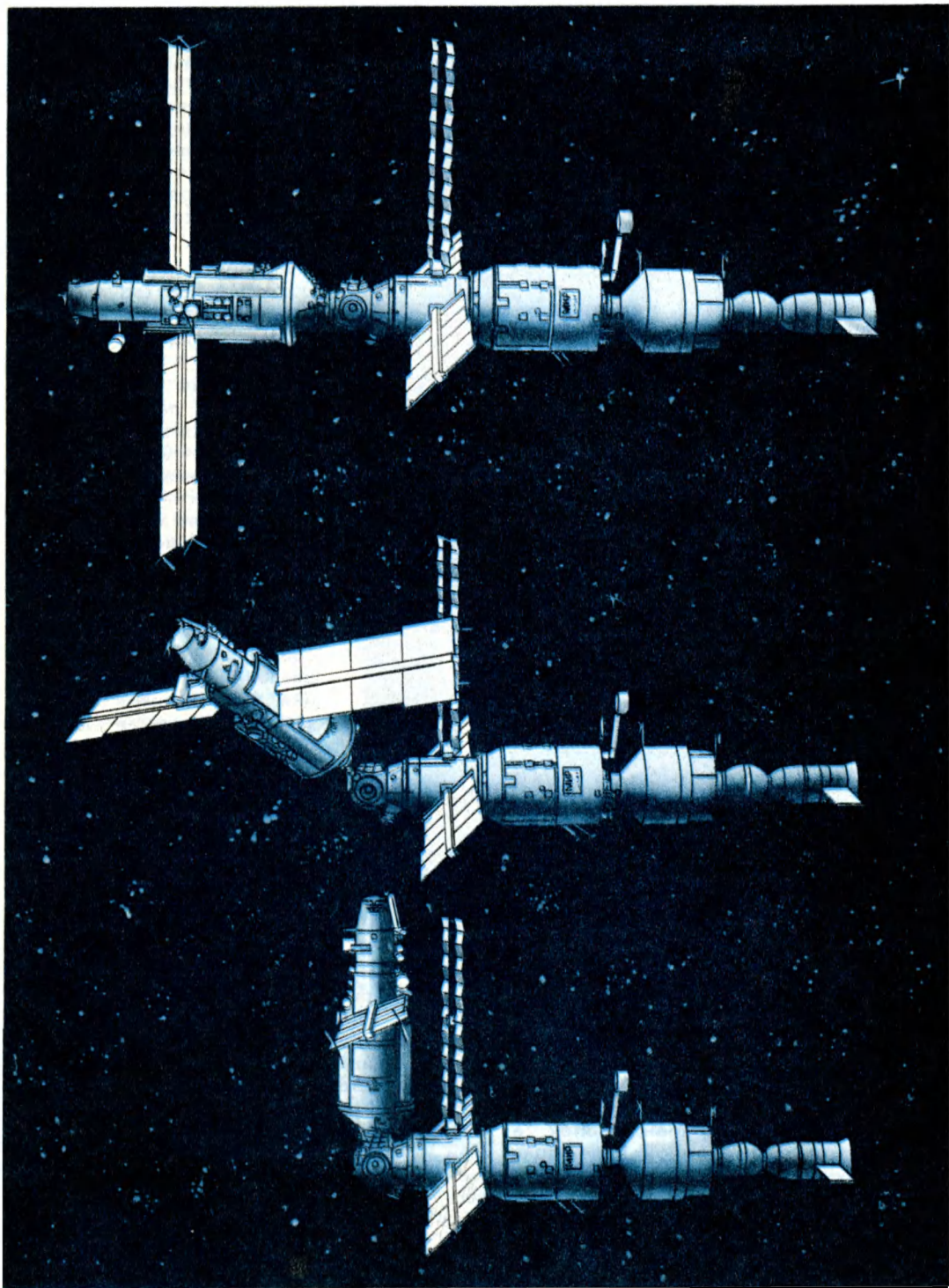
замкнутых комплексов жизнеобеспечения.

Длительное время на Земле проходил отработку комплекс систем получения кислорода из жидких отходов жизнедеятельности человека. Нужно отметить, что эксплуатация этих систем сулит немалую экономию. Ежедневно для одного человека на борту станции требуется около 10 кг расходуемых запасов средств обеспечения жизнедеятельности (СОЖ). Это во многом определяет периодичность запуска к станции грузовых кораблей «Прогресс».

Еще одна причина регулярных стартов к станции грузовых кораблей — необходимость восполнения запасов топлива. Уже на модуле «Квант» были установлены быстровращающиеся «волчки» — гиродины, обеспечивающие ориентацию орбитального комплекса почти без расходования топлива. Но с увеличением массы и моментов инерции станции «Мир» потребовался дополнительный комплект гиродинов. Он размещен снаружи приборно-научного отсека модуля «Квант-2». Это позволило освободить гермообъем для установки различного оборудования и улучшить условия работы гиродинов (в герметичных корпусах которых необходимо обеспечивать определенную степень вакуума).

Регулярная эксплуатация систем жизнеобеспечения модуля «Квант-2», гиродинов и ряда других агрегатов требует значительных энергозатрат. В то же время с течением времени происходит деградация фотопреобразователей на панелях солнечных батарей станции «Мир». В связи с этим одна из основных задач модуля «Квант-2» — дооснащение станции «Мир» системой энергоснабжения. Мощность системы энергоснабжения модуля «Квант-2» свыше 6 кВт.





Перестыковка модуля «Квант-2» с торцевого на боковой стыковочный узел переходного отсека станции «Мир»



Бортинженер А. А. Серебров со средством перемещения космонавтов, рядом командир экипажа А. С. Викторенко (фото ТАСС)

Панели солнечных батарей с приводами их автономной ориентации размещены на приборно-научном отсеке, а химические источники с блоками автоматики, обеспечивающими «выдачу» постоянного стабилизированного напряжения потребителям, — в приборно-грузовом отсеке. Из-за неполного раскрытия одной из панелей на модуле «Квант-2» сложилась до-

статочно критическая ситуация по обеспечению энергобаланса его систем. Был предпринят ряд попыток по включению во время динамических операций электроприводов нераскрывшихся створок, а также привода ориентации всей панели. В результате панель полностью раскрылась, и после стыковки «Кванта-2» появилась возможность передачи на станцию столь необходимой электроэнергии.

Система энергоснабжения модуля и станции образовали единую электросеть орбитального комплекса. При этом все панели батарей мо-

дуля и станции отслеживают Солнце по сигналам датчиков, также объединенных в единую систему.

Все эти конструктивные решения практически реализованы впервые. Они послужат основой для функционального построения бортовых систем перспективных многоблочных орбитальных комплексов.

## ДЛЯ РАБОТЫ В ОТКРЫТОМ КОСМОСЕ

Все чаще космонавтам приходится работать в открытом космосе. В шлюзовом отсеке «Кванта-2» находятся предназначенные для этого два скафандра автономного типа и средство передвижения космонавта в безопорном пространстве (СПК) (Земля и Вселенная, 1982, № 3, с. 31.— Ред.).

Шлюзовой отсек оснащен средствами регулирования давления, пультом управления, специальными элементами фиксации и другим оборудованием. Геометрическая форма и объем отсека шлюзования аналогичны переходному отсеку станции «Салют-7». Чтобы максимально использовать его, впервые применен люк, открывающийся вне отсека. Причем диаметр входного люка 1 м (станции — 0,8 м). Для того чтобы люк, на который действует усилие около тонны, создаваемое давлением в отсеке, был герметичным, потребовалось разработать замки, открывающиеся легким вращением штурвала.

При выходе из шлюзового отсека модуля «Квант-2» космонавты А. Викторенко и А. Серебров использовали скафандры автономного типа, которые не связаны электрическим фалом с бортом станции. Передача на Землю телеметрической информации и радиопереговоры шли через установленный на скафандре блок. Конт-

роль медицинских параметров осуществлялся компактной аппаратурой «Бета-8», также находящейся на скафандре. Средства жизнедеятельности и источники питания обеспечивают до 5 ч автономной работы человека в космосе.

Для передвижения космонавта снаружи станции «Мир» на ее поверхности проложены трассы поручней, имеются различные средства фиксации. Но в этом случае проход возможен только к определенным зонам. Однако иногда возникает потребность осмотра или проведения ремонтных работ в непредвиденных местах. Например, на модуле «Квант» космонавтам пришлось заменить блок рентгеновского телескопа. Переход до места ремонта в наддутом скафандре не только требует больших энергозатрат космонавта, но и может быть причиной повреждения гермооболочки элементами конструкции.

Американские космонавты несколько лет назад испытали СПК, позволяющее осуществлять перелет на небольшие расстояния. Теперь такой «космический мотоцикл» опробован и нашими космонавтами. С помощью ручек управления СПК космонавт задает направление перемещения в пространстве. Движение осуществляется с помощью микродвигателей, работающих на сжатом газе, запасы которого достаточны для многократного удаления на десятки метров. На раме СПК имеется кронштейн для крепления на нем и транспортировки грузов массой до 50 кг.

Космонавт соединен со станцией страховочной лебедкой, автоматически выбирающей слабицу троса. Однако трос затрудняет проведение маневров. Вероятно, в будущем потребуются модернизация СПК, чтобы при необходимости можно было управлять им со станции.



#### РАСШИРЯЕТСЯ ОБЪЕМ ИССЛЕДОВАНИЙ

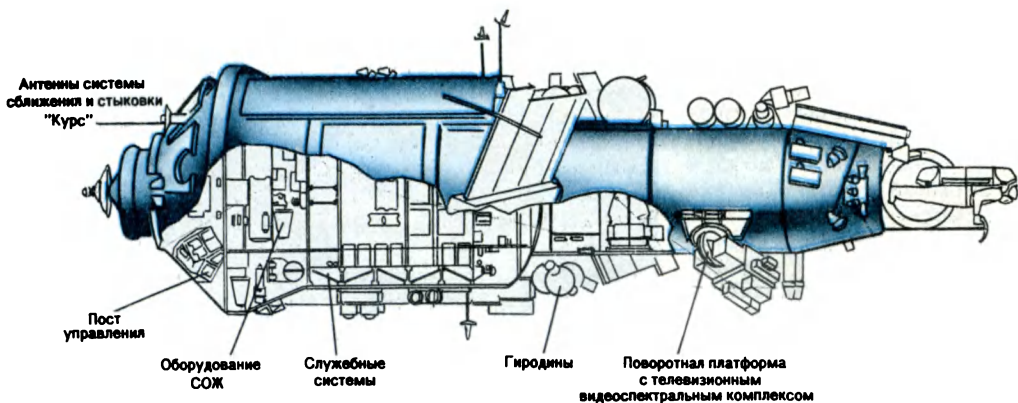
После пристыковки модуля «Квант-2» к станции габариты орбитального комплекса превысили размеры десятиэтажного дома. Его ориентация в пространстве требует значительных энергетических затрат. А для проведения многих экспериментов важно, чтобы аппаратура имела определенную ориентацию относительно объекта исследования. Поэтому приходится сокращать время наблюдений, тщательно распределяя его между различными научными программами. С прибытием последующих модулей эта ситуация еще больше обострится.

Выход из создавшегося положения — размещение исследовательской аппаратуры на отдельных поворотных платформах. Это уже сделано на «Кванте-2». Снаружи приборно-научного отсека на автоматической поворотной

А. С. Викторенко испытывает СПК в космосе 5 февраля 1990 года (фото ТАСС)

платформе установлен **телевизионный видеоспектральный комплекс (ТВК)**, включающий черно-белую и цветную телекамеры, многоканальные спектрометры для исследования атмосферы и подстилающей поверхности Земли. Здесь же размещен **анализатор рентгеновского излучения АРИЗ**. Кроме того, во время выхода космонавтов в космос на платформе установлен гермобокс с дополнительной цветной телекамерой.

**Автоматическая стабилизирующая платформа** представляет собой манипулятор, массой свыше 100 кг с двумя электроприводами, которые осуществляют повороты



в двух плоскостях и точное наведение рамы с приборами. Платформа на модуле дооснащения появилась после работ по проекту «ВЕГА». Советскими и чехословацкими специалистами были созданы поворотные платформы, одна из которых не была использована. В сжатые сроки многие конструктивные узлы и автоматика этой платформы были доработаны, и она установлена на модуле дооснащения. Угловая скорость поворота платформы доведена до  $3^\circ/\text{мин}$ , увеличен гарантийный ресурс ее эксплуатации.

В приборно-научном отсеке оборудовано рабочее место для работы космонавта с ТВК. Там находятся органы управления, экран, на котором отображается поступающая информация, и видеозаписывающая аппаратура, обеспечивающая передачу изображения, полученного вне зоны радиовидимости станции с наземных пунктов.

Платформа может управляться в реальном масштабе времени и с Земли. Специальный бортовой процессор на «Кванте-2» мгновенно считывает поступающие команды, которые после преобразования подаются в виде управляющих сигналов на приводы платформы. Телевизионное изображение с привязкой координат наблюдаемого объекта и телемет-

Схема размещения оборудования на модуле «Квант-2»

рическая информация по штатным каналам связи поступают в ЦУП. Это позволяет специалистам, оставаясь на Земле, самим в нужное время независимо от космонавтов управлять платформой, оперативно получать и оценивать информацию.

Кроме того, система управления видеоспектральным комплексом «Сигма» способна автоматически, используя информацию звездного и солнечного датчиков, наводит аппаратуру на определенный район небесной сферы. Такой режим работы используется, например, в астрофизических экспериментах с рентгеновским спектрометром АРИЗ.

Поворотные платформы с целевой аппаратурой могут существенно повысить интенсивность исследований на космических станциях. Профилактика и необходимый ремонт оборудования экипажем позволят осуществлять эти исследования в течение многих лет.

Среди запланированных на «Кванте-2» работ особое место уделено контролю за состоянием окружающей среды. Наряду с телевизионными камерами для этого предназначена **видеоспектрополяриметрическая система «Гемма-2»**, регистри-

рующая спектрально-энергетические характеристики исследуемых объектов. Она состоит из автономного оптического приемного блока и бортового информационно-вычислительного комплекса. Приемный блок устанавливается космонавтом в полете на свободном иллюминаторе в приборно-научном отсеке. Полученная информация проходит экспресс-анализ на борту модуля и отображается на цветном графическом дисплее. Затем зарегистрированные спектры передаются для дальнейшей обработки на Землю. Для фотопривязки исследуемых районов на другом иллюминаторе в шлюзовом отсеке устанавливается аппаратура **КАП-350**, которая обеспечивает получение высококачественных снимков.

В атмосферных исследованиях совместно с ТВК используется **аппаратура «Фаза»**, установленная снаружи приборно-научного отсека.

Традиционно на орбитальных станциях проводятся биологические исследования. Для изучения эмбриогенеза и особенностей развития живых организмов в приборно-научном отсеке установлен **биологический комплекс «Инкубатор-2»**, созданный совместно с чехословацкими специалистами. Цель экспериментов — получение данных о влиянии факторов космического по-

лета на наследственность. Объектом исследований выбран японский перепел. Проведение таких экспериментов на пилотируемом объекте требует специальных мероприятий по удалению вредных примесей и запахов, исключающих их попадание в атмосферу жилых отсеков. Биоконкомплекс имеет свою систему обеспечения жизнедеятельности. Продолжительность эксперимента — около четырех месяцев. Длительность цикла инкубирования — три недели.

Разнообразен перечень прикладных технических экспериментов. Для отработки капиллярных устройств забора жидкости из топливных баков в условиях невесомости служит установка «Волна-2», состоящая из гидростенда, пульта управления и сменных моделей капиллярных устройств. Она монтируется космонавтами в приборно-грузовом отсеке модуля дооснащения. Ее об-

щая масса около 250 кг. Результаты эксперимента фиксируются на киноплёнку.

Экспериментальную проверку в составе системы управления проходит оптико-электронный комплекс «Астро», созданный специалистами ГДР и СССР. Его основу составляет оптический блок С1, состоящий из трех измерительных каналов, установленный на термостабилируемой плате снаружи шлюзового отсека. Точность привязки координат к звездной системе составляет всего несколько угловых секунд.

Ответить на вопрос, как влияют факторы космического полета на композиционные материалы, состояние радиаторов системы терморегулирования и экранно-вакуумной изоляции помогут сменные панели с образцами, установленными снаружи в зоне выходного люка шлюзового отсека.

Аппаратура ЭРЭ позволит оценить состояние электр-

диоэлементов, находящихся в вакууме. Запись информации в ходе эксперимента осуществляется в блоке памяти, а затем транслируется в аппаратуру бортовых измерений модуля.

Для установки сменных образцов при выходе экипажа в космос служит универсальная платформа на шлюзовом отсеке. На этой платформе проводятся эксперименты с аппаратурой «Данко», «Феррит», которые помогут узнать как изменится структура перспективных конструкционных материалов.

Большое количество аппаратуры на «Кванте-2» сделало более напряженной работу экипажа, много усилий требует и обслуживание систем многоблочного орбитального комплекса. Чтобы увеличить экипаж, нужны будут новые, неординарные решения, необходимые для создания перспективных космических комплексов.

## НОВЫЕ КНИГИ

### «Космические энергосистемы»

Эту научно-популярную книгу издательство «Машиностроение» выпустило в 1990 году. Ее авторы — В. А. Ванке, Л. В. Лесков, А. В. Лукьянов. Книга посвящена космической энергетике, проблемам промышленного освоения космоса в интересах всех народов нашей планеты. Авторы рассматривают космические энергосистемы как один из важных и весьма перспективных путей развития цивилизации.

В книге шесть глав.

В первой главе («Освоение космоса и энергетика») обосновываются потенциальные преимущества космических энергосистем.

Вторая глава знакомит читателей с солнечными космическими электростанциями (СКЭС), их общими характеристиками, процессами преобразования солнеч-

ной энергии в электрическую, способами передачи энергии с орбиты на Землю, проблемами транспортировки и сборки СКЭС.

Третья глава называется «Управление потоками энергии излу-

чения» (теоретические и практические проблемы создания отражателей и концентраторов).

В четвертой главе («Строительство в космосе») рассказывается о создании крупногабаритных конструкций в космосе и о связанных с этим вопросах экономики и экологии.

Пятая глава («Космическими маршрутами») содержит анализ нескольких маршрутов: «Земля — Космос», «Луна — Космос» и «Межорбитальные полеты».

Заключительная глава («Заглянем в будущее») включает краткое изложение ряда грандиозных энергокосмических проектов (например, освоение гелиевых ресурсов Луны, Юпитера, Сатурна) и обсуждение критериев их технико-экономической эффективности. Особо подчеркивается значение международного сотрудничества в создании космических энергосистем.

Авторы считают, что «необходимо честное и прямое обсуждение возникающих вопросов — преимуществ, которые дает энергетика, проблем, которые предстоит решить, трудностей, которые могут встать на этом пути».



## Космос и экология

Издательство «Штиинца» (Кишинев) выпустило в 1990 году коллективную монографию «Освоение космоса и проблемы экологии» (ответственный редактор член-корреспондент Международной академии астронавтики, академик Академии наук МССР А. Д. Урсул).

Авторы монографии исследуют социально-философские и мировоззренческие аспекты космонавтики и космической экологии, уделяют особое внимание формированию нового политического мышления и проблеме предотвращения милитаризации космоса.

Книга содержит «Введение», два основных раздела («Космос и космонавтика: социально-философские проблемы» и «Экологические проблемы и перспективы космонавтики»), «Заключение» (Космос и становление экологи-



ческой цивилизации), список литературы, именной и предметный указатели.

«До недавнего времени, — говорится во «Введении», — казалось, что космос и экология — разные

сферы познания и деятельности, которые либо вообще не соприкасаются, либо лишь имеют отдельные контакты. Между тем эта автономность призрачная, сейчас становится ясно, что экологическая проблематика и космическая проблематика переплетаются, взаимодействуют... Данная монография является первой методологической работой, в которой связываются воедино гуманистические, экологические и космические проблемы. Главная цель авторов (в числе которых известные ученые Болгарии и Польши), сосредоточивших внимание на далеко не традиционных вопросах, — высказать идеи, которые могли бы стимулировать дальнейшее развитие нового мышления в глобально-космическом аспекте».

Книга заинтересует не только философов, научных работников, преподавателей вузов и школ, но и тех читателей, которые следят за публикациями в области философских проблем естествознания и социальной экологии.

## Информация

### Создано Астрономическое общество СССР

С 6 по 8 апреля 1990 года в Московском Государственном университете им. М. В. Ломоносова состоялся Учредительный съезд Астрономического общества СССР. Около 270 специалистов в области астрономии, астрономического образования и приборостроения из 79 учреждений от Прибалтики до Дальнего Востока, включая представителей всех республик, имеющих астрономические учреждения, создали профессиональное астрономиче-

ское общество. Согласно уставу, Астрономическое общество СССР — это 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 ей, могут образовывать ассоциации в рамках Астрономического общества. Основная цель деятельности Общества — способность развитию астрономии и распространению астрономических знаний.

На Съезде избрано правление общества во главе с тремя сопредседателями докторами физико-математических наук Н. Г. Бочкаревым (вед. науч. сотр. ГАИШ МГУ), В. Г. Горбачким

(профессором ЛГУ) и академиком АН ЭССР А. А. Сапаром (зав. сектором Института астрофизики и физики атмосферы АН ЭССР).

В Обществе созданы 10 комиссий по различным видам деятельности: по астрономическому образованию, по защите прав и профессиональных интересов астрономов, по любительской астрономии, по экспертизе, и др. В научной программе Съезда с докладами на тему «Современные и будущие астрономические проекты» выступили председатель Астрономического совета АН СССР акад. А. А. Боярчук, чл.-корр. АН СССР Р. А. Сюняев (ИКИ АН СССР), чл.-корр. АН СССР Н. С. Кардашев (директор Астрономического центра ФИАН СССР), проф. А. М. Черепашук (директор ГАИШ МГУ).

## Спутниковая геодезия и прогноз землетрясений

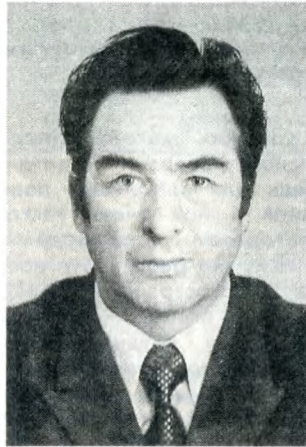
М. Т. ПРИЛЕПИН

доктор технических наук

Институт физики Земли имени О. Ю. Шмидта АН СССР

### МЕСТО ГЕОДЕЗИИ В ПРОБЛЕМЕ ПРОГНОЗА

По современным воззрениям геологов и геофизиков, литосфера Земли состоит из **тектонических плит** различных рангов — от плит размерами с континенты до блоков в десятки километров. Тепловые аномалии и неоднородности плотности в недрах Земли служат теми первичными «центрами действия», которые и вызывают движения плит. Возможны они только по сравнительно узким ослабленным зонам — разломам. При перемещениях плиты могут «зацепляться» друг за друга, в верхних жестких частях плит происходят **деформации** и начинают накапливаться **внутренние напряжения**. Когда напряжения превосходят предел прочности пород, борты разломов внезапно проскальзывают друг относительно друга. В результате высвобождается сейсмическая энергия — она и воспринимается как землетрясение (те критические напряжения, при которых происходят землетрясения в земной коре, соответствуют относительным деформациям  $1-5 \cdot 10^{-4}$ ). При разрушительных землетрясениях относительное смещение бортов разломов бывает весьма значительным. Так, во время Спитакского земле-

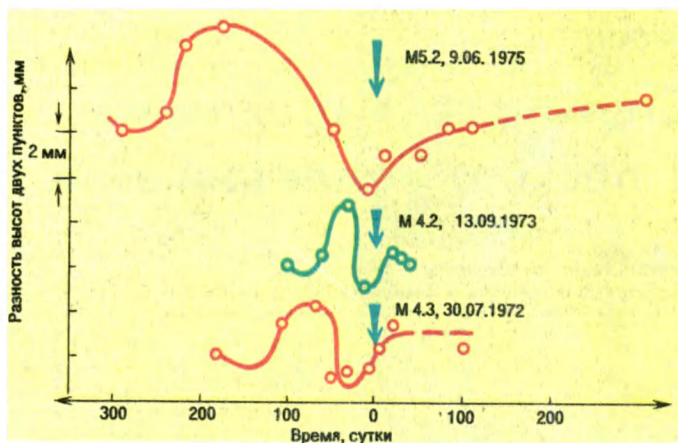


Геодезисты ряда стран уже многие годы изучают на геодинамических полигонах движения и деформации земной коры, которые могут сигнализировать о приближении сейсмических событий. Однако методы наземной геодезии часто весьма ограничены и не дают достаточного наблюдательного материала для прогнозирования землетрясений. Большие надежды ученые сейчас возлагают на спутниковую геодезию. Измерения со спутников позволяют за относительно короткие сроки получать сведения о деформациях земной коры на огромных территориях и получать их с гораздо большей точностью, чем на Земле.

трясения вертикальные смещения крыльев разлома доходили до 2 м, горизонтальные — до 1,5 м.

Многие геологи и геофизики считают, что общая тектоническая обстановка в сейсмоопасных районах Средней Азии связана с эффектом столкновения двух литосферных плит — Индоавстралийской и Евроазиатской. Отметим, что и зона Спитакского землетрясения — тоже область взаимодействия Аравийской и Евроазиатской плит. Ясно, что необходимо уметь непосредственно измерять взаимные перемещения тектонических плит и блоков всех рангов. Такие измерения производят геодезическими методами, потому что именно они обладают необходимой точностью для фиксации малых смещений земной поверхности.

В нашей стране первые геодезические работы с целью прогноза землетрясений начались еще в 1946 году. Тогда в районе Гарма в Таджикистане была развита первая геодезическая сеть (триангуляция и нивелирование), связывающая Памирскую и Тянь-Шаньскую горные системы. Такого рода работы проводятся и сейчас на многих (их более 50) геодинамических полигонах СССР. Основной метод изучения горизонтальных пере-



Кривые изменения разности высот двух пунктов до и после землетрясения, определенные с помощью геометрического нивелирования (Гармский полигон, Таджикская ССР). Моменты ударов обозначены стрелками, указаны также магнитуды и даты землетрясений. Характер изменения разности высот в этих трех случаях можно рассматривать как один из прогностических признаков сейсмического события

### ЧТО ДАЮТ КОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ?

Конечно, методы классической геодезии пригодны лишь для небольших полигонов и при очень частом повторении наблюдений. К тому же работы эти весьма дорогостоящи и далеко не везде выполнимы, проведение их сильно зависит от метеорологических условий. А главное, они часто неудовлетворительны по точности. Естественно, что взоры специалистов обращаются к космическим методам, которым доступно изучение движений и деформаций земной поверхности на огромных территориях — тектонических плитах и блоках самых больших рангов.

Нужно сказать, что в этих исследованиях впереди американские специалисты, которые уже больше десяти лет ведут целенаправленные прецизионные измерения перемещений основных тектонических плит. И ведут их двумя методами — лазерной спутниковой дальнометрии (спутники «Лагос» с отражающими призмами) и длиннобазисной радиоинтерферометрии (используются внегалактические радиоисточники). Первым методом можно определить абсолютные скорости движения плит, на которых уста-

новлены лазерные дальнометры, и относительные скорости (изменения длины линии, соединяющей точки наблюдения, и составляющие по координатным осям). Относительные скорости перемещения плит этим методом сегодня определяются с точностью 0,3—1,0 см/год (сами плиты перемещаются со скоростью до десятка сантиметров в год). Абсолютные же скорости движения плит определяются примерно в 100 раз грубее.

Метод длиннобазисной радиоинтерферометрии позволяет определить лишь относительные скорости; точность результатов здесь примерно на том же уровне, что и при лазерных измерениях.

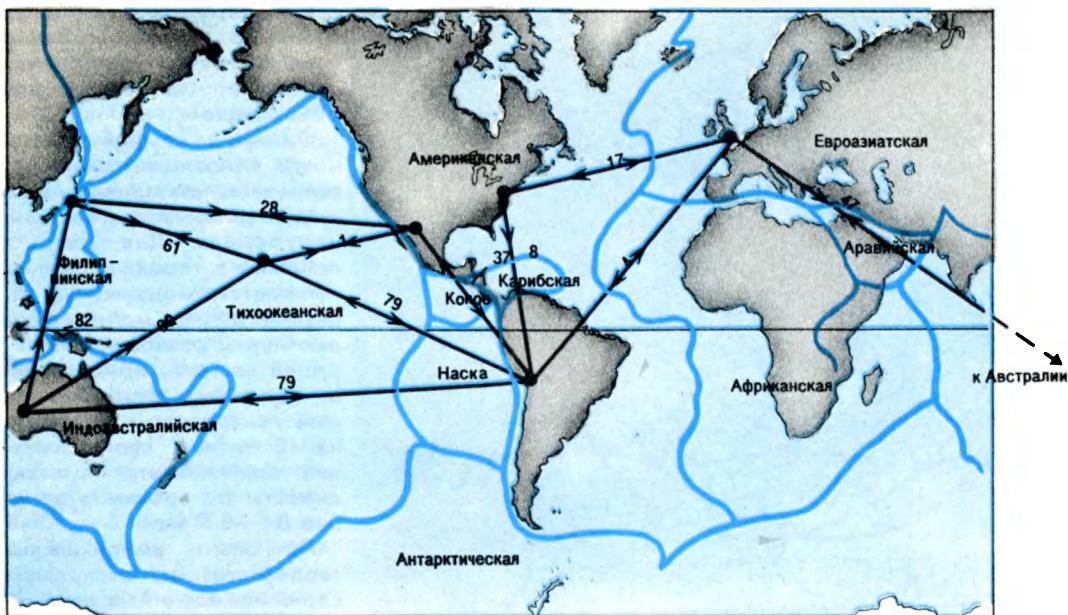
В рамках научного проекта НАСА «Динамика земной коры» и проекта консорциума европейских геофизиков «Вегенер» выполнено уже довольно много определений скоростей движения литосферных плит обоими методами. Но пока преждевременно в деталях обсуждать эти результаты, поскольку интервал времени, за который имеется обработанная информация, менее 5 лет (1979—1984 гг.). Еще «не привязана» Африканская плита, не проведены конкретные измерения скоростей весьма интересных для ученых перемещений Индийской и Евроазиатской плит в зоне их стыка и движений Аравийской плиты относительно Евроазиатской. Исключительно важное значение имели бы точно определенные абсолютные скорости хотя бы некоторых плит.

Все это предстоит еще сделать, но уже и сейчас ясно, что развитие методов спутниковой геодезии дает ученым уникальную возможность исследовать в глобальном масштабе деформации земной литосферы, и исследовать их с недоступ-

мещений — трилатерация. В отличие от триангуляции, при определении координат местности измеряют лазерными наземными дальнометрами длину сторон треугольников (Земля и Вселенная, 1979, № 5, с. 70.— Ред.), а не их углы. Вертикальные перемещения измеряют геометрическим нивелированием.

Геодезические методы изучения движений земной коры для оценки сейсмической опасности применяются в Японии (по существу вся территория этой страны представляет собой единый геодинамический полигон с густой сетью пунктов триангуляции, трилатерации и нивелирования), в США — на разломе Сан-Андреас и Аляске, а также в Китае.





ной ранее точностью —  $10^{-8}$ — $10^{-9}$ . Однако заметим, что аппаратура, используемая обоими методами, даже в мобильных и транспортабельных ее вариантах, все же довольно громоздка и дорого стоит. Так что не может быть и речи о ее очень широком применении. Поэтому в качестве основных средств изучения деформаций и взаимных смещений блоков земной коры, особенно для мониторинга деформаций — непрерывного слежения за ними с целью получения данных для прогноза землетрясений, — мыслятся глобальные спутниковые системы с высокоавтоматизированными наземными приемниками спутниковых сигналов.

### «СОЗВЕЗДИЕ» СПУТНИКОВ

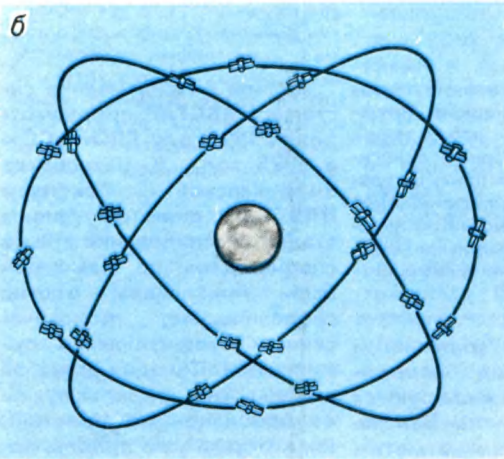
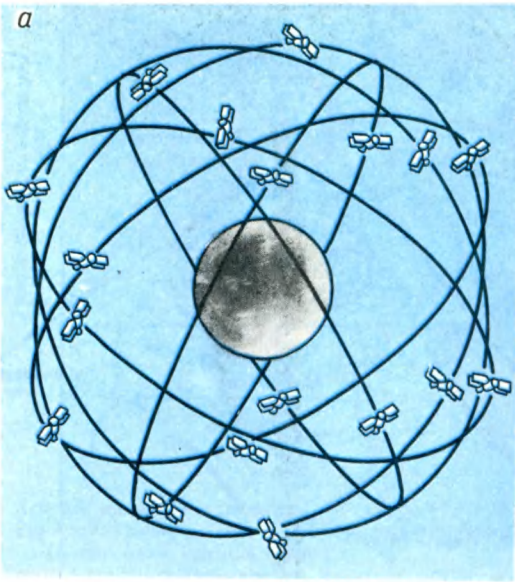
Точные спутниковые навигационные системы начали разрабатывать еще в конце 60-х — начале 70-х годов. Сейчас их известно несколько. В околоземном пространстве создается своеобразное созвездие искусственных спутников Земли, носителей

Расположение основных литосферных плит. Черные кружки — пункты наблюдений. Стрелками показаны относительные движения плит; цифрами — скорости их перемещений в мм/год, измеренные по некоторым линиям лазерными дальномерами (спутник «Ларгос»)

прецизионного времени и пространственных координат, которые транслируются по радиоканалу на Землю. Из таких систем отметим американскую НАВСТАР, советскую — ГЛОНАСС, систему Европейского космического агентства — НАВСАТ, западногерманскую — ГРАНАСС (аббревиатуры одного и того же названия «Глобальная навигационная спутниковая система»). Советская и американская системы функционируют сейчас в экспериментальной фазе, две последние существуют пока только в проектах. Система НАВСТАР будет включать 24 спутника (21 рабочий и 3 запасных), система ГЛОНАСС — то же самое количество спутников с тем же соотношением работающих и запасных.

Полное развертывание системы НАВСТАР предусмотрено в 1992 году, ГЛОНАСС — в 1995 году. К разработке американской системы НАВСТАР еще на ранних стадиях исследований кроме специалистов по навигации были привлечены многие геодезические, геологические и геофизические организации. Сегодня для этой системы ряд фирм выпускает прецизионные приемники, которые уже прошли полевые исследования. Разработаны оригинальные методики измерений деформаций земной поверхности, подготовлено программное обеспечение, выполнен ряд производственных геодезических проектов и начаты работы по изучению деформации земной коры (США, Япония, Китай).

Что же касается советской навигационной системы ГЛОНАСС, то геодезистам и геофизикам еще предстоит пройти определенный этап ее освоения. И самые большие трудности здесь — наладить промышленный выпуск прецизионных геодезических наземных приемни-



Космические комплексы навигационных систем **НАВСТАР** (а) и **ГЛОНАСС** (б). Спутники системы **НАВСТАР** движутся в шести плоскостях, системы **ГЛОНАСС** — в трех. Круговые орбиты спутников обеих систем имеют высоту соответственно 20 000 км и 19 100 км, наклонение орбит —  $55^\circ$  и  $64,8^\circ$

ков. Технические возможности изготавливать такие приемники, способные принимать сигналы спутников обеих систем, сегодня уже появились. В настоящий момент на орбиту выведено более 10 спутников системы

**ГЛОНАСС**. В ней при навигационных определениях в реальном масштабе времени используются кодовые сигналы, которыми модулируют высокую несущую частоту, вырабатываемую генератором спутника. Эта частота меняется от спутника к спутнику, что дает возможность отличать сигналы различных спутников. (Отметим, что в системе **НАВСТАР** все спутники имеют один и тот же номинал частоты, но различный характер поляризации колебаний — для идентификации спутника.) Точность определения координат на-

земных пунктов с использованием одной несущей при навигационных измерениях составляет 100—150 м для обеих систем.

Однако на земной поверхности основные измерения геодезисты выполняют не на модулированных сигналах, а на несущих. Для этого в приемнике предварительно «стирается» модуляция и записывается на магнитофонные ленты разность фаз несущей частоты, приходящей от спутника, и вырабатываемой генератором приемника. В одной серии спутник отслеживается в зависимости от орбиты в течение 0,5—3,5 часа.

По опыту американских геодезистов, из нескольких серий измерений на двух несущих 1600 и 1200 МГц (вторая частота позволяет определить фактическую скорость распространения радиосигнала в ионосфере) абсолютные координаты пункта можно определить уже сейчас с точностью до 3—5 м. Относительные же координаты при расстояниях между пунктами 5—15 км определяется с точностью не хуже 0,5—1,5 см. Следовательно, глобальные спутниковые навигационные системы уже сейчас можно использовать для широкомасштабных работ, связанных с изучением деформаций земной коры, и использовать гораздо эффективнее, чем наземные методы.

### МОНИТОРИНГ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ

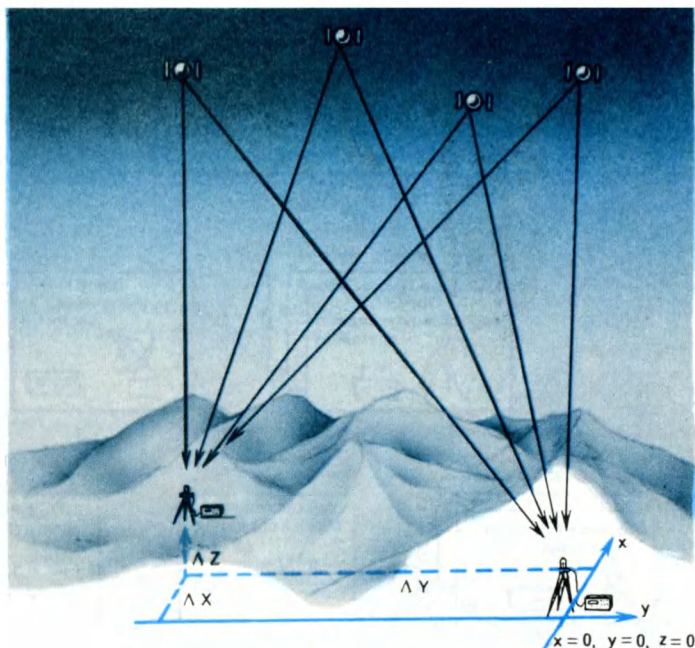
Как показывают расчеты сейсмологов и полевые наблюдения геодезистов, внутриплитовые деформации за пределами зоны подготовки землетрясений составляют  $10^{-8}$ — $10^{-7}$  (1 мм на 100—10 км). В очаговых же зонах в период подготовки сейсмических толчков деформации сильно возрастают, а перед

самим землетрясением могут достигать  $10^{-5}$ . Причем аномальные деформации, превышающие фоновые значения (они могут считаться прогностическим признаком), проявляются для землетрясений с магнитудой 5—6 за 1—6 месяцев, а с магнитудой 7—7,5 — за несколько лет. Линейные размеры зон, где возникают такие аномальные деформации, составляют десятки, а то и сотни километров.

Учитывая, что деформации развиваются медленно и процесс этот нелинейный, необходимо, чтобы точность определения (за цикл измерений 2—3 часа) была не хуже  $10^{-7}$  при расстояниях между пунктами 5—15 км. А это означает: для решения задач мониторинга деформаций в целях прогноза нужно повысить точность определений относительных координат по крайней мере на порядок по сравнению с тем, что сейчас обеспечивают системы типа **НАВСТАР — ГЛОНАСС**.

Как показывает анализ, при использовании многоспутниковых систем для абсолютных и относительных определений основные ошибки происходят из-за нестабильности генераторов спутников и неопределенности их орбит. Чтобы уменьшить эти явления, геодезисты вынуждены усложнять методику наблюдений и обработку данных, вводить в уравнения, используемые при обработке, дополнительные неизвестные.

Освободиться от всех этих трудностей в перспективе можно будет, применяя **когерентные (согласованные по фазе) сигналы**. В этом случае спутники обмениваются между собой несущими частотами, в результате чего от спутников к наблюдателю идут когерентные несущие, на которых и производятся геодезические измерения. Когда речь идет о си-



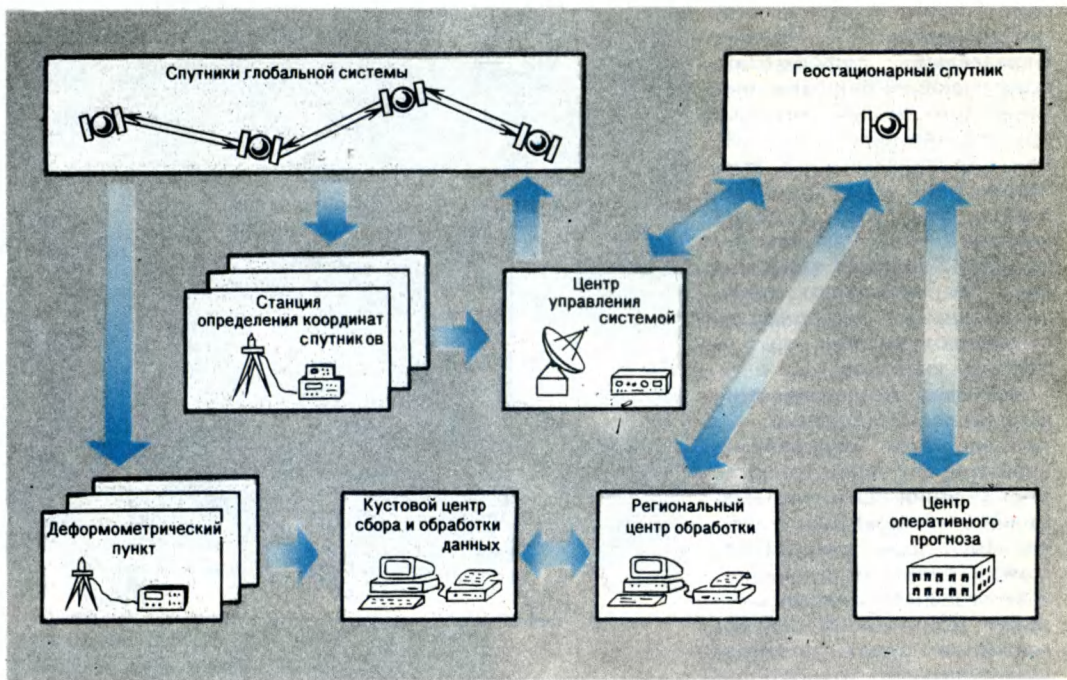
стеме мониторинга деформаций земной коры, то достаточно на «когерентный режим» перевести лишь 3—4 из 24 спутников, не теряя их и как навигационные. При этом требования к стабильности спутниковых генераторов для абсолютных определений снижаются почти на три порядка величины, для относительных — в два раза. Применяя когерентные сигналы, на спутниках можно использовать рубидиевые и высококачественные кварцевые генераторы вместо дорогостоящих цезиевых и водородных. Это дает существенное упрощение космического комплекса, особенно если учесть, что для надежности на каждом спутнике предусматривается иметь по три генератора.

Еще одна привлекательная сторона применения когерентных сигналов — возможность выполнять на Земле прецизионные измерения расстояний между спутниками. Эти данные служат также повышению точности как эфемерид спутников, так и

Схема определения относительных координат двух точек по спутниковым наблюдениям. Неизвестные пазности координат ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$ ) — функции расстояний до спутников (измеряются синхронно с концов линии, соединяющей пункты наблюдения) и координат спутников

координат наземных пунктов.

Итак, спутниковые геодезические методы для мониторинга деформаций обладают существенно большими возможностями по сравнению с наземными. И не только с точки зрения быстрого выполнения работ (не менее чем в пять раз быстрее, чем наземные) и возможности увеличить частоту повторения измерений вплоть до режима мониторинга. Спутниковые методы дают более высокую точность (на порядок) и позволяют получать из одного и того же комплекса измерений обе — и вертикальную, и горизонтальную — компоненты деформаций. Не менее важно и то, что деформометриче-



ские пункты на поверхности Земли можно выбрать в местах наиболее интересных с геофизической точки зрения и куда подчас просто невозможно добраться с геометрическим нивелированием. При этом совершенно не нужна обязательная при наземных измерениях взаимная видимость пунктов, относительные смещения которых изучаются. «Всепогодность» спутниковых измерений в определенных условиях может стать решающим фактором.

Как показывают расчеты, когерентная система спутникового мониторинга на больших площадях позволит с более высокой точностью ( $0,5—1,5 \cdot 10^{-7}$ ), чем это достигается при наземных определениях, изучать также компоненты главных скоростей деформаций, сдвиговые деформации, дилатансию (объемную деформацию) земной коры. Таким образом, можно сформулировать задачу мониторинга. Сначала по результатам измерений на спутниковой деформационной сети, выпол-

Функциональная схема спутникового мониторинга деформаций земной коры

ненных в три последовательные эпохи, необходимо определить **приблизительно** координаты очага землетрясения, магнитуду готовящегося сейсмического события и время, когда оно произойдет. А затем непрерывно **уточнять** эти параметры по мере накопления данных мониторинга с привлечением информации по другим дисциплинам.

#### СЛУЖБА МОНИТОРИНГА

Когда ставится задача о создании **Службы мониторинга деформаций и движений земной коры для прогноза землетрясений**, то наряду с собственно деформометрическим комплексом большое значение приобретают вопросы оперативной передачи информации в центры прогноза. Имеются в виду все виды прогностической информации с изучае-

мой территории. Учитывая общий большой поток информации, целесообразно использовать **геостационарные спутники** многофункционального назначения. Для системы, работающей на территории нашей страны, придется использовать два геостационарных спутника, для мировой системы, к которой и нужно стремиться, необходимы три спутника.

Измерительный деформометрический комплекс в перспективе будет включать все спутники систем **ГЛОНАСС** и **НАВСТАР** с тремя-четырьмя работающими в когерентном режиме для мониторинга в сейсмоопасных регионах. Координаты этих спутников определяются по данным пунктов **СОКС** (станции определения координат спутников) с использованием данных измерения расстояний между спутниками. В каждом из сейсмоопасных регионов (их сейчас на территории СССР выбрано 45) нужно установить четыре-пять «штатных» приемников спутниковых сигналов, непрерывно измеряющих

деформации. Кроме того, служба мониторинга деформаций должна располагать пятью-десятью приемниками для «быстрого реагирования» — использования их в таких районах, где проявляются те или иные предвестники сейсмических событий.

Первичный полевой материал деформационных изменений собирается в Кустовом центре обработки и через

наземную систему связи (НСС) передается в региональный центр обработки (РЦО). Центр располагает радиопередатчиком, с помощью которого цифровая информация по одному из стволов связи передается через геостационарный спутник в Центр оперативного прогноза (ЦОП). Именно здесь на основании всей совокупности прогностических

признаков (сейсмологических, деформационных, данных об электрическом сопротивлении пород, состоянии ионосферы, уровне подземных вод и содержании в них различных газов) экспертная группа принимает решение о соответствующих мерах в связи с возможным сейсмическим событием.

## Информация

### Земные приливы и землетрясения

Подобно тому, как в океане под влиянием Луны происходят приливы и отливы, твердая земная кора по той же самой причине регулярно претерпевает подъемы и опускания. Многочисленные попытки найти связь этих земных приливов с землетрясения-

ми до недавнего времени не имели особого успеха.

Новое слово здесь сказал геофизик Р. Уимс (Геологическое управление США в Рестоне, штат Вирджиния). Проанализировав сведения о месте и времени всех землетрясений, случившихся в восточной части США с 1737 года до настоящего времени, он обнаружил следующее. «Сухопутные» приливы незримо, но мощно изменяющие форму планеты, способствуют сейсмической активности. Правда, не везде, а только там, где земная кора рассечена сетью разломов, образовавшихся в послед-

ние 60 млн. лет. В таких районах подземный толчок как бы уже готовится. И «спусковым крючком» для катастрофы может послужить тяготение Луны, которое, в основном, вызывает земные приливы. Большая часть зарегистрированных в восточной части США землетрясений произошла именно вслед за подъемом земной коры, вскоре после его максимума.

Geology, 1989, 17, 7

## НОВЫЕ КНИГИ

### Диалог естествоиспытателя и философа

В 1989 году в издательстве «Молодая гвардия» вышла книга В. Н. Демина и В. П. Селезнева «Мироздание постигая...», написанная в виде нескольких диалогов между философом и естествоиспытателем о современной научной картине мира.

Участники диалога обсуждают множество самых разнообразных



вопросов — сущность познания явлений и процессов, пространственно-временные отношения,

диалектика абсолютного и относительного, роль математики в процессе познания, парадоксы и фантазии, основы теории относительности, модель фотона, природа гравитации, черные дыры, причина пульсаций звезд и многие другие.

Книга представляет собой результат совместных размышлений авторов над всеми этими вопросами. Причем, по мнению авторов, в книге немало идей и выводов, которые «отличаются от господствующих в настоящее время стереотипов». Авторы убеждены в полезности конструктивного обсуждения своих идей и готовы участвовать в дискуссии с возможными оппонентами.

Книга рассчитана на широкий круг читателей.



---

## У нас в гостях журнал “Zvaigžnota Debess”

---

Научно-популярный журнал «Звайгжнота Дебесс» («Звездное небо») издается на латышском языке Радиоастрономической обсерваторией Академии наук Латвийской ССР с 1958 года. Пока это единственный научно-популярный астрономический журнал, выходящий на национальном языке народов СССР. Основу журнала составляют публикации, посвященные астрономии, но много места в нем отводится и вопросам освоения космического пространства, актуальным проблемам философии, физики, математики, биологии. Нередко на страницах журнала появляются и дискуссионные статьи о загадочных и пока необъясненных небесных явлениях. Перевод одной из статей мы предлагаем вниманию читателей. Она посвящена Тунгусскому феномену и публикуется с небольшими сокращениями.

## В поисках решения

А. Э. БАЛКЛАВС

доктор физико-математических наук  
директор Радиоастрономической обсерватории АН ЛатвССР

---

Одна из наиболее интригующих загадок, поставленных природой перед человеком XX столетия — Тунгусский феномен. 30 июня 1988 года эта загадка отметила свое 80-летие, — пройден период, богатый многими исследованиями и открытиями, интересными и даже экстравагантными гипотезами. Правда, осталось большое количество «белых пятен» и твердо обоснованного научного объяснения происхождения и протекания Тунгусского феномена до сих пор еще нет (Земля и Вселенная, 1989, № 3, с. 29.— Ред.). Каждая из гипотез объясняет какой-нибудь круг явлений, связанных с Тунгусским феноменом, но всегда «спотыкается» о другие, находящиеся вне этого круга.

Экспедиции, которые направлялись в район Тунгусского феномена, собрали очень много фактов — тех разноцветных стеклышек, из которых в будущем будет составлен мозаичный «портрет» Тунгусского феномена (Земля и Вселенная, 1989, № 5, с. 82.— Ред.). Можно сказать, что уже и сейчас составлены многие фрагменты этой мозаики. А поиски продолжаются.

Очень много для понимания Тунгусского феномена дал 1986 год — год кометы Галлея, — когда после удачных космических экспериментов был уточнен состав

кометного вещества, строение и структура кометы, найдены ответы на ряд других вопросов, и, таким образом, удалось существенно продвинуться вперед не только в исследованиях комет, но и в познании Тунгусского феномена. Это позволило отвергнуть как малообоснованную одну из самых старых гипотез, выдвинутых для объяснения Тунгусского феномена, — **метеоритную гипотезу.**

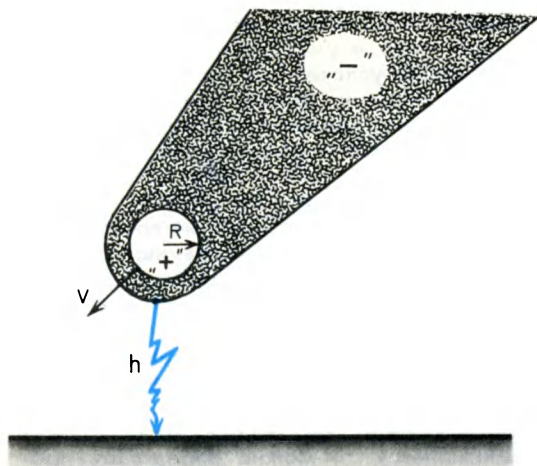
Действительно, и параметры вещества ядра кометы Галлея, и отсутствие в районе Тунгусской катастрофы образцов метеоритного вещества, дают основание думать, что причиной явлений, связанных с Тунгусским феноменом, было не плотное и компактное метеорное тело, а **ядро небольшой кометы или его обломка**, массу которого оценивают приблизительно в 100 тыс. т. В связи с этим автор данной статьи, описывая явления, произошедшие в Тунгусской тайге более 80 лет назад не употребляет словосочетание «Тунгусский метеорит», а заменяет его более нейтральным и поэтому пока более подходящим — «Тунгусский феномен».

Новейшие достижения в исследовании комет дают возможность снова обратиться к одной уже известной, но ранее не привлекавшей к себе особого внимания гипо-

тезе — о взрывном распаде метеорных тел в результате электрического разряда. Эту гипотезу выдвинул физик А. П. Невский (Астрономический вестник, 1978, т. 12, № 4, с. 206—215). По его мнению, она позволяет весьма аргументированно объяснить большую и значимую часть, если не сказать — весь комплекс явлений, связанных с Тунгусским феноменом. А. П. Невский обратил внимание на то, что вторжение в земную атмосферу со сверхзвуковой скоростью крупных метеорных тел вызывает ряд процессов и явлений, не объясненных до самого последнего времени. В первую очередь здесь надо отметить увеличение напряжения электрического поля атмосферы, которое в некоторых случаях создает интенсивный электрический разряд коронного типа, известный под названием «огней святого Эльма». Наблюдаются также образование индуцированных токов в электрических цепях, генерация сильных радиопомех и другие процессы, явно указывающие на их электрическую природу. По мнению А. П. Невского, необходимо искать всем этим явлениям общее объяснение.

Как известно, один из самых важных газодинамических процессов, связанных с движением тела, вторгшегося в атмосферу с большой скоростью, — образование вокруг него плазменной оболочки. Поверхность может накаляться до такой температуры, что начинается термоэлектронная эмиссия — «испарение» свободных электронов. Эти электроны захватываются и уносятся встречным потоком плазмы. Тело приобретает все возрастающий положительный заряд. Образуется огромный электрический диполь с концентрированным положительным зарядом на поверхности и рассеянным отрицательным зарядом в плазменном хвосте, размеры которого многократно превосходят высоту полета.

Более подробные исследования такой модели показывают, что положительный заряд поверхности может достичь значительной величины<sup>1</sup>, в результате между телом и Землей возникнет внушительная разность потенциалов, которая может привести к пробое изолирующего воздушного слоя между метеорным телом и Землей — к разряду молнии. Как известно, величина напряжения пробоя атмосферного воздуха зависит от влажности, темпе-



Распределение электрических потенциалов между метеорным телом, окружающей его плазмой и поверхностью Земли

ратуры и других параметров и заключена в пределах от 5 до 30 кВ/см. Принимая за исходную величину максимальное критическое напряжение (30 кВ/см), и зная массу, размеры и скорость движения тела, можно приблизительно определить критическую высоту, на которой происходят разряды молний. В случае больших размеров тела ( $R \sim 300$  м),двигающегося со скоростью  $v = 15$  км/с, такой разряд может начинаться уже на высоте  $h = 25$  км.

Это означает, что траектории попавших в атмосферу космических тел могут быть разделены на две группы: **траектории, для которых высота максимального торможения не попадает в область критического потенциала**, когда происходит пробой атмосферного слоя, и **траектории, для которых высота попадает в эту область**. В первом случае космическое тело испытывает аэродинамическое торможение вплоть до своего полного разрушения или соприкосновения с поверхностью Земли. Как показывают наблюдения метеоров и болидов, такой полет сопровождают аэроакустические (свист, шипение) и другие аэрофизические эффекты (генерация ударной волны, электрические и магнитные аномалии). Во втором случае к этому присоединяется электрический разряд (молния).

Такая молния — очень сложный физический процесс, исследование его еще далеко не закончено. Однако в основных чертах его сущность ясна и можно определить величину наиболее важных физических параметров, характеризующих данный процесс. Одна из наиболее существ-

<sup>1</sup> Положительному заряду, образующемуся на метеорном теле при его движении через атмосферу, присуще свойство стабилизироваться, прекращать рост при достижении некоторой величины, определяемой скоростью тела.

венных особенностей: каждый разряд разрушает тело и уменьшает его потенциал, что создает условия для увеличения электронной эмиссии, то есть для восстановления прежнего значения положительного потенциала и возникновения нового разряда. Однако надо иметь в виду, что все это происходит за счет кинетической энергии движения тела, дополнительно способствуя его эффективному торможению. Отсюда можно заключить: электрические разряды происходят до тех пор, пока скорость тела достаточно упадет за счет торможения или пока само тело не раздробится на фрагменты, потенциал которых уже не в состоянии вызвать разряды. Если благодаря электрическим разрядам скорость тела уменьшается, то можно определить промежуток времени, в течение которого совершаются разряды. Оказывается, что при скорости 6—22 км/с его пределы  $10^{-2}$ — $10^{-5}$  с, то есть преобразование энергии движения космического тела в энергию электрического разряда может происходить в виде очень сильного взрыва. Теперь становится понятным, почему иногда в метеоритных кратерах не удается найти метеоритное вещество. На Земле существует примерно 20 образований, в которых даже при бурении не удалось обнаружить остатки метеоритного тела. По концепции А. П. Невского, такие кратеры образовались в результате электрического разряда, а сами метеоритные тела распались и испарились в атмосфере высоко над Землей.

Обнаруживается еще одна особенность: величина общего тока, протекающего от тела на Землю, во время разряда для тела радиусом 1 м достигает величины  $\sim 10^8$  А, и  $\sim 10^{12}$  А — при радиусе 100 м. Так как в одном канале разряда (молнии), как показывают исследования, сила тока не может превышать  $\sim 2 \cdot 10^6$  А, то такой разряд должен происходить одновременно или за очень короткий промежуток времени через несколько (или даже через многие) каналы, и в каждом канале сила тока будет близка к граничной величине  $2 \cdot 10^6$  А. Это означает, что количество разрядных каналов может колебаться от 100 (для тела с радиусом 1 м) до  $10^6$  (при радиусе 100 м). Все каналы заключены в узком конусе. Температура в разрядных каналах достигает нескольких миллионов градусов, а давление — сотен тысяч атмосфер. Можно предположить, что большая часть энергии разряда (30—50 %) выделяется в виде излучения, в том числе жесткого рентгеновского и нейтронного. Это подтверждается экспериментальными данными, которые показывают присутствие

потоков нейтронов во время сильных грозных разрядов. Так, например, индийские ученые в Гималаях на высоте 2743 м над уровнем моря установили автоматические детекторы нейтронов, включающиеся, когда поблизости протекает разряд молнии. Во время длительного эксперимента было зарегистрировано примерно 11 тыс. разрядов молний, и в 124 случаях они сопровождались появлением нейтронов. Предполагается, что под влиянием высоких температур и давления в разрядных каналах может произойти реакция синтеза тяжелого водорода — дейтерия, в результате чего образуется ядро  $\text{He}^3$  и появляется один свободный нейтрон.

Мы уже говорили, что гипотеза А. П. Невского позволяет объяснить многие события, связанные с Тунгусским феноменом. Рассмотрим некоторые из самых важных. Протекающий на большой высоте сверхмощный многоканальный разряд между космическим телом и Землей должен был проявиться как огромный, высотой во много километров, огненный столб, интенсивное излучение от которого вызвало бы лесные пожары на обширной территории. Это и наблюдалось во время Тунгусской катастрофы. очевидцы подтверждают, что видели «фонтан взрыва». Жители Ванавары и других окрестных мест даже почувствовали внезапный жар («чуть не загорелась рубашка», «будто пламя ударило по лицу» и так далее).

Взрывное выделение очень большой энергии (ее оценивают примерно в 40 млн т тротилового эквивалента) в почти цилиндрическом объеме порождало очень мощную квазицилиндрическую ударную волну, ставшую главным виновником вывала леса на обширной площади. Однако эта ударная волна, в которой выделялась большая часть энергии разряда, не была единственной. Образовались еще две ударные волны. Причиной одной из них было взрывообразное дробление материала космического тела. А другая была обыкновенной баллистической ударной волной, возникающей в атмосфере при движении любого тела со сверхзвуковой скоростью.

Гипотезу такого протекания событий подтверждают рассказы свидетелей катастрофы: «в 7<sup>43</sup> утра раздался шум, какой создает сильный ветер. Сразу после этого последовал страшный удар... Тогда произошел второй взрыв с такой же силой, и третий... А потом 5—6 минут слышалась прямо-таки артиллерийская стрельба... Понемногу грохот стал слабее». В этом описании эффект, напоминающий артиллерийскую канонаду, можно объяснить разрядом через многие каналы. Надо сказать,



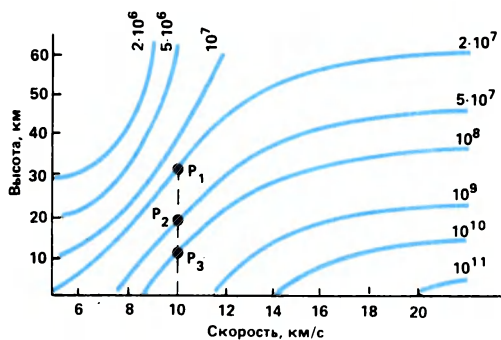
что очень важную информацию о баллистике и физике падения космического тела исследователям Тунгусского феномена дала инвентаризация и обследование более чем 150 тыс. вываленных и поврежденных во время катастрофы деревьев.

В результате сверхмощного электрического разряда космическое тело разделилось на многие фрагменты, большая часть которых из-за высоких температур разрядовых каналов превратилась в пыль или испарилась. Легче всего диссипировало кометное вещество, состоящее из рассыпчатого, загрязненного космической пылью льда разного состава. Это объясняет, почему на месте катастрофы, несмотря на очень тщательные поиски, не удалось найти сколько-нибудь значительных остатков метеоритного вещества, и подтверждает мысль, что космическое тело, породившее Тунгусский феномен, скорее всего, было не метеоритом, а обломком ядра небольшой кометы (может быть, кометы Энке).

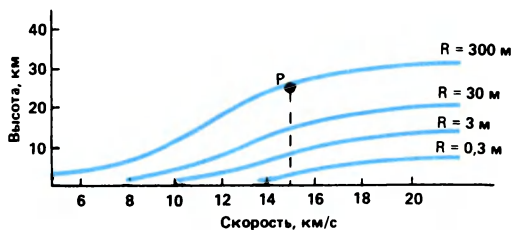
В последнее время участникам экспедиций, проводившим анализ послекатастрофной почвы (особенно торфяного слоя), удалось выделить в ее образцах **повышенную концентрацию микроскопических частиц космического происхождения** (стеклянные шарики и осколки разных цветов и оттенков). Химический анализ свидетельствует об увеличенном содержании в этих частичках натрия и редкоземельных элементов. Такие «стеклышки» прежде ни на Земле, ни в ее недрах не обнаруживались. Этих частиц нет и в образцах грунта, доставленных с Луны. Очень возможно, что шарики связаны с Тунгусской катастрофой. Во время высокотемпературного взрыва вещество могло перейти в газовое или жидкое состояние, а затем охлаждаясь и конденсируясь в виде микроскопических частиц, постепенно оседать и рассеиваться на обширной территории.

На месте взрыва должно было возникнуть **большое, быстро расширяющееся облако газа и пыли**. Именно такое облако видели очевидцы Тунгусской катастрофы. Возникновение облаков метеоритного происхождения подтверждают и описания многих других падений метеоритов.

Образование очень большого положительного заряда на космическом теле перед разрядом позволяет индуцировать накопление большого отрицательного заряда на предметах, находящихся на Земле. В результате действия сил электростатического притяжения эти предметы могут подняться в воздух. Это явление получило название **электростатической левитации**. Им объясняются взлеты разных предметов, описанные при падениях боль-



Положительный потенциал, который приобретает метеорное тело радиусом 1 м на высоте  $h$  км от земной поверхности, если оно летит со скоростью  $v$  км/с



Высота, на которой происходит электрическое разрушение метеорных тел радиусом  $R$  м и скоростью движения в атмосфере  $v$  км/с

ших метеоритов. Очевидцы Тунгусской катастрофы наблюдали поднятие в воздух юрт, деревьев. Были вырваны и унесены по воздуху деревья, растущие на холмах, унесен верхний слой почвы, в реке происходило волнение и появлялись большие волны, шедшие против течения, и в некоторых местах река вдруг лишалась воды.

Все это не надо путать с воздействием ударных волн, проявления которых совсем другие. Действием электростатических сил и разрядов можно хорошо объяснить и шуму, странные ожоги деревьев, так как электростатический коронный разряд часто сопровождается разными шипящими свистами, шелестом, «будто в воздух поднимается испуганная стая птиц», могут возникать ожоги, которые трудно связать со световой вспышкой. Вспышка могла быть лишь одной, но не единственной причиной возгорания леса. Ведь не зря исследователи, работавшие в районе Тунгусской катастрофы, наряду с обгоревшими деревьями, рядом обнаружили деревья, у которых вовсе не было ожогов.

Так как электростатическое поле и вызванный им коронный разряд больше все-

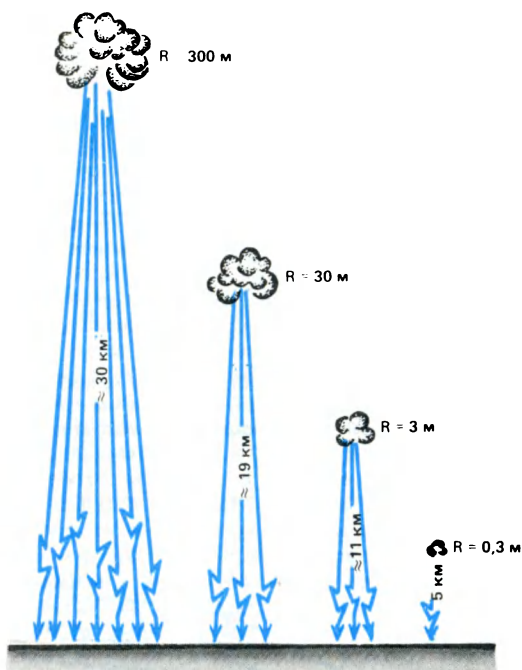


Схема разрушения метеорных тел разных радиусов при вторжении их в атмосферу с одинаковой скоростью ( $v \approx 20$  км/с)

го затрагивают крону деревьев, она должна вспыхнуть первой. Это объясняют рассказы очевидцев о возгорании верхушек деревьев. Сильное электростатическое поле может поднимать и ломать также отдельные ветки. В острых местах перелома происходит усиленная концентрация заряда, в связи с чем такие места обгорают и обугливаются. Если дерево вырвано с корнем, находят объяснение и наблюдавшиеся ожоги корневой системы. Там, где электропроводность меньше, на более сухих местах, коронный разряд мог совсем не затронуть деревья. Поэтому рядом с обгоревшими могли сохраняться вовсе не тронутые огнем деревья.

Если принять во внимание возможную генерацию нейтронного потока и рентгеновского излучения в каналах электроразряда, весьма естественную разгадку получит и наблюдавшийся в Тунгусском районе (и до сих пор считающийся особо загадочным) **усиленный рост лесного молодняка**, а также деревьев, не уничтоженных во время катастрофы. Причиной могли быть генетические мутации, вызванные и облучением, которое в районе катастрофы в 10—12 раз превышает уровень фона, и сильным коронным разрядом. Надо отметить, что последний вывод основывается на экс-

периментальных данных, поскольку, как известно из сельскохозяйственной практики, обработка почвы, семян и растений коронным разрядом ускоряет и стимулирует рост растений.

Движение заряженного космического тела аналогично короткому импульсу тока, и должно вызвать также **мощный импульс магнитного поля**. Он был зафиксирован приборами Иркутской обсерватории. Этим можно объяснить обнаруженное в районе катастрофы перемагничивание грунта — в районе катастрофы носители постоянного магнитного поля грунта ориентированы иначе, чем в районах, удаленных на 30—40 км.

С помощью многоканального электрического разряда можно понять **происхождение заполненных водой ям в торфянике** в этом районе. Первые экспедиции, предполагая, что ямы выбиты осколками взорвавшегося в воздухе метеорного тела, тщетно пытались обнаружить в них метеоритное вещество. В местах максимальной концентрации разрядных каналов мог возникнуть кратер, который после этого превратился в болото, так как мощный ток разряда вызвал таяние вечной мерзлоты, кипение воды и увеличение давления в подземных горизонтах. Выброшенная водяная масса, затопляя низины, способствовала усиленному заболачиванию местности. Это все теперь можно наблюдать на месте катастрофы.

А. П. Невский пытается по-своему объяснить **появление белых ночей** — свечение неба в Европе и Азии сразу после Тунгусской катастрофы. По его мнению, существующее до сих пор предположение, что его причиной стала космическая пыль, отражающая солнечный свет, неверно, так как образовавшаяся во время взрыва пыль не могла в течение нескольких часов распространиться от берегов Енисея до Рейна. А. П. Невский считает, что **светилась ионосфера, возмущенная полетом и взрывом космического тела**. Это частично подтверждают наблюдения 16 ноября 1984 года, сделанные во время возвращения на Землю американского космического корабля «Дискавери». Ворвавшийся в атмосферу со скоростью, которая почти в 16 раз превышала скорость звука, он на высоте 60 км был виден как большой огненный шар с широким хвостом и вызвал длительное свечение верхних слоев атмосферы.

Как видно, гипотеза А. П. Невского дает возможность весьма обоснованно и, главное, не выдвигая никаких экстравагантных допущений, объяснить многие не объясненные до сих пор явления, связанные

с Тунгусским феноменом. Но можно ли теперь считать, что тайна раскрыта? Нет! Пока это все-таки только гипотеза, хотя и лучше обоснованная (притом опирающаяся только на хорошо известные физические закономерности), чем другие выдвинутые до сих пор. За исключением метеоритной, большая часть гипотез, в том числе гипотезы аварии в земной атмосфере оснащенного ядерным двигателем НЛО, столкновения Земли с миниатюрной черной дырой, кусочком антивещества, плазмоидами, оторвавшимися от Солнца и другие, являются довольно экзотичными и при более тщательном анализе встречаются большие трудности для объяснения того или

другого явления, связанного с Тунгусским феноменом. Для полного признания гипотезы А. П. Невского необходимы дальнейшие детализированные расчеты и исследования, согласование с уже известными и еще не известными фактами, которые будут обнаружены и могут оказаться совсем неожиданными. Какими станут результаты этого процесса познания, мы можем пока только гадать. Однако ясно, что рассмотренная гипотеза — это новый и очень серьезный шаг вперед к разгадке этой «загадки века».

Перевод автора

## Электрические эффекты при полете метеоров

В статье известного советского астрофизика А. Э. Балклавса освещается один из аспектов проблемы Тунгусского феномена — возможное проявление электрических сил и полей, приведших к мощному электрическому пробое на Землю, которым, согласно гипотезе физика А. П. Невского, можно объяснить ряд наблюдавшихся тогда явлений. Идея была впервые высказана А. П. Невским еще в 1963 году, в его докладе на семинаре Комитета по метеоритам АН СССР. По непонятным причинам он задержал ее публикацию на 15 лет.

Еще в 40-х годах сперва И. С. Астапович, а потом А. Г. Калашников произвели эксперименты по обнаружению метеоромагнитных эффектов, то есть магнитных возмущений от пролетающих метеоров. И тот, и другой получили положительные результаты. Спустя более 10 лет на эксперименты А. Г. Калашникова обратили внимание сразу несколько исследователей. Ничего не зная о работах друг друга, советские ученые В. П. Докучаев, В. В. Иванов и

Ю. А. Медведев, а также А. У. Дженкинс и Б. У. Дюволл из Университета Уичита (штат Канзас, США), С. Чепмен (Университет штата Аляска) и А. Ашур из Каирского университета дали четыре разных решения одной задачи: возможно ли протекание в метеорном слое электрических токов, и если да, то какова причина их возникновения и какова их сила. Поскольку различные исследователи дали разные ответы на один вопрос, задача требует более пристального анализа.

Еще больший интерес к проблеме пробудил вопрос о природе электрофонных болидов, когда яркий болид сопровождается звуки, напоминающие шорох, шелест, свист или шипение. Между тем звуковые волны от болида, находящегося на расстоянии 50—100 км от наблюдателя, могут прийти лишь спустя 2,5—5 мин после его пролета. Значит, наблюдатель достигает электромагнитные волны, которые переходят в звук в непосредственной близости от него. Эксперименты, проведенные австралийским астрономом К. Кзем, подтвердили это предположение. Он же предложил физический механизм, объясняющий генерацию болидом радиоволн. В следе болида неизбежно

возникают турбулентные вихри, приводящие к запутыванию силовых линий геомагнитного поля. Поле быстро усиливается, затем оно распадается, отдавая энергию: большую часть в виде тепла, меньшую — в виде радиоволн. В 1983 году нами была теоретически развита идея К. Кэя и показано, что энергии усиленного магнитного поля вполне хватает для возбуждения аномальных звуков.

В общем виде задача об электрических и электромагнитных явлениях остается пока нерешенной. По этой проблеме 6—7 июля 1989 года в Запорожье по инициативе Научно-технического объединения «Полид» (от слов «поле идей») проведено специальное совещание. С изложением своей теории там выступил А. П. Невский. Обсуждение проблемы будет продолжено и на втором совещании, которое намечено провести в 1991 году.

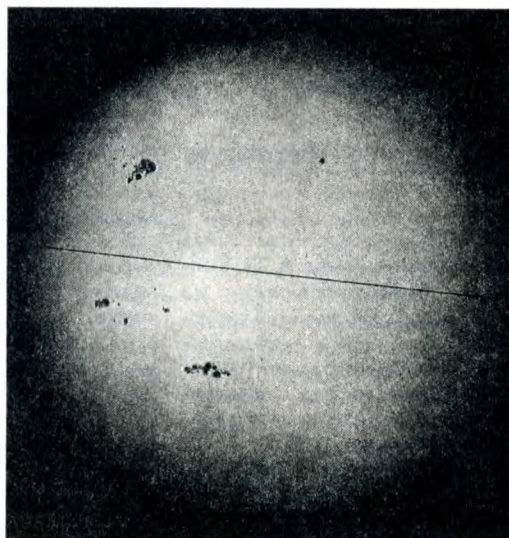
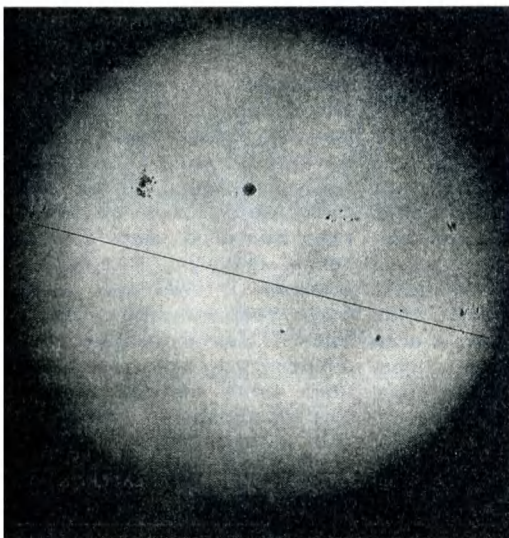
В. А. БРОНШТЭН  
кандидат  
физико-математических  
наук

## Солнце в декабре 1989 — январе 1990 года

В этот период на диске ежедневно было не менее пяти групп пятен (чаще всего от 7 до 9). В большинстве случаев — группы умеренных размеров и простой магнитной конфигурации. Чис-

монотонно нарастали и достигали в сентябре 195. С октября до конца года активность снижалась. Но это не означает, что максимум солнечной активности миновал. Не исключено, что в ближайшие месяцы мы вновь станем свидетелями грандиозных явлений на нашем дневном светиле.

В 1989 году особое внимание привлекли мощные вспышки 6 марта и в последующие несколько дней, 16 августа, 29 сентября, 19—22 октября. Они сопровождались интенсивными потоками протонов, достигавших Земли. Наиболее сильной была вспышка 29 сентября. После нее в Гренландии зарегистрировали пятикратное увеличение потока протонов (наибольшее за последние 30 лет). Мощное рентгеновское излучение вызва-



ло Вольфа ( $W \approx 160-170$ ) в целом лишь несущественно уменьшилось по сравнению с двумя предыдущими месяцами. Минимальные значения  $W$  находились возле отметки 100, максимальные — достигали 260.

Относительно низкая активность в первой и особенно во второй декадах декабря, а также в середине января, когда  $W$  не превышало 150. Пик активности пришелся на третью декаду декабря, его влияние захватило и начало января. Активны были оба полушария. Пятна располагались преимущественно на широтах  $10^\circ - 20^\circ$ ; довольно обычная ситуация вблизи эпохи максимума цикла. В то же время во второй половине декабря и первой половине января пятна появлялись и на широтах  $\sim 30^\circ$  и даже вблизи  $40^\circ$ . Высокоширотные пятна обычно характерны для начала цикла, в данном случае они были явной аномалией.

Итак, с января по март значения  $W$  почти не отклонялись от отметки 155, затем довольно

Солнце 6 декабря (слева) и 26 декабря 1989 года. Первая фотография относится к периодам сравнительно низкой, вторая — достаточно высокой активности  
Снимки получены В. В. Никитиной (Байкальская астрофизическая обсерватория СибИЗМИРА)

ла вспышка 16 августа. События на Солнце сопровождались геофизическими возмущениями, нарушениями работы электронных и радиотехнических систем. Так, вспышка 6 марта привела к отключению электросетей в северных провинциях Канады, искажению работы радио- и телевизионных станций и другим явлениям.

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

---

## Обсерватории и институты

---

# Строящаяся радиоастрономическая обсерватория

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

---

### В ГЛУБЬ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

Основной инструмент строящейся обсерватории — радиотелескоп РТ-70. Это — полноповоротный параболический рефлектор с диаметром зеркала 70 м, работающий в коротком миллиметровом диапазоне радиоволн (вплоть до  $\lambda=1$  мм).

Напомним, что эффективность радиотелескопа определяется двумя основными параметрами: **проницающей силой и разрешающей способностью**. Проницающая сила характеризует способность телескопа обнаруживать слабые объекты и определяется собирающей площадью его антенны. Чем больше диаметр зеркала, тем выше проницающая способность радиотелескопа, тем более слабые объекты он может обнаружить, а следовательно, тем дальше в просторы Вселенной и глубины времени можно проникнуть с помощью такого радиотелескопа. Угловая разрешающая способность различить два близких объекта в картинной плоскости, или «видеть» мелкие детали радиоизображения. Чем выше разрешающая способность радиотелескопа, тем

---

В горах Узбекистана сооружается радиоастрономическая обсерватория Астрокосмического центра ФИАН. Ее главным инструментом станет крупнейший в мире радиотелескоп для самых коротких радиоволн. Работа обсерватории будет проводиться по единой программе с космическими радиотелескопами, образуя гигантскую интерферометрическую систему с размерами намного больше диаметра Земли.

---

более детальную картину изображения можно получить с его помощью. Разрешающая способность определяется отношением длины волны к диаметру зеркала.

Первые радиотелескопы работали в метровом диапазоне волн и имели очень низкую разрешающую способность. Значительный шаг вперед был сделан с появлением более точных радиотелескопов **дециметрового и сантиметрового диапазонов**. Одним из первых представителей этого класса был Большой пулковский радиотелескоп (БПР). Крупнейшие телескопы сантиметрового диапазона — радиотелескоп Аресибо (США) неподвижной чашей диаметром 300 м

и полноповоротный радиотелескоп в Эффельсберге (ФРГ) диаметром 100 м. Дальнейшее увеличение зеркала для наземных радиотелескопов сталкивается с непреодолимыми трудностями. Во-первых, в сильной степени возрастает их стоимость. Во-вторых (и это главное!), увеличиваются весовые деформации, искажающие поверхность зеркала. По-видимому, радиотелескоп диаметром 100 м близок к конструктивному пределу для наземных радиотелескопов сантиметрового диапазона. Поэтому радиоастрономы добиваются повышения разрешающей способности путем создания систем с избыточным разрешением — это **антенны переменного профиля (БПР, РАТАН-600) и системы апертурного синтеза**, крупнейшая из которых — система VLA в США.

Другой путь повышения разрешающей способности состоит в уменьшении длины волны, то есть в переходе в **миллиметровый диапазон спектра**. Астрономы давно мечтали о проникновении в миллиметровый диапазон не только из-за повышения разрешающей способности, но и потому, что освоение каждого нового диапазона дает возможность получать принципиально но-



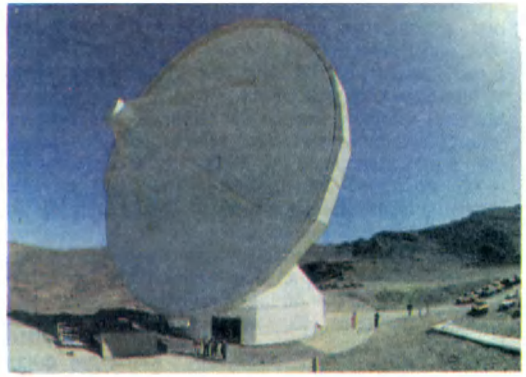
45-метровый радиотелескоп обсерватории Нобейама, Японии

вую информацию об астрономических объектах. Оптическая астрономия постепенно расширяла диапазон исследований за счет ультрафиолетовой и инфракрасной областей спектра. Радиоастрономия, начав с метровых волн, постепенно освоила дециметровый и сантиметровый диапазоны и подошла к исследованию миллиметрового. На этом пути, проникая в сторону все более коротких волн, радиоастрономия не только получала дополнительную информацию о уже известных объектах, но сталкивалась с новыми. Одни из них были предсказаны теоретически, другие представляли полную неожиданность для исследователей. И всякий раз освоение нового диапазона расширяло и обогащало наши знания.

Почему радиоастрономия начала с метровых волн? Это связано с развитием радиотехники. С одной стороны, именно в этом диа-

пазоне раньше всего появилась высокочувствительная приемная аппаратура. С другой стороны, здесь легче было сооружать крупные антенны, так как они не требовали очень высокой точности. По мере того как радиотехника осваивала новые диапазоны, появлялась высокочувствительная приемная аппаратура — создавались радиотелескопы для этих диапазонов волн. При этом чем в более коротковолновой области проводились наблюдения, тем более точной должна была быть отражающая поверхность.

Реализация такой поверхности представляет значительную трудность. Поэтому первые радиотелескопы миллиметрового диапазона были небольшие — диаметром несколько метров. В СССР в конце 50-х годов был создан радиотелескоп РТ-22 с диаметром зеркала 22 м, работающий до волны 8 мм (телескоп установлен на радиоастрономической станции ФИАН близ Пушкино). По тому времени это был очень крупный миллиметровый радиотелескоп, хотя он работал вблизи



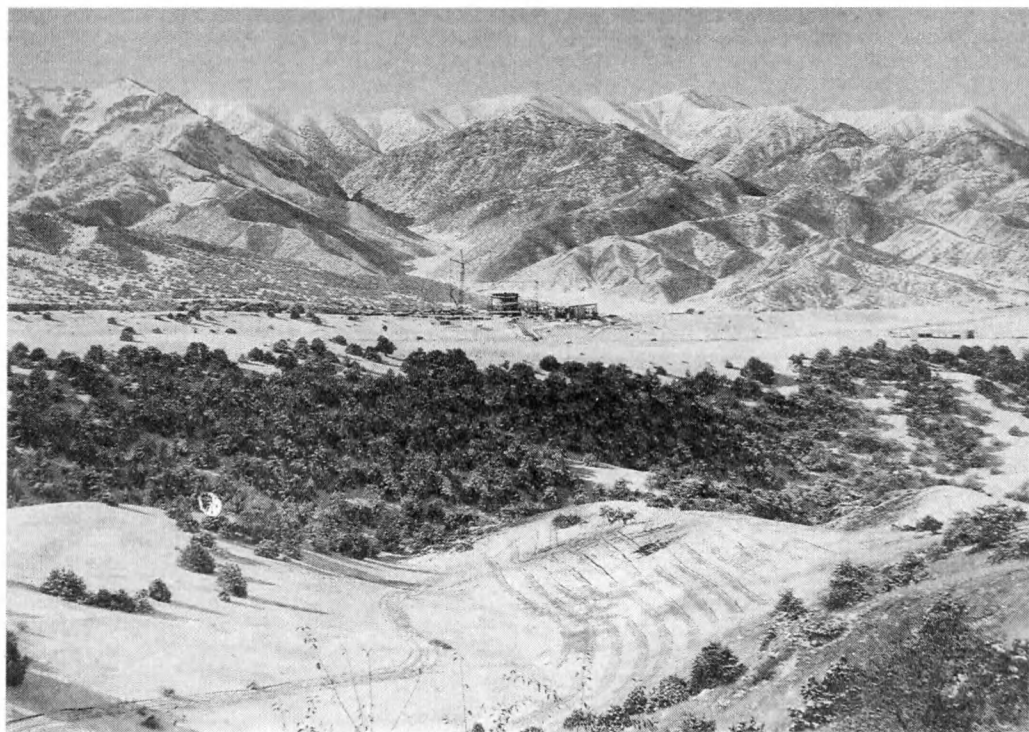
30-метровый радиотелескоп Пико Велета, Испания

длинноволновой границы миллиметрового диапазона. Он и сейчас продолжает активно использоваться для радиоастрономических наблюдений, однако уже утратил свое лидирующее положение. В последние годы за рубежом были созданы два крупных миллиметровых радиотелескопа — это радиотелескоп обсерватории Нобейама (Япония) диаметром 45 м, рассчитанный на работу вплоть до волн 3,5 мм, и западногерманский 30-метровый радиотелескоп, установленный в Пико Велета (Испанские Пиренеи), работающий до волны 1 мм. Радиотелескоп РТ-70 должен иметь более высокие характеристики ( $D=70$  м,  $\lambda_{\text{пред.}}=1$  мм), однако добиться этого будет нелегко.

## ВЫБОР МЕСТА

Идея создания крупного миллиметрового радиотелескопа зародилась у советских радиоастрономов еще в 70-х годах. В Институте космических исследований под руководством члена-корреспондента АН СССР Н. С. Кардашева сформировалась группа, которая приступила к изучению проблемы.

Прежде всего надо было выбрать место для установ-



ки будущего радиотелескопа. Задача довольно сложна, так как место должно удовлетворять многим требованиям. Первое из них — **низкая географическая широта**, необходимая для того, чтобы иметь возможность наблюдать источники южного неба, в том числе центр Галактики. Второе — **максимальное число ясных дней в году**. Это требование, такое естественное для оптической астрономии, вначале не рассматривалось как обязательное для радиоастрономических обсерваторий. Однако опыт работы показал, что уже в сантиметровом диапазоне (хотя радиотелескоп «видит» через облака) облачность становится существенной помехой, не позволяющей реализовать максимальную чувствительность радиотелескопа. В еще большей степени это относится к миллиметровому диапазону.

Далее требуется **пониженная влажность**, поскольку поглощение радиоволн в мил-

Плато Суффа, на дальнем плане сооружение пилон под РТ-70

лиметровом диапазоне обусловлено главным образом парами воды. Надо также, чтобы в данной местности **ветра были редкими**, а перепады температуры в течение суток — незначительными. Эти требования связаны с необходимостью поддерживать с высокой точностью форму отражающей поверхности зеркала во время работы.

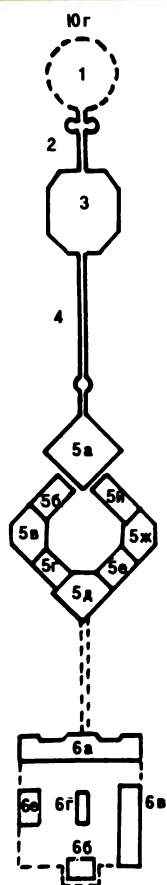
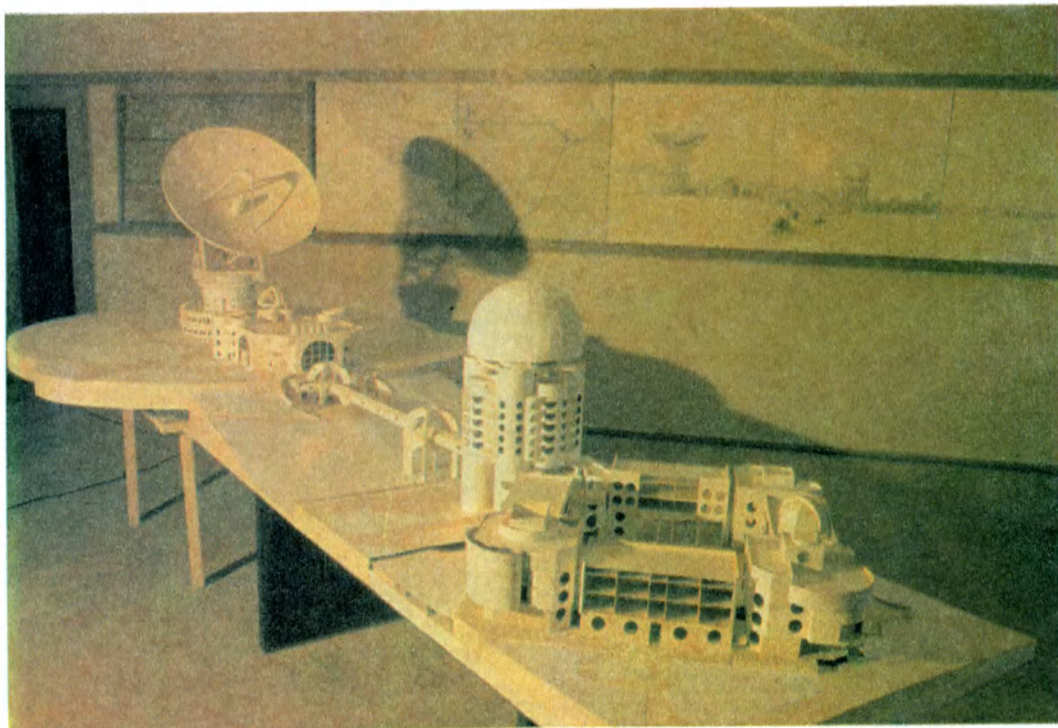
Требуется, чтобы **уровень радиопомех** в месте установки радиотелескопа был по возможности низким. Наконец, надо принимать во внимание **экономические факторы** (наличие дорог, коммуникаций и так далее).

Исходя из этих требований, в течение нескольких лет тщательно обследовались южные районы СССР (Закавказье и Средняя Азия). Работами руководил доктор физико-математических на-

ук В. И. Слыш. В результате было выбрано место на территории Зааминского народного парка в Джизакской (ныне Сырдарьинской) области Узбекской ССР. Это плато Суффа (или Суппа), что по-узбекски означает «плоское место». Оно расположено на высоте 2300 м над уровнем моря, на северном склоне Туркестанского хребта, между горными системами Памира и Тянь-Шаня. Ближайшие крупные города: Ташкент (~220 км к северо-востоку) и Самарканд (~150 км к югу).

Плато, местами поросшее арчой, окружено глубокими каньонами. Южный горизонт закрыт горной цепью со снежными вершинами. На севере и востоке горы более низкие, без снежных вершин. Грунт скальный, сложен из прочных известняков.

В начале 80-х годов на площадке оборудован метеопункт, ведутся регулярные наблюдения погоды. Работает также экспедиция ИКИ АН СССР по изучению



радиоастроклимата (начальник экспедиции Е. Ф. Ризов).

Проект радиоастрономической обсерватории РТ-70 разработан в ГипроНИИ АН СССР под руководством заслуженного архитектора РСФСР А. М. Щусева. В состав радиообсерватории входят: радиотелескоп РТ-70, монтажно - испытательный корпус (МИК), главное здание, хозяйственно-энергетическая зона. Все сооружения расположены вдоль меридиана с юга на север.

В МИКе находятся: блок управления радиотелескопом, юстировочные стенды для регулировки отражающих панелей, криогенная станция, различные инженерные службы. Он соединен подземным транспортно-коммуникационным переходом с пилоном радиотелескопа РТ-70 и надзем-

Схема комплекса производственных сооружений радиоастрономической обсерватории РТ-70 1 — радиотелескоп РТ-70; 3 — МИК; 4 — надземный переход; 5 — главное здание; 6 — хозяйственная зона

Макет радиоастрономической обсерватории РТ-70

ным переходом с главным зданием радиообсерватории. В главном здании размещаются лабораторные и административные помещения, вычислительный центр, библиотека, конференц-зал, столовая, гостиница для дежурных наблюдателей. Севернее главного здания — хозяйственно-энергетическая зона, где имеются механические мастерские, гараж, электростанция, резервная дизельная электростанция и другие сооружения.

На отдельной площадке спутниковой связи устанавливаются антенны, обеспечивающие работу РТ-70 в составе наземно-космического радиointерферометра.

Строительство радиообсерватории началось в 1983 году, а в 1984 году в торжественной обстановке заложена ампула с «Посланием потомкам»:



Из глубины веков обращается к Тебе человек XX века. Послание, которое Ты держишь в руках, заложено здесь в июне 1984 года в ознаменование начала сооружения радиотелескопа РТ-70, предназначенного для исследования Вселенной в диапазоне сантиметровых и миллиметровых волн.

Нас волнуют многие проблемы строения и эволюции Вселенной. Мы знаем, что Вселенная расширяется, но не знаем, сменится ли расширение сжатием; не знаем, какова геометрия Вселенной, в каком состоянии находилась она в первые моменты проявления. Мы не знаем, какова природа ядер галактик и квазаров; и, признаться, не знаем более близкие к нам вещи, например, какова природа комет, как произошла наша Солнечная система, есть ли разумные существа где-нибудь на других небесных телах.

Ты владеешь новыми неизвестными нам видами энергий, более тонкими методами исследования Материи, позволяющими проникать в ее сокровенные глубины. Тебе, несомненно, уже известны ответы на мучающие нас вопросы. Но и Тебя волнуют какие-то новые, неизвестные нам проблемы, и мы знаем, что так будет всегда, ибо развитие и познание беспредельны.

В 1988 году в основном завершено сооружение четырехэтажного пилона РТ-70, начат монтаж антенной установки. Смонтированы стены и перекрытия монтажно-испытательного корпуса, ведется строительство объектов хозяйственной зоны, прокладываются инженерные коммуникации. Сооружение радиобсерватории вступает в наиболее ответственную фазу. Впереди еще очень много работы.

#### НАЗЕМНО-КОСМИЧЕСКИЙ РАДИОИНТЕРФЕРОМЕТР

Радиотелескоп РТ-70 будет работать в двух режимах:

как самостоятельный инструмент и в паре с космическим радиотелескопом (КРТ), образуя вместе с ним наземно-космический радиоинтерферометр. Создание такого интерферометра планируется по проекту «Радиоастрон» (Земля и Вселенная, 1989, № 1). Это крупный международный проект, в котором принимают участие многие страны. Научное руководство проектом осуществляет член-корреспондент АН СССР Н. С. Кардашев. Напомним, что первый космический радиотелескоп КРТ-10 был выведен на орбиту в Советском Союзе в 1979 году.

По проекту «Радиоастрон»

Во все времена люди, чувствуя свою неразрывную связь со Вселенной, стремились постичь ее законы, черпали в ее Красоте и Гармонии духовные силы, возвышающие человека, ведущие его вперед по пути Прогресса. Нас разделяют века, но единое чувство восхищения Красотой объединяет нас.

Сегодня здесь заложен первый камень. Пройдут годы, и на этой древней Земле вырастет прекрасная радиоастрономическая обсерватория, построенная самоотверженным трудом советских людей. Сегодня это мечта. Для осуществления ее нужен мир на Земле.

Ты знаешь, какое время переживало человечество в конце XX века. Но Ты помнишь, что уже в это время засияла над Землей заря Новой Жизни, Нового Мира, возженная над Великой Страной устремлениями миллионов людей, вставших на борьбу под знаменем великого Ленина.

Мы уверены, что в этой борьбе Разум восторжествует. Нам трудно представить себе даже контуры далекого для нас будущего, ставшего для Тебя настоящим. Но нам хочется верить, что оно будет. И мы верим, что оно будет прекрасным.

Привет Тебе, гражданин Солнечной системы».

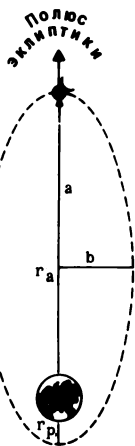
на первом этапе планируется запуск КРТ с диаметром зеркала 10 м и предельной волной 1 см. На втором этапе — запуск КРТ тех же размеров с предельной волной 1 мм. Космический радиотелескоп будет выведен на высокоапогейную орбиту, перпендикулярную плоскости эклиптики (максимальное расстояние от Земли порядка 70 000 км). Разрешающая способность радиоинтерферометра будет достигать  $(10^{-5}—10^{-6})$  секунд дуги (l).

Для обеспечения работы РТ-70 в составе наземно-космического радиоинтерферометра радиобсерватория на плато Суффа будет



иметь специальный комплекс спутниковой связи (КСС РТ-70, см. 2 стр. обложки). В его состав входят три антенны. Приемная антенна А1 осуществляет прием широкополосного интерферометрического сигнала с КРТ. Этот сигнал, суммируясь с сигналом, поступающим от РТ-70, создает интерференционную картину. Приемно-передающая антенна А2 служит для передачи на КРТ и приема с него синхронизирующего сигнала от водородного стандарта частоты. И наконец, приемно-пере-

Сооружение пилона радиотелескопа РТ-70 (слева) и монтажно-испытательного корпуса (справа), 1988 год



Наземно-космический интерферометр «Радиоастрон». Параметры орбиты космического радиотелескопа КРТ

На рисунке: большая полуось  $a=42 \cdot 10^3$  км; малая полуось  $b=26 \cdot 10^3$  км; радиус в перигее  $r_p=9 \cdot 10^3$  км; радиус в апогее  $r_a=75 \cdot 10^3$  км; эксцентриситет орбиты  $e=0,8$ ; период вращения  $p=24^h$

дающая антенна А3 обеспечивает радиосвязь с Центром управления (ЦУП) и АКЦ ФИАН через спутник-ретранслятор.

Приемная антенна располагается вблизи от РТ-70, на перекрытии главного здания радиообсерватории под радиопрозрачным укрытием, а приемно-передающие антенны — на отдельной площадке спутниковой связи, удаленной на несколько километров от РТ-70. Эта площадка выбирается таким образом, чтобы с помощью рельефа местности обеспечить защиту РТ-70 от излучения передатчиков.

# Только ли Аральская катастрофа?

Б. В. ВИНОГРАДОВ

доктор географических наук  
Институт эволюционной морфологии и экологии животных  
имени А. Н. Северцова АН СССР

Когда-то эти земли называли Страной Голубого моря. Арал — второе по величине после Каспия отечественное море-озеро — прежде всего памятник природы: его возникновение уходит в глубь тысячелетий. Арал — это и памятник истории, человеческие поселения появились на его побережье еще за одно-два тысячелетия до нашей эры. Море издавна давало людям воду, пищу, жизнь... Но сегодня ученые поставили страшный диагноз: Арал смертельно болен и через каких-нибудь двадцать-тридцать лет может исчезнуть совсем...

Аральская беда стучится в дверь уже не первый год. Расточительное и безграмотное орошение, безмерное использование минеральных удобрений в погоне за «не-



бывальными» урожаями хлопка поставили эту территорию на грань экологической катастрофы. Если завтра не будет Арала, недалеко тот час, когда рядом с Каракумами и

Кызылкумами, безусловно, появится новая — рукотворная — пустыня Аралкум.

Можно ли спасти Аральское море? Ведь от сегодняшних наших решений и действий зависит судьба огромного региона — от Арала до Памира. Да и только ли одного этого региона!

О проблемах и возможных мерах спасения уникального водоема и прилегающих к нему территорий рассказывает профессор Б. В. Виноградов, член бюро советской ассоциации «Экология и мир», создатель нового научного направления — космического земледения. Много лет он проработал в Средней Азии, позднее возглавлял экологическую часть научной экспертизы по проблемам Аральского моря и Среднеазиатского региона.

## ЭКСКУРС В ИСТОРИЮ АРАЛА

За последние 25 лет уровень Аральского моря понизился на 14 м, площадь его акватории сократилась больше, чем на 40 %, объем воды уменьшился на 65 %, около двух третей обитателей Арала погибло и море потеряло свое рыбохозяйственное значение.

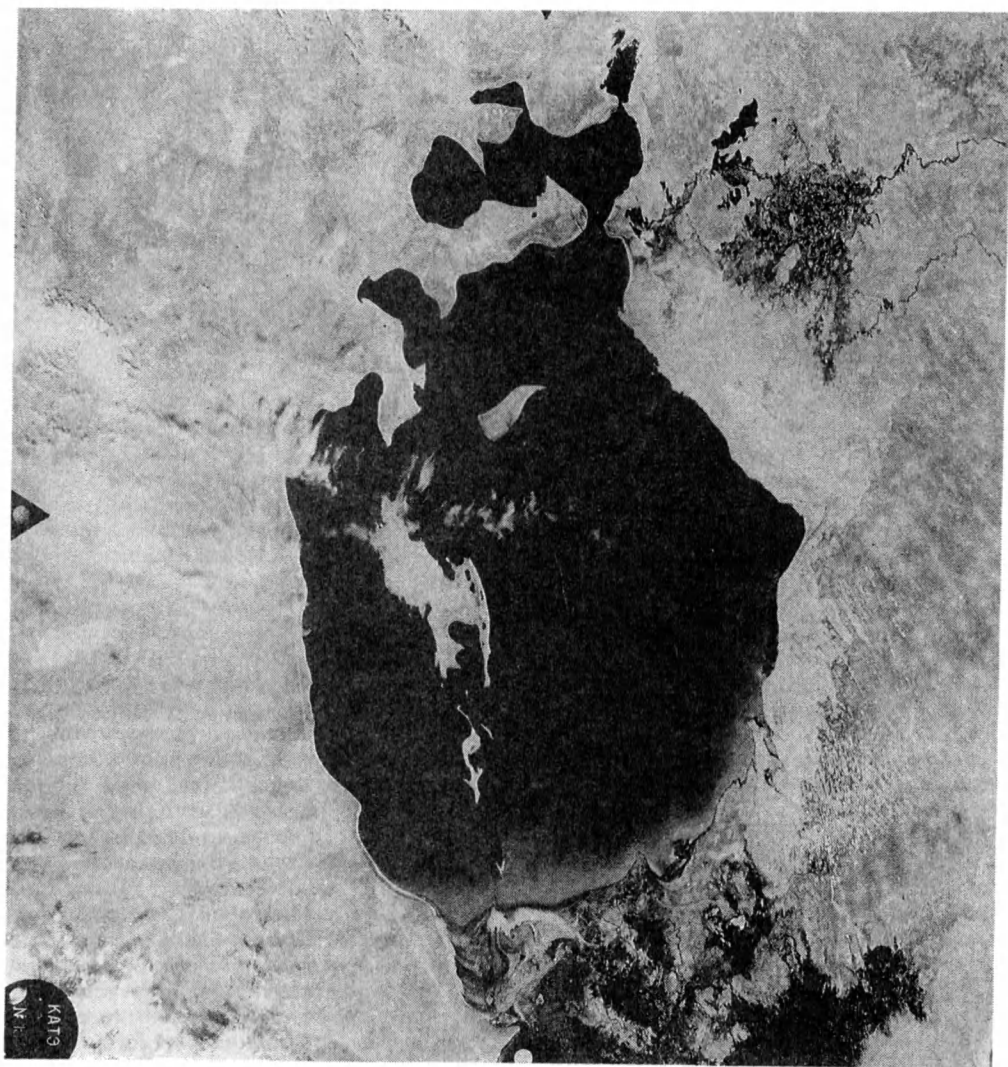
Две причины обусловили нынешнее состояние моря: естественное падение его уровня, связанное с природными процессами, и жес-

тойший антропогенный стресс, вызванный в последние годы разбором воды на орошение земель.

Конфигурация Аральского моря окончательно сложилась примерно 22 тыс. лет назад, когда в море стали впадать две реки — Сырдарья и Амударья. С тех пор они служили артериями замкнутого бессточного бассейна, территории влияния Арала. Аральское море и его реки-доноры описаны многими путешественниками прошлого века. Материал этот изучил и обобщил академик

Л. С. Берг и вместе со своими собственными исследованиями опубликовал в 1908 году в монографии «Аральское море». Более полного, тщательного и всеобъемлющего труда по истории Арала с тех пор так и не издавалось.

В 1740 году, когда Арал был положен на карту геодезистом Иваном Муравиным, ученые получили первое представление об уровне Аральского моря. Картой, составленной гидрографом А. И. Бутаковым в 1850 году, завершилась картография



Арала, а с 1874 года, когда геодезист и картограф А. А. Тилло поставил в море специальный репер, началось систематическое измерение уровня Аральского моря.

Современные исследования показывают, что такой же низкий уровень воды как и сегодня (около 40 м) море уже имело в прошлом, и, по-видимому, неоднократно. Подобную отметку, как свидетельствуют исторические данные, море имело на рубеже XIV—XV веков. Ко второй половине XV века уровень поднялся до 48 м, затем снова упал. С конца XVI начался резкий подъем

Космический снимок Аральского моря, сделанный с орбитальной станции «Салют-7» в июле 1982 года (камера КАТЭ-140, высота полета 240 км)

уровня и в XVII веке он достиг 54 м.

Академик Л. С. Берг проанализировал изменения уровня Арала во второй половине XIX века. Около 1845 года наблюдался максимум десятилетнего высокого стояния (1840—1850) воды в море. К концу этого десятилетия уровень стал понижаться, а в 1860 году опять испытал небольшой подъем.

Однако с середины 1860-х годов Арал стал весьма сильно убывать; понижение продолжалось до 1880 года, а затем наступило стационарное состояние с резко выраженным минимумом. С 1885 года уровень Арала снова стал повышаться. Затопило дельту Сырдарьи, покрылись водой многие острова, на которых жили рыбаки, а в 1902 году у станции Ак-Джультас даже поставили плотину, чтобы спасти от затопления железную дорогу. Больше двадцати лет — с 1885 по 1908 год — вода в Аральском море непрерывно прибывала.

Результаты космической съемки, которая регулярно с 1970 года проводится над бассейном Аральского моря, говорят о неоднократном изменении в прошлом уровня Арала. На снимках отдешифрованы террасы на отметках 56,5 м и 35 м абсолютной высоты. По-видимому, эти изменения уровня были связаны с жизнью моря как планетарного живого тела, которое реагировало на климатические, тектонические и прочие природные факторы. Интересное наблюдение: еще академик Л. С. Берг обратил внимание на то, что уровень Аральского моря понижается, когда повышается уровень Каспийского. Именно такое изменение уровня этих двух морей — изменение «в противофазе» — и наблюдается в настоящее время: уровень Каспия повышается, а Арала — понижается.

Однако к природным факторам, вызывающим в настоящее время понижение уровня Аральского моря, сейчас, к сожалению, прибавилось антропогенное воздействие, которое усугубляет действие этих природных факторов. Справедливо ради заметим, что и в древности люди пытались повлиять на судьбу моря. До начала XIII века Амударья впадала в Арал, а затем, после монгольского нашествия, часть ее воды была направлена в Сарыкамышскую впадину, наполнила ее и пошла по Узбою в Каспий. Чингисхан, желая наказать непокорные народы, разрушил ирригационные сооружения, а позднее Тамерлан, чтобы закрепить власть над населением этого региона, построил плотину, перекрывавшую воду в Арал. Только в конце XVI века, когда плотина была разрушена, Амударья вернулась в Аральское море. И сегодня, академик Н. А. Шило в совместной работе с М. И. Кривошей

(1989 год) предупреждает: «суммарное влияние двух факторов — искусственного сокращения стока рек в Арал и естественного оттока воды из него в подземные «резервуары» — может привести к исчезновению Аральского моря».

## ПОТОП В ПУСТЫНЕ?

Итак, Аральское море — сложная природная система, которая живет по своим естественным законам. Однако наши ведомства, и в первую очередь Минводхоз СССР (теперь Минводхозстрой СССР) отнеслись к Аралу чуть ли не как к тазу с водой, содержимое которого можно полностью использовать, не учитывая ни историю бассейна, ни возможные экологические последствия. Был сделан грубый экономический подсчет: «стоимость» Арала определили в 90—100 млн. рублей, а возможную выручку от разбора воды Сырдарьи и Амударьи на орошение — в 16 млрд. рублей. Таким образом, сделали вывод, что жители Средней Азии получат гораздо большую выгоду от урожая хлопка, чем от существования моря.

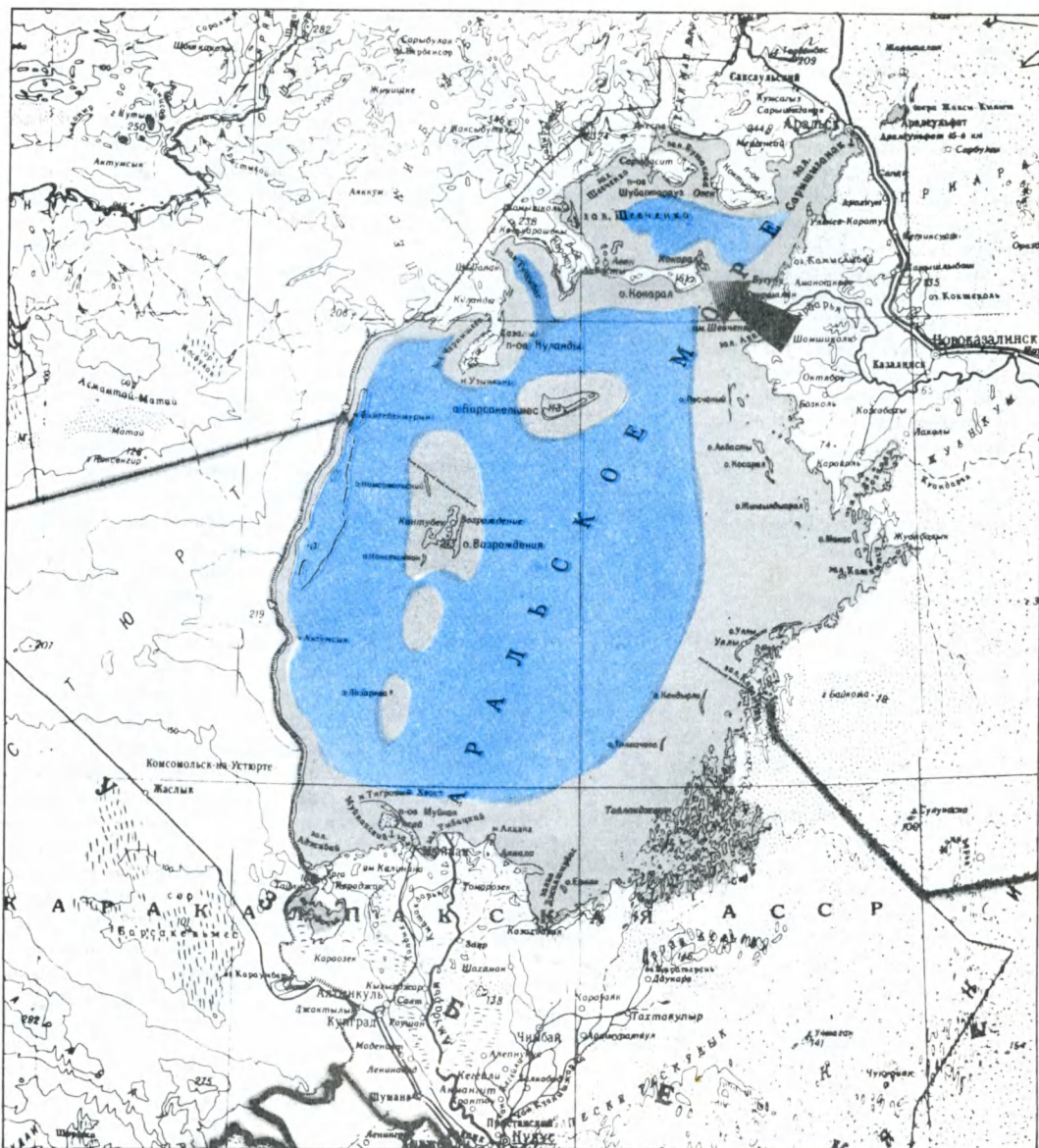
С середины 1960-х годов, когда уровень моря пошел на понижение и когда требовалась особая осмотрительность в использовании стока Амударьи и Сырдарьи, началось неудержимое расширение **оросительных систем**. При этом гидростроительные сооружения и оросительные системы строились из рук вон плохо, с большими отклонениями от норм, принятых во всем мире. Они изначально были непригодны для полноценной эксплуатации.

Аэрокосмическая съемка дает возможность убедиться в том, что все каналы, работанные Минводхозом (даже магистральные), «протекают». Это приводит к за-

**болачиванию, засолению** орошаемых площадей (вода «подтягивает» из почвы соли к поверхности). Из каналов происходит колоссальная фильтрация воды, в результате только 20—30 % ее достается растениям, остальное уходит в песок. Наиболее крупные **фильтрационные озера** вдоль Каракумского канала уже давно распознаются по космическим снимкам, иногда они располагаются от него даже в десятках километров. Фильтрационные потоки обнаружены и вдоль других каналов — Аму-Бухарского, Каршинского и других.

Космическая съемка обнаруживает антропогенные «моря», образованные **сбросовыми коллекторно-дренажными водами**, которые никакими ведомствами вообще не учитывались, хотя отчуждали от пастбищного использования миллионы гектаров Земли, в них терялись десятки кубических километров воды. Сбросовые воды в пустыне Каракум заполняют большие территории. Только в нескольких районах Туркмении затоплены сотни тысяч гектаров отличных пастбищ, где еще недавно паслось более десятка тысяч овец. Сарыкамышская и Арнасайская впадины, озера Акчакуль, Дауткуль, Каратерень и многие другие наполнены зараженной ядохимикатами водой. Само существование этих ядовитых накопителей — угроза для жизни людей по всему региону. И вот уже в некоторых районах не рекомендуется кормить младенцев материнским молоком — оно токсично!

Материалы аэрокосмической съемки показывают, что площадь таких «морей» непрерывно увеличивается. Если в 1963 году в Сарыкамышской впадине она составляла 107 км<sup>2</sup>, то к 1970 году возросла в 10 раз, в 1975 году достигла 1500 км<sup>2</sup>, а в

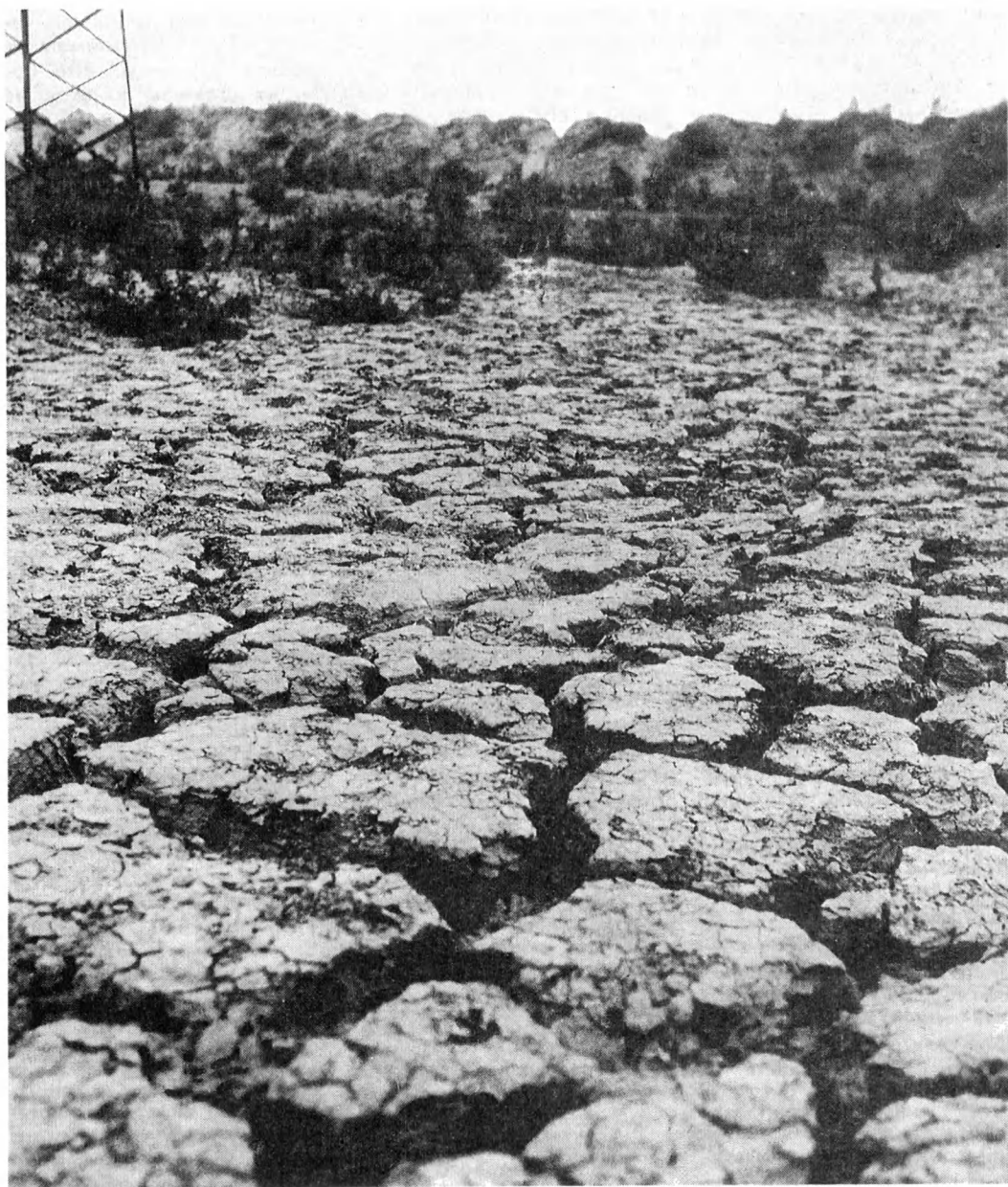


1983 году — уже около 2300 км<sup>2</sup>. В 1989 году площадь зараженных ядохимикатами озер превысила 3000 км<sup>2</sup>, и если расхищение воды будет продолжаться и дальше, то к 2000 году она достигнет 4000 км<sup>2</sup>! Подобных и учтенных, и неучтенных сбросовых озер в бассейнах Сырдарьи и Амударьи по перифериям оазисов очень много — в Узбекистане, Туркмении, Казахстане.

Напомним, что во всех ци-

Зеркало Аральского моря в 1989 году (синий цвет). Границы его отдешифрированы по космическому снимку, сделанному со станции «Мир». Рисунок отчетливо показывает обмеление Арала: серые участки — зоны высохшего моря (площадь водной поверхности в 1989 году составила менее 60 % ее площади в 1976 году, нанесенной на топографическую карту). В северной части моря образовался перешеек (показан стрелкой), разделивший Арал на два отдельных бассейна (на космическом снимке 1982 года перешейка еще нет)

вилизованных странах сокращают объемы сбросовых вод при орошении полей, так как вода там стоит дорого и ее расходуют экономно. Наши же гидротехники утверждали, что равнинность территории и мутность вод среднеазиатских рек позволяют не бетонировать русла каналов и не делать бетонных лотков для мелких водотоков. Как установила комиссия Государственного комитета по науке и технике СССР еще в 70-х годах, за десять с



небольшим лет на орошение использовано 84 млрд. м<sup>3</sup> воды, а 100 млрд. м<sup>3</sup> воды ушло в песок. В 1973 году комиссия Госплана СССР предложила срочно реконструировать оросительные системы. Но ничего не было сделано, и это не помешало тому же Госплану продолжать финансирование Минводхоза - Минводхозстроя

Вышедшие из строя земли в районе Каракумского канала (снимок сделан экспедицией «Агроресурсы» в Ашхабадской области)

вплоть до сегодняшнего дня, когда общая сумма средств, выделяемых этому ведомству с новым названием, но

старому по сути уже выросла до 13,6 млрд. рублей.

Современные чингисханы и тамерланы в 70-х годах пустили в строй **Тахияташскую плотину**, напрочь перекрыв Амударью. Река полностью оказалась в руках расхитителей воды. Арал по существу обрели на гибель. Да этого и не скрывали: в 1979 году на рабочем совещании по Ара-

лу в Москве первый заместитель министра водного хозяйства СССР П. А. Поладзаде произнес «историческую фразу»: «Пусть Арал красиво умирает, нам вода нужна для орошения».

Перекрытие Амударьи плотиной нанесло тяжелый ущерб Каракалпакии. Здесь, в отличие от всей остальной территории Средней Азии, уровень грунтовых вод в зоне, прилегающей к осушенному дну моря, стал понижаться (из-за понижения уровня Арала). Это привело к иссушению почв, ускорило опустынивание дельты Амударьи. Во всем же приаральском регионе уровень минерализованных вод от избытка воды стал повышаться — с глубины 10—30 м (местами — 50) до критических отметок 1—1,5 м. Соли стали выходить на поверхность — в результате подобного «орошения» они пришли в движение и вызывают вторичное засоление почв. Теперь почти все земли Туркмении засолены, подтоплены: вокруг Ашхабада пришлось ставить насосы для откачки воды, иначе проседают грунты под зданиями, гибнут сады и виноградники. Настоящий потоп в пустыне! Засоленная земля дает низкие урожаи, и чтобы хоть как-то рассолить ее, применяют — не парадокс ли это? — еще больший полив.

Сравнение космических снимков территории Китая и Средней Азии (сходные природные условия) показали: зимние снимки Китая выглядят светлыми — земля там сухая, снимки же Средней Азии — темными, следовательно, земля здесь мокрая. Оказывается, с некоторых пор, боясь весеннего маловодья, ввели осенне-зимнюю промывку полей. В результате вода стоит на полях от уборки урожая до следующего сева. По официальным данным, только

52 % орошаемой земли всего региона считаются удовлетворительными и по этим же данным удовлетворительное состояние поддерживается только за счет промывки земель. Сколько же это будет продолжаться?

#### УДОБРЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ, ВЕДУЩЕЕ К КАТАСТРОФЕ

Помимо засоления и заболочивания земель происходит их неуклонное отравление. Во всех среднеазиатских республиках практикуется вносить удобрений в почву в 10 раз (!) больше, чем в среднем по стране, то есть 300—450 кг на гектар. А ведь лишь 35—40 % внесенного азота усваивается растениями, остальное попадает в подземные и поверхностные воды, накапливается в продукции, получаемой с этой земли, в виде нитратов. Ядохимикаты (инсектициды, гербициды, дефолианты и даже некоторые пестициды, которые уже запрещены к применению) сыплются на землю в этом регионе. И попадают в Амударью. Трудно даже себе представить, что коллекторно-дренажные воды сбрасываются в реку, которая служит источником для жизни народов Средней Азии! По данным Средазгипроводхлопка, ежегодно в Амударью только в ее среднем течении сбрасывается 8,5—9 км<sup>3</sup> коллекторно-дренажных вод, что составляет 15 % от общего годового стока. А это означает: вода в низовьях Амударьи имеет минерализацию до 1,2—1,7 г/л, она сильно загрязнена ядохимикатами. Практически ее нельзя использовать для питья.

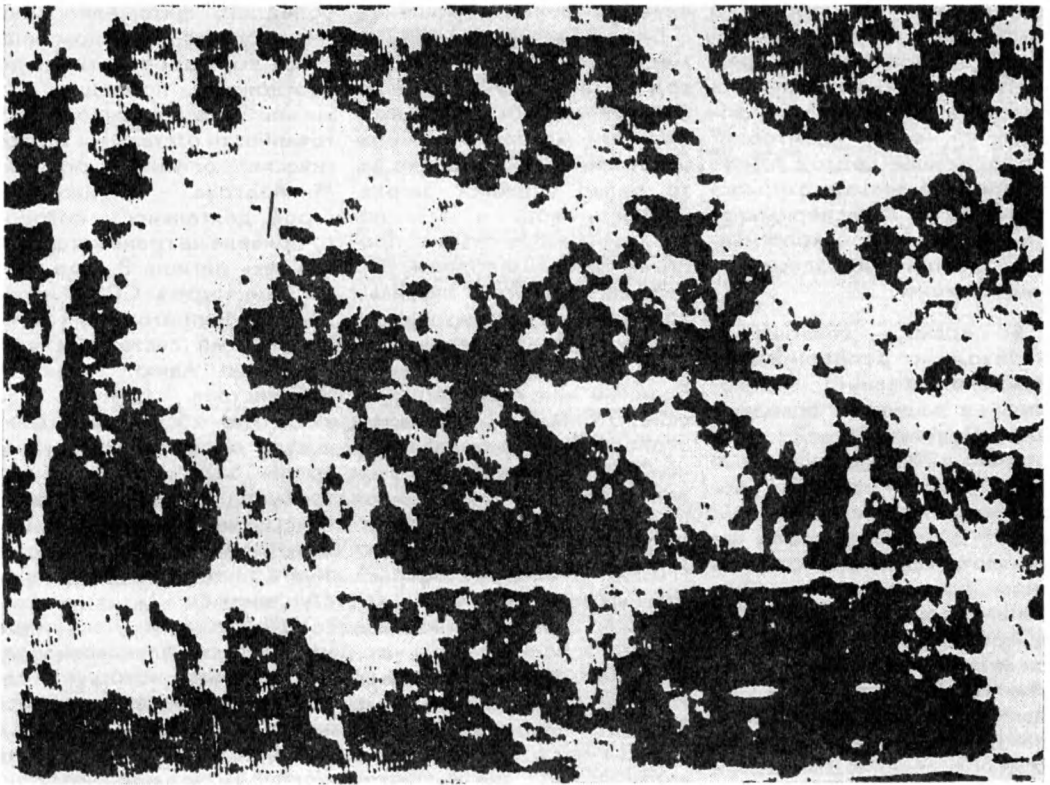
В один ряд со всем этим можно поставить и предложение сбрасывать неочищенные коллекторно-дренажные воды прямо в Арал, построив для этого специальные «тракты». Но уже

сейчас со дна высохшей части Арала поднимаются ядовитые соле-пылевые бури, их шлейфы тянутся на расстояние более 400 км. Впервые такие ядовитые выносы были обнаружены по космическим снимкам со станции «Салют-4» в 1975 году. Тогда выносы были направлены в сторону Каракалпакии, Хорезма и Ургенча, где ежегодно выпадают десятки миллионов тонн соленой ядовитой араломорской пыли. Выносы доходили и до районов Казахстана и даже Поволжья. Если идея сброса в Арал грязных неочищенных коллекторно-дренажных вод будет осуществлена, в среднеазиатском регионе появится колоссальный накопитель ядов. Это уже будет не Арал, ведь как живой организм он перестанет функционировать, поскольку полностью потеряет способность к самоочищению.

Для очистки коллекторно-дренажных вод (что безусловно делать надо), необходимо повсеместно пользоваться гидроботаническими методами, в которых используются свойства биоценоза из гиацинта, камыша, рогоза и других растений. Подобные биоинженерные инфильтрационные объекты очищают до 70—90 % коллекторно-дренажных вод.

Суммируя все сказанное, приходим к выводу, что катастрофа среднеазиатского региона происходит не от недостатка воды, как пытаются это доказывать гидростроители, а от хищнического обращения и с водой, и с землей. Использование ядохимикатов в многократном превышении нормы, потопы и разливы, которые устраивают и по сей день, ужасающее состояние оросительных систем привели земли к засолению и вырождению, а реки — почти к состоянию сточных канав: в Амударье предель-





но допустимая концентрация одних только пестицидов превышена в несколько раз.

К сожалению, неведомственная наука не имела и до сих пор не имеет веского голоса в решении проблем этого региона — ее функции ограничены лишь выдачей рекомендаций. То же самое можно сказать и о многочисленных комиссиях и экспертизах — они тоже никак не повлияли на ход событий.

## ДАТЬ ЗЕМЛЕ ШАНС

Для изучения этой тяжелой ситуации был выполнен долговременный аэрокосмический эксперимент, который дал возможность прогнозировать состояние некоторых природных факторов приаральского региона. Дешифрирование последовательных космических снимков, полученных с космического корабля «Союз-9» в 1970 году, со станций «Салют-4» в 1975, «Салют-6» в 1980 и

Обработанный на ЭВМ космический снимок одного из участков Голодной степи (Узбекская ССР). Белые пятна — участки полей, где урожай хлопка-сырца ниже уровня рентабельности (меньше 15 ц/га), темные — участки с урожайностью выше 15 ц/га (прямые белые полосы — дороги по границам полей). Видно, что свыше 40 % полей дают урожай ниже уровня рентабельности. Эти Земли, погубленные в результате хищнического использования воды, необходимо вывести из орошения

«Салют-7» в 1985 годах позволило проследить скорость опустынивания Приаралья, особенно дельты Амударьи, которая раньше была житницей Каракалпакии. Для этого в течение 15 лет (1970—1985 годы) выполнялось слежение за динамикой экосистемы на больших площадях — исследовалась площадь свыше 10 000 км<sup>2</sup>. По снимкам, увеличенным до масштаба

1:300 000, различались десять классов сельскохозяйственных угодий: от тугайных (леса по берегам крупных рек) и лугово-пустынных до пустынных и солончаковых, от болотных и лугово-болотных до орошаемых земель и сенокосов. Все эти десять классов дешифрировались по снимкам дельты через каждые пять лет, и в каждый срок подсчитывались площади, изучались изменения сельскохозяйственных угодий. Затем определялись тенденция и скорость опустынивания.

Космический эксперимент позволил дать **нормативный экологический прогноз** (с указанием даты состояния). Согласно этому экстраполяционному прогнозу, к 1995 году исчезнут в регионе последние тугаи, к 2000 году — лугово-пустынные пастбища, а к 2005 году пустыни займут три четверти дельты Амударьи. С абсолютной уверенностью можно утверждать — все это будет

результатом того, что воды Сырдарьи и Амударьи не доходят до Аральского моря.

Что же можно сделать для спасения Арала и прилегающих к нему территорий? Комплексный подход в изучении результатов аэрокосмического эксперимента привел нас к агроэкологической концепции оздоровления региона.

Во-первых, совершенно необходимо **реорганизовать землепользование**: исключить из пашни с последующей рекультивацией засоленные, малопродуктивные орошаемые почвы, где урожайность хлопчатника меньше 15 ц/га. Такие почвы занимают, судя по космическим снимкам, около 40 % пашни региона. Вывод из оборота 25 % особо разрушенных земель позволит сохранить не менее 10 км<sup>3</sup> воды. Сокращение орошаемой пашни безусловно улучшит водообеспечение и мелиорацию оставшихся земель.

Во-вторых, необходимы неотложные меры по **охране водных ресурсов**. Это и реконструкция всех оросительных и коллекторно-дренажных систем с тем, чтобы снизить (а лучше полностью ликвидировать) утечку воды из каналов и канальчиков, прекращение зимних разливов и уменьшение подачи воды в каналы после окончания вегетационного сезона. Это и соблюдение, а в дальнейшем и сокращение норм полива (сокращение поливов даже экономически целесообразно, ибо минимальная себестоимость продукции достигается при оросительных нормах на 10—20 % ниже тех, которые обеспечивают максимальный урожай. Вот такой парадокс!). Земле надо оставлять шанс для самовосстановления. Необходимо также вводить в севооборот культуры с пониженным водопотреблением, а в перспективе переходить к прогрессивным методам

внутрипочвенного орошения.

В-третьих, нужно принять меры по **очистке природных вод** и, в первую очередь, биологическими методами. Хотя эти методы не уменьшают минерализацию, но зато резко снижают загрязненность вод, а это позволяет разбавлять их протыми речными водами. Для создания ресурса питьевых вод можно использовать и более дорогие методы очистки речного стока — мембранные или гидротермические. Это намного дешевле и экологически безопаснее, чем рыть «тракты» для коллекторно-дренажных вод и крупные каналы вроде Трансказылжумского (стоимость 1 млрд. рублей) для сброса грязных вод в Аральское море. Надо стремиться к тому, чтобы использовались локальные методы очистки с водооборотными системами. В реки и море не должны сбрасываться неочищенные воды!

В-четвертых, необходимо решительно сократить, а в будущем и вовсе **отказаться от применения ядохимикатов** в сельскохозяйственном производстве. Они дают только временный эффект, который потом оборачивается большой бедой. Пока она пришла лишь в Каракалпакию, но если все останется без изменений, катастрофа неизбежна во всем Среднеазиатском регионе.

В-пятых, не обойтись без широкого развития **фитомелиорации**: необходимы пескозакрепительные — на осушенном дне моря (для уменьшения выноса солей), противозерозионные — на склонах водосборов — водооградительные противофильтрационные насаждения вдоль рек Амударьи и Сырдарьи, а также вдоль каналов и арыков. Затраты на такую «сухую» мелиорацию сейчас по всей стране меньше, чем на «водную», в 300 раз. Нужно увеличить эти затраты, тем

более что фитомелиорация и экологична, и экономична.

Все эти мероприятия надо неотложно проводить в жизнь вместо выполнения технически отсталых и экологически опасных проектов Минводхоза — Минводхоз-строга, деятельность которого привела на грань катастрофы весь регион. В свое время Минводхоз СССР исполосовал непригодными оросительными системами всю Среднюю Азию. Только в Узбекистане (данные за 1981 год) общая протяженность оросительных каналов — 15 600 км, и все они требуют реконструкции. Теперь мы пожинаем плоды отсутствия уголовного наказания за экологические преступления.

Четверть века невозможно было опубликовать полные данные, которые подтверждают надвигающуюся экологическую катастрофу в Среднеазиатском регионе (Минводхоз имел исключительное право на эту информацию). Только в 1986 году президент Академии наук УзССР П. К. Хабибуллаев, впервые сказал полную правду о нынешнем состоянии региона.

Итак, для сохранения Аральского моря, а значит, и жизни народов Средней Азии сейчас есть шанс. Но только шанс! Сумеют ли каракалпаки, узбеки, туркмены, казахи, таджики, киргизы, живущие на этих землях, осознать, что вода это не только благо, но и зло, что природа отторгнет людей, если они будут так хозяйствовать!

Перед лицом надвигающейся экологической катастрофы сейчас необходимо представителям всех среднеазиатских республик сесть за «круглый стол» переговоров и выработать разумный план действий. Шанс должен быть использован.

# Зарубежная космонавтика

## Дальше — только звезды

Л. В. КСАНФОМАЛИТИ

доктор физико-математических наук  
Институт космических исследований АН СССР

В августе 1989 года сближением «Вояджера-2» с Нептуном завершилась планетная часть миссии «Вояджер». Проект «Вояджер» по продолжительности и продуктивности — один из самых выдающихся экспериментов, выполненных в космосе в последней четверти XX века. Четыре планеты-гиганта — Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун — прошли перед объективами телевизионных камер и другой научной аппаратуры «Вояджера-2». Четыре потока научных данных возрастал до максимальных пределов, которые аппарат еще способен был передать на Землю...

Расстояния до планет-гигантов так огромны, что даже самые современные средства наземной астрономии оказываются бессильными перед этой беспредельной далью. Но космический аппарат «Вояджер-2» через 12 лет полета сумел достичь Нептуна, удаленного от Земли в 30 раз дальше, чем Солнце.

В этой статье рассказывается об истории проекта «Вояджер», самих аппаратах и о том, как проходил их полет.

### «БОЛЬШОЙ ТУР» и «ВОЯДЖЕР»

«Вояджер-2» был запущен к Юпитеру с космического центра имени Дж. Кеннеди 20 августа 1977 года ракетой «Титан 3E-Центавр» со стартовой массой около 700 т. «Вояджер-1» последовал за ним 5 сентября 1977 года, но для него была выбрана более короткая (и менее экономичная) трасса. Юпитера он достиг 5 марта 1979 года — на 4 месяца раньше «Вояджера-2», который сблизился с Юпитером 9 июля того же года.

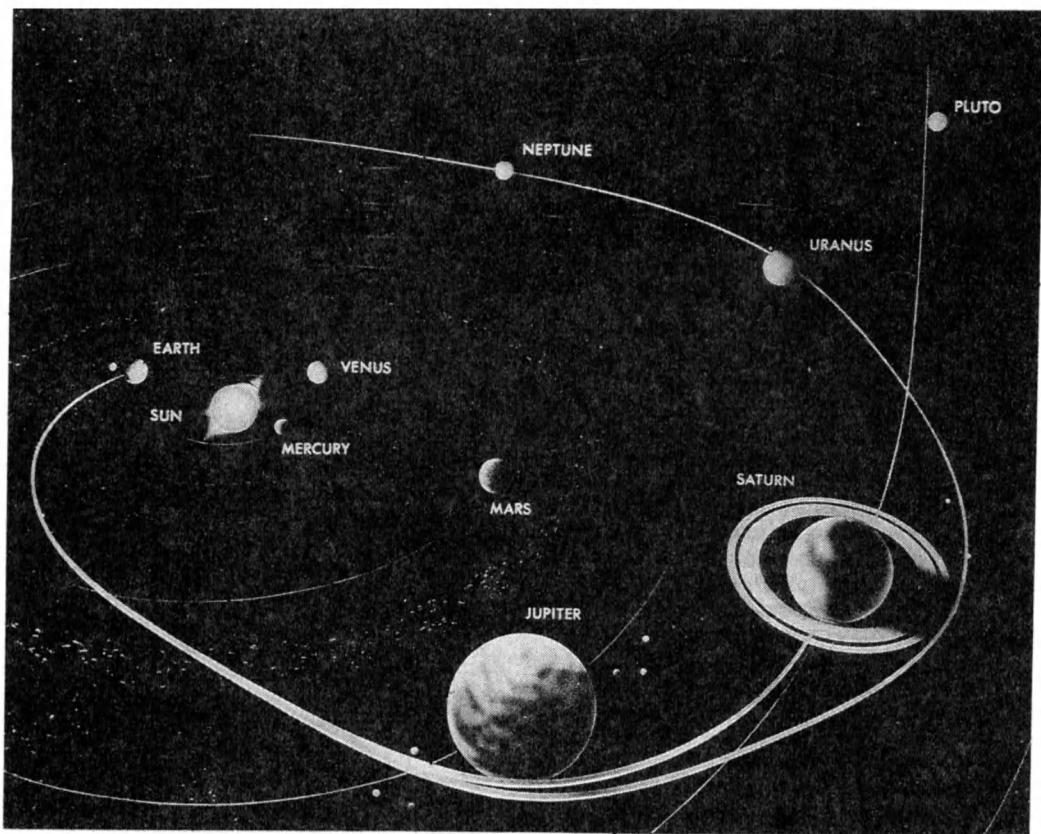
Аппараты «Вояджер-1» и «Вояджер-2» были созданы в лаборатории реактивного движения (ЛРД) НАСА. Интересна предыстория их разработки. Идея проекта «Большой тур» впервые появилась в конце 60-х годов, незадолго до запуска

первых пилотируемых аппаратов к Луне и аппаратов «Пионер» к Юпитеру. Работы по проекту «Большой тур» НАСА начало в 1969 году. Уже на 1972 год Конгресс США, как ожидалось, должен был выделить 30 млн долл. для работ по этому проекту. Однако эта сумма утверждена не была.

Идея проекта заключалась в последовательном облете каждым из намечавшихся аппаратов нескольких планет на рубеже 70-х и 80-х годов, когда все планеты-гиганты расположатся в сравнительно узком секторе Солнечной системы («парад планет»). Последний раз такое «собрание» проходило 174 года назад (Земля и Вселенная, 1977, № 2, с. 23.— Ред.). Использование гравитационного маневра делало возможным перелет аппарата от одной планеты к другой за относительно короткое время. Без такого маневра на полет, например к Нептуну, ушло бы на 20 лет больше, а изменение направления полета потребовало бы немыслимого расхода горючего.

Суть маневра заключается в том, что при движении аппарата в гравитационном поле воздействующее на него притяжение планеты несколько изменяет его траекторию. Необходимая для этого энергия заимствуется у планеты и, по закону сохранения, добавляется к кинетической энергии аппарата. В каждом случае требовалось очень точно выбрать расстояние пролета от центра массы: если аппарат проходит слишком далеко от планеты, излом его траектории оказывается слишком малым, а если очень близко — аппарат может даже развернуться на 180°. Поэтому в проекте «Вояджер» выбор расстояния в сближении с планетой относился к самым ответственным операциям.

Предполагалось, что для посещения пяти внешних планет миссия «Большой тур» потребует несколько аппаратов: два в 1976—1977 годах будут направлены последовательно к Юпитеру, Сатурну и затем к Плутону. Кстати, выбор времени



Первоначальная схема проекта «Большой тур»

сближения с Плутоном был критичным, как никакой другой: орбита Плутона значительно наклонена к эклиптике, а полет с выходом из плоскости эклиптики представляет задачу сложную и дорогостоящую. Два других аппарата в 1979 году намечалось послать к Юпитеру, Урану и Нептуну. Рассматривался даже вариант с двумя аппаратами.

Однако бюджетные ограничения вскоре заставили изменить, а затем и существенно урезать проект. Лунная экспедиция «Аполлон» обошлась слишком дорого, и новый проект «Маринер-Юпитер-Сатурн-77», в дальнейшем переименованный в «Вояджер», оказался намного скромнее «Большого тура». Стоимость проекта составила 250 млн долл. или  $\frac{1}{3}$  намечавшейся стоимости «Большого тура». (На сегодня все расходы по проекту, куда входят ракеты запуска, наземный радиокомплекс и операции сближения, в том числе с Нептуном, составили 865 млн долл.) Новый вариант уже не

предусматривал ни таких сложных и многочисленных аппаратов, ни посещения Урана, Нептуна и Плутона.

«Вояджер» представляет собой довольно крупное сооружение. Это — высокоавтономный робот, оснащенный собственной энергетикой, ракетными двигателями, компьютерами, системой радиосвязи, управления и научными приборами для исследования внешних планет. Масса аппарата составляет 815 кг.

Ограничение задач позволило значительно снизить требования к надежности компонентов и стоимости не только бортового, но и наземного оборудования. В самом деле, для радиосвязи на фантастические расстояния (орбита Нептуна — 30 а. е., или 4,5 млрд км от Земли) требовалось создать сеть гигантских радиотелескопов, каждый из которых — очень дорогое сооружение. (Фактически, такая сеть была создана, но намного позднее. Уже к сближению «Вояджера-2» с Ураном радиотелескопы с диаметром поворотной антенны 64 м для приема сигналов из дальнего космоса были установлены в США, в Испании и в Австралии.)

Оставим пока вопрос о том, как «Вояд-

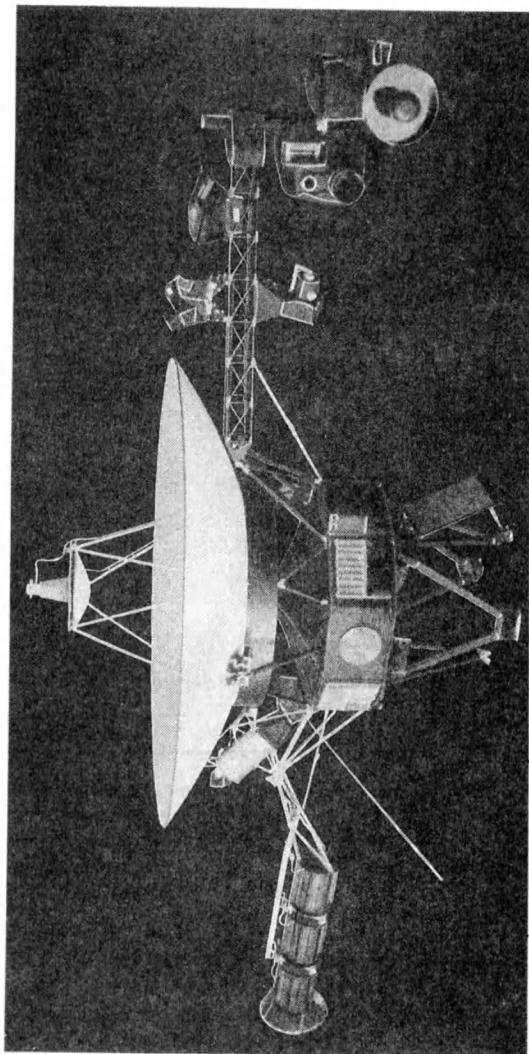
жеру-2» удалось все-таки исследовать Уран и Нептун. Через полтора года после Юпитера, 12 ноября 1980 года «Вояджер-1» достиг Сатурна. Чтобы сблизиться с его спутником Титаном, имеющим плотную атмосферу и представляющим особый научный интерес, аппарат прошел сравнительно низко над южным полюсом Сатурна и круто изменил свою траекторию. Сближение с Титаном произошло, как намечалось, но это был конец планетной миссии «Вояджера-1». Аппарат стал все «выше» подниматься над плоскостью эклиптики. К 1990 году он ушел «вверх» уже на 19,4 а. е., или почти на 3 млрд км. Как известно, планетных тел здесь нет.

«Вояджер-2» достиг Сатурна почти на год позже — 25 августа 1981 года и провел исследования планеты и ее многочисленных спутников. После гравитационного маневра в плоскости эклиптики он был направлен к Урану. Сближение с Ураном произошло 24 января 1986 года. Снова исследования планет и спутников, снова маневр. 24 августа 1989 года аппарат достиг «последней остановки» — Нептуна. Подобно Титану у Сатурна, спутник Нептуна Тритон тоже давно привлекает внимание исследователей. Последний маневр «Вояджера-2» позволил исследовать Тритон (который, как выяснилось, того стоил). Теперь «Вояджер-2» тоже уходит из Солнечной системы.

Таким образом, двойная планета Плутон — это единственный из миров Солнечной системы, который пока не дождался земных гостей (и уже не дождетсся до XXI века).

Несколько слов о научном оснащении аппаратов. Научный комплекс «Вояджеров» позволял (в принципе) одновременно проводить 11 научных экспериментов. На поворотной платформе установлены «широкоугольная» (поле около  $3^\circ$ ) и «узкоугольная» ( $0,4^\circ$ ) телевизионные камеры (с фокусным расстоянием объектива соответственно 200 и 500 мм). Камеры имеют высокую четкость (800 строк): в них используются специальные видиконны с памятью. Считывание одного кадра требует 48 с. (Теперь в таких камерах ставят ПЗС-матрицы.) При 8-разрядном кодировании один кадр содержит 5,12 Мбит информации. С Сатурна «Вояджер-2» передавал 1 кадр каждые 3 мин.

На платформе установлены также спектрометры, инфракрасный и ультрафиолетовый, и фотополариметр. Инфракрасный спектроинтерферометр (диапазон от 4 до 50 мкм) предназначался для исследования химического состава и структуры атмосфер планет-гигантов и Тритона.



Аппарат «Вояджер»

Ультрафиолетовый спектрометр диапазона 50—170 нм регистрирует, главным образом, излучение атомов с относительно высокими энергиями. Фотополариметр (который работал только на «Вояджере-2») передавал информацию о физических свойствах аэрозолей атмосфер и поверхности спутников.

В плазменном комплексе были детектор плазмы, детектор заряженных частиц низких энергий, детектор космических лучей. На борту имелись также магнитометры высокой и низкой чувствительности и приемник плазменных волн. Кроме того, «бесплатным приложением»

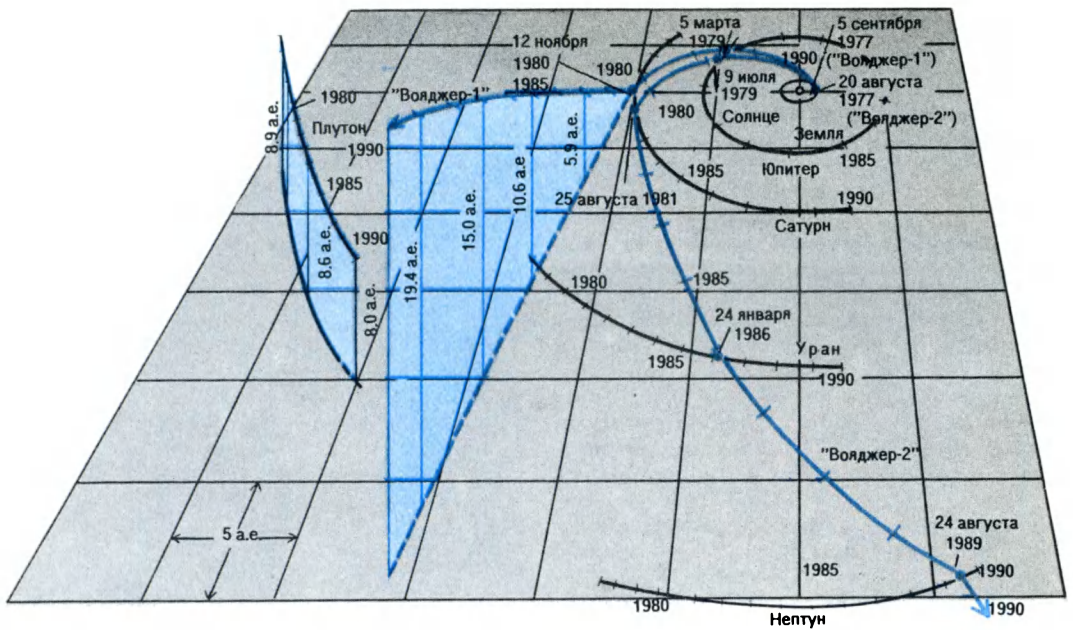


Схема полета аппаратов «Вояджер-1» и «Вояджер-2»

к научному комплексу была радиосистема аппарата. Без каких-либо специальных приборов, по характеру изменения радиосигнала при заходах аппарата за планету, определялись параметры атмосферы небесного тела.

### ДОМАШНЕЕ ХОЗЯЙСТВО АППАРАТА

Наряду с научными инструментами, важную роль играли системы самого аппарата. Развитие космической технологии позволило решить одну из наиболее важных проблем — энергообеспечение аппарата. Чтобы подчеркнуть эту особенность, один из первых вариантов проекта даже имел специальное название — TOPS — «термоэлектрический аппарат для внешних планет». Радиоизотопные термоэлектрические генераторы устанавливались и раньше как на советских, так и на американских космических аппаратах, но для «Вояджеров» они имели особое значение. Если для аппаратов, предназначенных для исследования Меркурия, Венеры, Земли и Марса вполне достаточно фотоэлектрических (солнечных) батарей, то для далеких планет, где низка плотность солнечной радиации, нужны другие источники энергии. На «Вояджерах» установлены три радиоизотопных термоэлектробатареи с эффективностью около 5%, нагреваемые тепловыделяющими элемен-

тами из окиси плутония. Общая электрическая мощность такой батареи вначале составляла почти 500 Вт, однако по мере распада плутония мощность падала (как тепловая, так и электрическая). Это сказывалось уже в период сближения с Ураном (когда мощность упала до 400 Вт) и создавало ограничения в выполнении научной программы, например, нельзя было проводить все эксперименты одновременно.

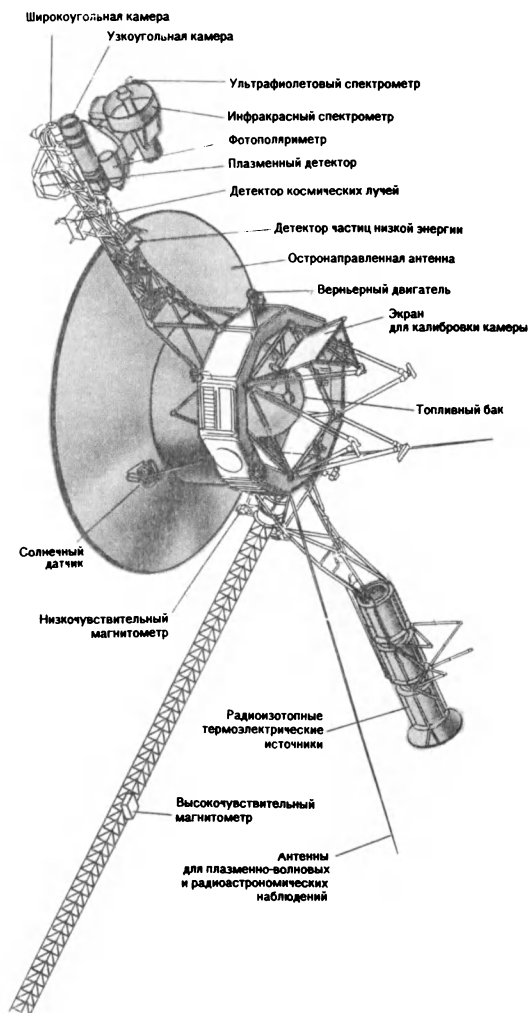
Естественно, не только энергетика определяет возможности аппарата. Множество систем, которые называют «служебными» (а чаще — просто «домашним хозяйством») позволяют аппарату вести самоконтроль, управлять своим положением, рассчитывать свои действия, посылать и принимать радиосообщения. «Мозг» «Вояджера» — это два компьютера, образующих так называемую «подсистему полетных данных». Компьютеры могут работать как в дублирующем, так и в независимом режиме. В их функции входит контроль состояния научных приборов и управление ими, сбор и редактирование научной информации перед радиопередачей ее на Землю, контроль и управление положением аппарата и многое другое. Главным достоинством управляющего комплекса «Вояджера», как выяснилось в многолетнем полете, оказалась необычайно гибкая программа, которая не только допускала радикальные изменения в исследовательских планах или в принципах обработки поступающей научной информации, но позволяла также обойти

неизбежно возникающие во время длительного путешествия неисправности то в одном, то в другом многочисленных узлах аппарата, включая даже сами компьютеры. Кстати, в бортовой вычислительной машине «Вояджера-1» отказала одна из систем памяти, но выполнению научных задач это не помешало.

Правильное положение аппарата в пространстве определяет возможность радиосвязи с Землей, так как большая параболическая чаша его антенны диаметром 3,65 м жестко скреплена с аппаратом. Во время радиосвязи она должна быть точно нацелена на Землю. Компьютеры «узнают» положение аппарата с помощью датчиков Солнца и звезд, которые также используются для навигации. Но этого недостаточно. Необходимо знать положение аппарата на небесной сфере. Разумеется, увидеть аппарат с Земли невозможно, но вместо этого можно использовать телевизионные снимки, получаемые с самого аппарата перед сближением с небесным телом. На них планета и ее спутники видны на фоне звезд с известными координатами. После обработки телевизионных изображений положение аппарата удастся определить с очень высокой точностью. Например, вблизи Урана ошибка такого определения составляла 20—25 км. Этот метод называется **оптической навигацией**. Очень высокую точность дает радионавигация. Для этого методами радиоинтерферометрии (Земля и Вселенная, 1987, № 4. с. 20.—Ред.) по регистрации сигнала радиопередатчика аппарата определяется его положение на небе относительно «маяков Вселенной» — квазаров.

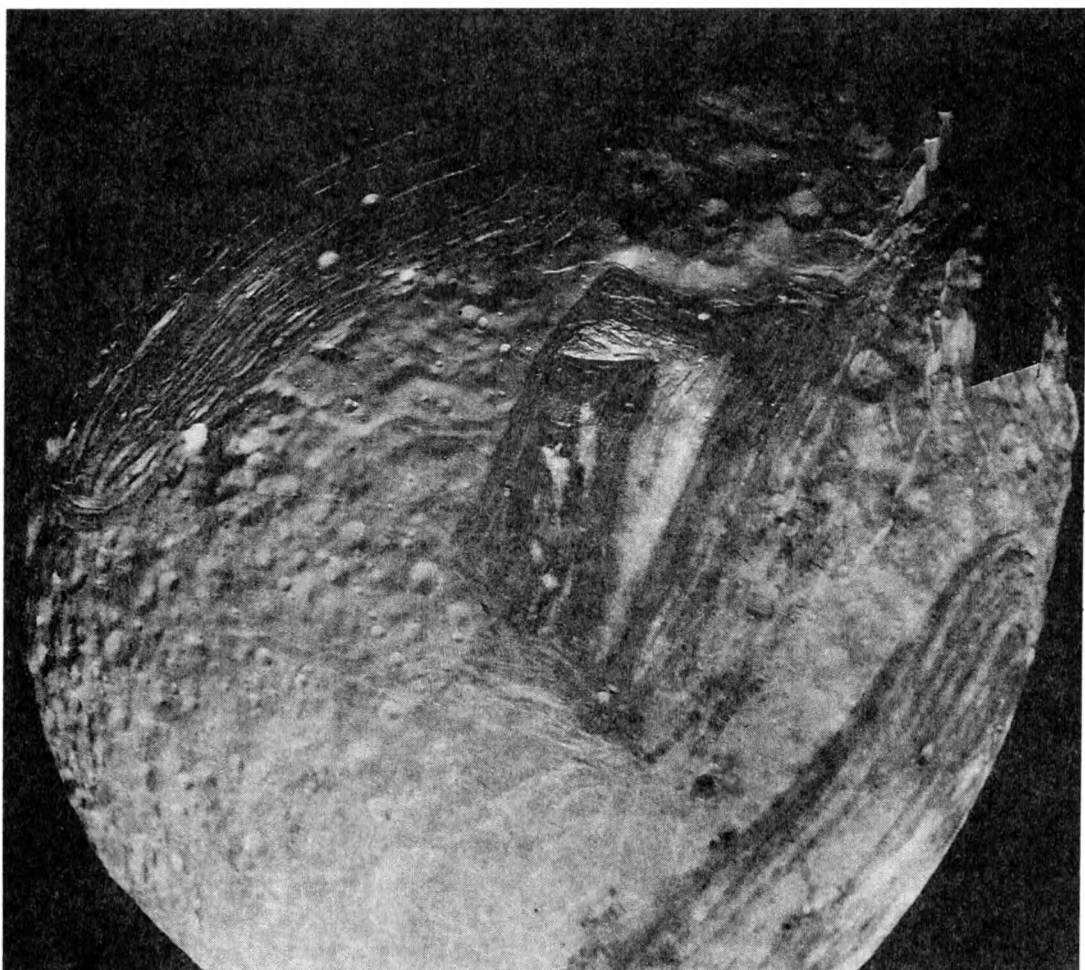
Аппарат может при необходимости изменить свое положение. Для этого он оснащен малыми ракетными двигателями (двигателями малой тяги, или верньерными двигателями). Двигатели работают на гидразине, который хранится в топливном баке. Небольшое, контролируемое компьютером количество жидкого гидразина поступает на катализатор, который превращает его в газ, выбрасываемый из сопла двигателя. Реактивная тяга поворачивает аппарат. Топливо использовалось также в тех случаях, когда была необходима коррекция траектории аппарата. В целом, расходование гидразина велось так экономно, что после встречи с Ураном в топливном баке оставалось еще около половины запаса (62 кг).

Интересно назвать главные причины, которые помимо тяготения Солнца влияют на движение аппарата. Прежде всего, это гравитационные воздействия планет Сол-



Расположение научных приборов на аппарате «Вояджер»

нечной системы на тело, находящееся в свободном полете. Затем — очень малые силы, которые возникают под воздействием падающей на аппарат солнечной радиации, а также в результате собственного теплового излучения от по-разному нагретых частей аппарата. Наконец, это механические воздействия собственных устройств аппарата (поворотной платформы). При сближении с Ураном и Нептуном приходилось исключать даже такие ничтожные воздействия, которые вызывало включение бортового магнитофона. С Земли удастся с весьма высокой точностью найти скорость аппарата. Лучевая скорость (проекция скорости на линию визирования) определяется по эффекту Допле-



Спутник Урана Миранда. Сложные условия телевизионной съемки при низкой освещенности с быстролетающего аппарата приводят к кажущимся искажениям формы небесного тела

ра с точностью до 2 см/с при скорости аппарата около 16 км/с. Чувствительность метода так высока, что, например, задолго до сближения с планетой ученые поняли, что принятую массу Урана, заложенную в расчеты, необходимо увеличить на 0,3 %, чтобы привести расчеты в соответствие с наблюдаемыми доплеровскими приращениями.

Поворотная платформа с оптическими приборами позволяла направлять их в сторону исследуемой планеты, не поворачивая сам аппарат. Она прекрасно работала до сближения с Сатурном. Но в момент пересечения плоскости его колец азимутальное движение платформы внезапно

прекратилось. Аппарат в это время не был виден с Земли и находился далеко вне кольца, поэтому было маловероятно, что платформу повредили частицы кольца. После выхода из-за планеты намечалась съемка южного полушария Сатурна, а также получение мозаичных (из множества отдельных снимков высокого разрешения) изображений поверхности спутников Тефии и Энцелада. К сожалению, эту часть программы выполнить не удалось, а когда после нескольких дней напряженной работы специалистов платформа стала понемногу реагировать на радиокоманды, было уже поздно. Впрочем, потеря была относительно невелика, но проблема не на шутку встревожила ученых: уже тогда было ясно, что полет к Урану — дело решенное. Пусть с какой-то долей риска, но аппарат его выдержит. Но что делать, если платформа не будет исправлена?

Чтобы понять неисправность, в ЛРД были срочно изготовлены 86 (I) макетов сило-

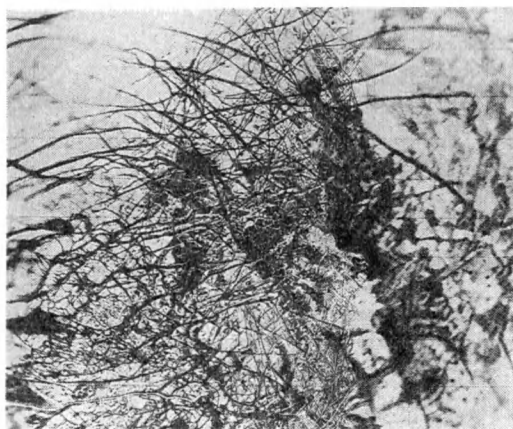


вого привода платформы, на которых и провели всесторонние исследования. Выводы были обнадеживающие: причиной заклинивания оказалась большая нагрузка, которая пришлось на платформу в работе у Сатурна, а неисправность можно устранить (хотя в дальнейшем с платформой следует обращаться поаккуратней). Предусмотрели и аварийную программу, но она так и не понадобилась.

Были и другие проблемы. «Вояджер-2» доставил немало хлопот, начиная прямо со старта. Перед запуском потребовался ремонт бортовой подсистемы компьютера. После запуска выключилась система ориентации. Вскоре выяснилось, что она работает, как говорят советские специалисты, «нештатно». Имелись трудности со штангой, на которой находится платформа — ее сначала не удавалось развернуть. Словом, «Вояджер-2» оказался с характером. Постепенно его приводили в порядок, но самая большая неприятность произошла на борту аппарата весной 1978 года на первом этапе его пути.

#### КАК «ВОЯДЖЕР-2» БЫЛ ПОТЕРЯН, НО НЕ НАДОЛГО

Связь аппарата с Землей ведется через два радиопередатчика с частотами 2295 МГц (длина волны 13,1 см) и 8418 МГц (3,56 см). Каждый из них дублирован в целях надежности. Мощность каждого передатчика очень невелика — всего 23 Вт. Это примерно как у переносной автомобильной лампы. Вся эта мощность, благодаря большой антенне, собирается в остронаправленный радиолуч и посылается на Землю. Мощность принимаемого здесь радиосигнала обратно пропорциональна квадрату удаленности аппарата. Сигнал с орбиты Нептуна был в 33 раза слабее, чем с орбиты Юпитера. С другой стороны, при одной и той же антенне с диаметром  $D$  сигнал зависит от длины волны  $\lambda$ , так как ширина радиолуча, посылаемого на Землю, составляет  $1,22 \lambda/D$ . (Образуемое таким лучом пятно на уровне орбиты Земли превышает 50 млн км для сантиметрового передатчика). Поэтому легко видеть, что мощность принимаемого сигнала будет обратно пропорциональна квадрату длины волны передатчика. Радиопятно становится малым, но здесь возникает другая трудность: чтобы радиолуч не ушел с Земли, система ориентации аппарата должна поддерживать направление на Землю с точностью в несколько угловых минут. Есть сложности и на Земле: сантиметровое излучение сильно поглощается дождем (и меньше — облаками).

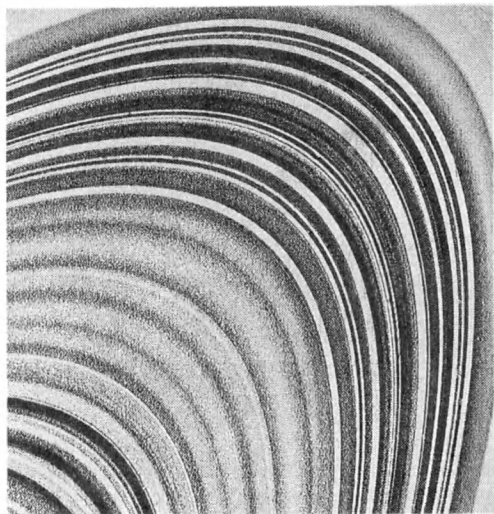


Сетка трещин, заполненная застывшей оранжевой массой, покрывает кору спутника Юпитера Европы (фрагмент)

Радиосистема «Вояджер» передавала поток информации со скоростью 115,2 кбит/с с Юпитера и 45 кбит/с с Сатурна. Ниже мы остановимся на некоторых ухищрениях инженеров, позволивших «обмануть природу» и передавать через эту радиолинию с Нептуна в 3—4 раза больше информации, чем намечалось. Но сначала об одной истории, которая показывает, что несущественных компонентов на борту космического аппарата не бывает.

Далеко не самые сложные устройства на борту «Вояджер» — командные приемники. Они принимают и декодируют (расшифровывают) поступающие с Земли радиокomанды. По существу, это «уши» аппарата. Приемников два, основной и резервный. Впрочем, если бы инженеры ЛРД заранее знали, что ожидает «Вояджер-2» в полете, они, наверное, поставили бы и четыре. Все началось с того, что после очередного сеанса радиосвязи операторы забыли послать на борт специальную команду, предназначенную для самого приемника. Через длинную цепь причинно-следственных связей это привело к выходу приемника из строя. Неожиданно обнаружилось, что и переход на резервный приемник не дает результата. Аппарат «оглох». На решение проблемы были брошены лучшие специалисты — ведь дело шло к фактической потере аппарата.

После серии экспериментов удалось установить, что аппарат все-таки что-то слышит, но слышит одну-единственную «ноту». На все остальные частоты, посылаемые наземным передатчиком, он не реагирует, в том числе и на те, на которые



Бесчисленные малые колечки составляют кольца В и С Сатурна. Мелкие образования, по-видимому, нестабильны

он рассчитан. Удалось выяснить, что у резервного командного приемника из-за повреждения конденсатора не работает автоматическая подстройка частоты гетеродина,— несложный, но очень важный электронный узел. Дело в том, что частота сигнала, принимаемого аппаратом с Земли, постоянно меняется из-за доплеровских сдвигов, достигающих очень больших значений. Без автоматической подстройки приемник может принимать лишь сигналы в пределах собственной полосы пропускания, которая составляет менее 1/1000 нормального ее значения. Даже доплеровские сдвиги от суточного вращения Земли превышают ее в 30 раз. Остался единственный выход — каждый раз рассчитывать новое значение передаваемой частоты и подстраивать наземный передатчик так, чтобы после всех сдвигов, сигнал как раз попадал в полосу пропускания приемника. Это и было сделано — компьютер теперь постоянно включен в контур передатчика. И так — все 12 лет полета.

Продолжительность ежедневной связи с аппаратом составляет от 8 до 16 ч, а во время сближений с планетами она была круглосуточной. Сигналы на аппарат обычно посылает 400-киловаттный передатчик в Голдстоуне с его 64-метровой (теперь 70-метровой) антенной. Специалисты ЛРД рассказывают, что время от времени аппарат теряет сигнал и снова «глохнет» на несколько дней. Но есть люди, которые

каким-то «шестым чувством» угадывают, на какую частоту «ушел» приемник. Положение осложняется тем, что кроме доплеровских сдвигов на настройку приемника сильно влияет температура аппарата, которую приходится контролировать очень тщательно: от ее изменения на четверть градуса частота «уходит» на 100 Гц. Есть и другие факторы — старение деталей, например. И все-таки ни одно сближение не было потеряно. Впрочем, в памяти бортового компьютера находится еще одна «аварийная» программа, которая предписывает аппарату думать самому, если такое случится. В сближении с Нептуном на консультации с Землей времени не оставалось: время распространения радиосигнала туда и обратно составляло 8,2 ч.

### ПРОДЛЕННАЯ МИССИЯ «ВОЯДЖЕРА-2»: УРАН И НЕПТУН

В 1981 году было принято решение дополнить миссию «Вояджера-2» Ураном, а в 1986 — Нептуном. Эти сближения были включены в программу полета и аппарат стали готовить к новым, более сложным задачам. В какой-то мере это был риск, так как вероятность его надежной работы на последующие 5 лет в 1981 году оценивалась в 60—70 %. С другой стороны, эксплуатационные возможности аппарата, как и страны, улучшились. За прошедшие после запуска годы вошли в строй новые 34-метровые антенны, а огромные 64-метровые чаши в США, Испании и Австралии были наращены до 70 м. В результате при той же надежности радиолинии скорость передачи данных с Нептуна удалось увеличить с 4,6 до 30 кбит/с (для повышения надежности использовалась скорость 21,6 кбит/с). Фактический выигрыш был намного больше. Со времени запуска существенно продвинулась прикладная математика, что позволило усовершенствовать технику «сжатия данных» на борту аппарата, для чего понадобилось полностью перепрограммировать бортовой компьютер с помощью радиокоманд. Кстати, этот процесс не всегда проходил гладко. Чем планета дальше, тем больше о ней хотят узнать ученые. Объем информации входит в противоречие с ее достоверностью. Но надежность данных можно увеличить только увеличением избыточности информации. У Юпитера и Сатурна информация перед радиопередачей на Землю кодировалась и сжималась так, что исходный ее объем почти не увеличивался. Но в сближении с Ураном и Нептуном ученые перешли

на более мощное кодирование Рида-Соломона, которое позволяет сжать информацию в несколько раз, но несет в себе некоторый риск.

Оставалось всего шесть дней до сближения с Ураном, когда выяснилось, что все изображения, переданные с обновленным кодом, искажены сеткой черных и белых линий. Специалисты бросились искать ошибку. Одна группа, не доверяя компьютеру, обработала вручную все пиксели. (пиксел — это один элемент, одна точка изображения). Результат оказался тот же. Другая группа подготовила новое задание аппарату: прочесть и передать на Землю все, что он записал в память. Прошло много часов, наконец ответ был получен. Сравнение показало, что среди многих килобайт программы в одном восьмиразрядном слове один из нулей замещен единицей. Запрос с Земли и ответ «Вояджера-2» показали, что перевести эту ячейку в «нулевое» состояние не удастся. Тогда программисты так переписали эту часть программы, чтобы дефектный триггер не вызывал искажений. За четыре дня до сближения программа была послана на борт. Телеметрическая информация стала поступать без искажений.

Интересно, что подготовленные для «Вояджера-2» решения после лабораторных испытаний опробовались на «Вояджере-1» и только потом включались в программы «Вояджера-2».

Очень большие сложности вызывала телевизионная съемка Нептуна, а особенно его темных спутников. Еще во время сближения с Ураном инженеры сетовали на недостаточную освещенность планеты и спутников. «Это все равно, что в сумерки фотографировать кусок угля на черном фоне», — сказал один из них. В самом деле, освещенность от Солнца на Уране в 370 раз ниже, чем на Земле. Но на Нептуне она уже в 900 раз ниже! Единственная возможность получить нормальные изображения — это, как знает каждый фотограф, увеличить длительность экспозиции. Для Нептуна она составляла 15 с и больше, а для темных спутников и колец — от 2 до 10 мин.

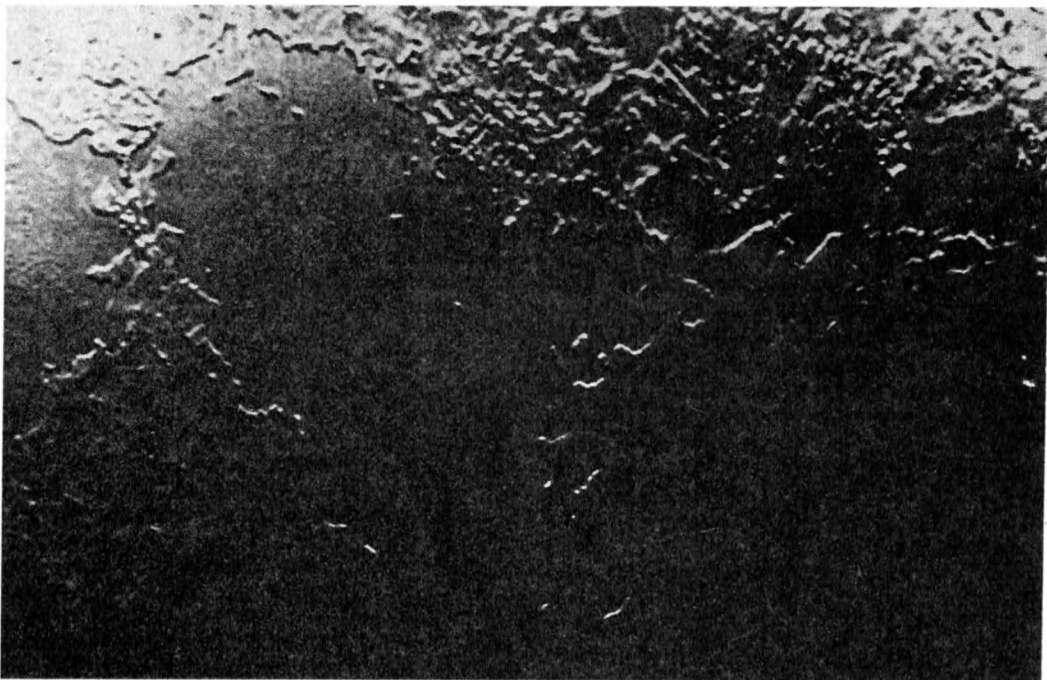
Но увеличить экспозицию было не так-то просто. Скорость аппарата — около 16 км/с, а относительно Нептуна и Тритона — еще больше. Так как аппарат прошел близко от них (3900 км от облачного слоя над северным полюсом Нептуна и 39 000 км от Тритона), длительная экспозиция неизбежно приводила бы к смазыванию изображения. К такому же результату приводила работа двига-



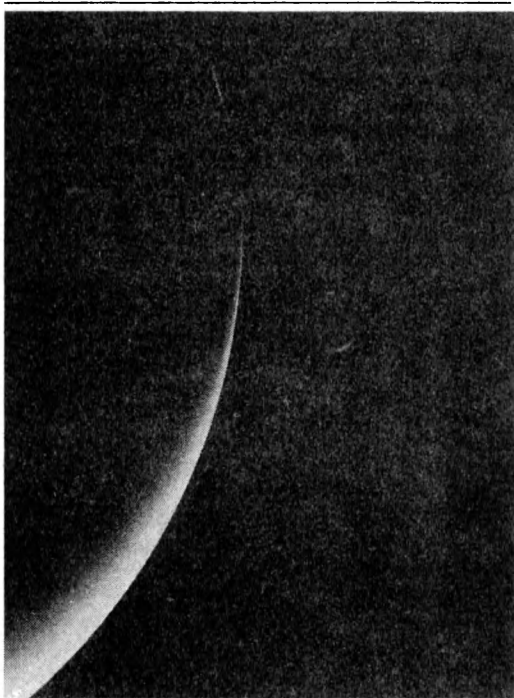
Большое Пятно на Нептуне

телей системы ориентации, корректирующих небольшие отклонения «Вояджера-2» от заданного положения. Импульсы от двигателей слегка покачивают аппарат.

Как удалось специалистам преодолеть все эти сложности? Прежде всего, была вдвое сокращена длительность импульсов включения верньерных двигателей системы ориентации. Оказалось, что и таких укороченных импульсов для ориентации достаточно, а покачивания аппарата значительно уменьшились. Во время экспозиции включение двигателей запрещалось. Кроме того, включение и выключение лентопротяжного механизма запоминającego устройства (магнитофона) разрешалось только вместе с включением верньерных двигателей. Все это привело к тому, что во время накопления экспозиции телевизионными камерами дрейф положения осей аппарата стал в 10 раз медленнее движения часовой стрелки. В дальнейшем, по мере приближения к Нептуну, этот дрейф удалось уменьшить еще в 2,5 раза (0,2 угл. мин/с). Чтобы не смазывалось изображение, камеры медленно поворачивались за объектом съемки так, чтобы компенсировать его относительное движение. Точность приводов платформы для этого недостаточна, поэтому ее выстав-



Фотография поверхности спутника Нептуна Тритона



Прощальный снимок Нептуна и Тритона с уходящего «Вояджера-2». Расстояние 4,86 млн км от Нептуна

ляли в нужное положение и фиксировали, а далее за объектом съемки медленно поворачивался весь аппарат.

Составленное из полученных таким образом кадров мозаичное изображение получилось искаженным. Изображение спутника Урана Миранды, например, приобрело форму яйца, а не сферы. Такие искажения легко устранить обработкой.

Благодаря всем принятым мерам, при сближении с Нептуном удалось избежать длительных перерывов в передаче научных данных на Землю, как это было во время пролета Урана. Так закончилась планетная миссия «Вояджера-2». Его телевизионные камеры оказались лучше, чем у «Вояджера-1». «Вояджер-2» хорошо поработал в Солнечной системе. Кроме Нептуна аппарат передал изображение Тритона.

После этого траектория «Вояджера-2» отклонилась к югу. Теперь его полет проходит под углом  $48^\circ$  к эклиптике, в южной полусфере. А «Вояджер-1» поднимается над эклиптикой (начальный угол  $38^\circ$ ). Что ожидают ученые от дальнейшего их полета и что ожидает аппараты в будущем?

Из научных исследований «Вояджеров» наибольший интерес вызывает ожидаемое пересечение гелиопаузы (границы между межзвездной и солнечной плазмой). Как известно, солнечный ветер имеет скорость около 400 км/с. Где его динамический напор уравнивается межзвездным

магнитным полем — пока никто не знает, но предполагается, что гелиопауза будет пересечена около 2012 года. Часть аппаратуры выключается навсегда — это телевизионный и спектрофотометрический комплексы, кроме ультрафиолетового спектрометра, который будет применяться для исследования звезд и галактик. Плазменный комплекс останется работоспособным до 2015 года. Продолжаются плазменные исследования и исследования космических лучей. Сокращены программы компьютеров. В их память закладываются фиксированные программы, которые для простоты будут вызываться просто по номеру. Администрация НАСА намерена уменьшить штат наземной службы «Вояджера» с 200 до 40 человек.

Технические возможности аппаратов таковы. Энергии в радиоизотопных термоэлектрических батареях хватит для работы аппарата по минимальной программе примерно до 2025 года, когда мощность упадет до 240 Вт. Топливо не будет представлять проблемы, в том числе и потому что коррекции траектории в межзвездной фазе полета не предусмот-

рены. Полноценное управление аппаратом можно будет осуществлять до 2000 года и даже позже. Проблемой может стать возможная потеря Солнца солнечным датчиком, так как с увеличением расстояния Солнце становится все более тусклым. Тогда направленный радиолуч уйдет с Земли и аппарат «умолкнет». Это может произойти около 2030 года. Если скорость передачи снизить до 43 бит/с, прием сигналов на Земле будет возможен до 2015 года с антенной 34 м и не менее чем до 2030 года с 70-метровой антенной. Инженеров беспокоит, что основная генераторная лампа свой ресурс уже выработала, передатчик перешел на резервную. Замены для нее уже нет.

А дальше... В 8571 году аппарат будет на расстоянии 0,42 светового года от Солнца и в 4 световых годах от Звезды Барнарда. В 20 319 году он пройдет на минимальном расстоянии — 3,5 световых года — от звезды Проксима Центавра. В 296 036 году «Вояджер-2» подойдет к Сириусу на расстояние 4,3 световых года. Почти через миллион лет он уйдет от Солнца на расстояние 47,4 световых лет...

## **Основные научные результаты, полученные при сближении «Вояджеров» с Юпитером, Сатурном и Ураном**

### **ЮПИТЕР**

1. Детальные изображения Юпитера показывают сложную динамику атмосферы с мощными зональными течениями, до 300 км/ч. Большое Красное Пятно представляет одиночный долговивущий вихрь сложного характера и антициклонического направления с повышенным давлением. В атмосфере присутствуют сверхмолнии.

2. Состав атмосферы: гелий 11% (объемных), или 20% массы, почти все остальное водород. Это очень близко к составу Солнца и подобных ему звезд. Подтверждено присутствие метана, аммиака, водяного пара и некоторых сложных молекул.

3. Магнитосфера Юпитера — самая протяженная в Солнечной системе, в 10 раз больше диаметра Солнца. Она содержит в основном ионы водорода, но присутствуют также ионы кислорода и серы, вы-

брасываемые, по-видимому, со спутника Ио. На орбите последнего находится более плотный плазменный тор, излучающий ультрафиолетовые и радиоэмиссии. Ио связана сильными электрическими токами с ионосферой Юпитера. Магнитное поле планеты имеет сложный характер. Максимальная напряженность поля достигает 12—14 Э (у полюсов).

4. Юпитер излучает в космос намного больше энергии, чем получает от Солнца. Источник энергии — реликтовое тепло (тепло, накопленное во время формирования планеты). Его мощность близка к  $10^{18}$  Вт.

5. Обнаружено слабое кольцо Юпитера.

6. Подробно исследованы галилеевы спутники. Ио имеет более 10 действующих вулканов, поверхность ее состоит, по-видимому, из серы и диоксида серы. Спутник Европа покрыт мощной ледяной корой, под которой, возможно, существует глобальный океан. Ганимед — самый крупный спутник в Солнечной системе — имеет развитую тектонику, подобную тектонике плит Земли. По диаметру он больше Меркурия.

### **САТУРН**

1. Атмосферные детали подобны наблюдаемым на Юпитере. Они представляют

чередующиеся темные пояса и светлые зоны. Скорость течений на экваторе достигает 1500 км/ч. Имеется «овал», подобный Большому Красному Пятну на Юпитере. Обнаружены быстрые течения «ленточного» вида.

2. Состав атмосферы: 6 % (объемных) гелия, почти все остальное — водород. Предполагается, что «недостающая» половина гелия утонула в ядре планеты, как более тяжелая составляющая. На это же указывает более мощное, чем у Юпитера, собственное тепловое излучение Сатурна. В числе малых компонентов атмосферы: аммиак, метан, фосфин, этан, ацетилен, метилацетилен и пропан.

3. Период вращения, найденный по периодичности радиозумов, составляет 10 ч 39 мин 15 с. Магнитное поле несколько сильнее земного. Ось диполя почти параллельна оси вращения планеты. Имеются северные сияния, а также мощные эмиссии в ультрафиолете (в более низких широтах).

4. Шесть колец, известных до полета «Вояджеров», состоят из бесчисленных индивидуальных «колечек». Наблюдались спокки — особые радиальные образования на кольцах. Кольца обладают сложной, меняющейся динамикой. Обнаружены «пастухи» кольца F и других колец.

5. Открыты восемь новых спутников. Ранее известные спутники Сатурна состоят в основном из льда.

6. Спутник Титан с плотной азотно-метановой атмосферой имеет диаметр 5150 км. В его атмосфере (и, по-видимому, на поверхности) присутствуют гидрокарбонаты. Давление у поверхности около 1,5 бар, температура около 100 К.

## УРАН

1. Облачный слой Урана содержит очень мало контрастных деталей. Динамика атмосферой образует зональные течения, симметричные относительно оси вращения планеты. Температуры полярного и экваториальных районов почти одинаковы (56 К). Это указывает на превалирующую роль внутренних источников энергии. Скорость зональных течений очень высока. На широте 70° наблюдалось течение прямого направления (в сторону вращения

планеты) со скоростью 700 км/ч. Вблизи экватора отмечены ветры обратного направления со скоростью до 300 км/ч.

2. Период вращения планеты, найденный по пульсациям радиоизлучения, короче имевшихся оценок и составляет 17 ч 14 мин 24 с.

3. Магнитное поле Урана наклонено на 60° по отношению к оси вращения (если считать его дипольным), причем ось диполя смещена от центра на 1/3 радиуса планеты. Напряженность поля близка к земной; но полярность обратная.

4. Планета обладает протяженной магнитосферой с радиационными поясами, состоящими в основном из ионов водорода и электронов. Из-за сложного характера вращения магнитосферы поле в пространстве постоянно меняет направление (эффект «штопора»), вращаясь с периодом планеты.

5. Обнаружено интенсивное так называемое «электросвечение» атмосферы на дневной стороне планеты и радиоизлучение с ночной стороны. Плотность экзосферы достигает 100 см<sup>-3</sup> на уровне самого внешнего кольца.

6. Состав атмосферы: 15 % (объемных) гелия (в 2,5 раза больше, чем на Сатурне); примерно 2 % метана ниже верхнего слоя облаков; остальное — водород. Облачный слой находится на уровне давления 1,2 бар.

7. Получены первые изображения узких колец Урана. Обнаружены 2 новых слабых кольца. Внешнее кольцо (кольцо ε) состоит из крупных кусков, размерами более 10 см.

8. Обнаружено 10 новых спутников. Размеры наибольшего из них — более 170 км. Из пяти ранее известных спутников самым светлым является Ариэль, самым темным — Умбриэль. Наибольшие спутники — Титания (1580 км) и Оберон (1516 км), наименьший — Миранда (472 км). Плотности их указывают на большую долю каменных пород, чем у спутников Сатурна. Геологическая история и тектоника спутников весьма различна. Миранда представляет тело с наиболее сложной для понимания историей.

**О научных результатах исследования Нептуна читайте в следующих номерах «Земли и Вселенной»**

## ПУБЛИКАЦИИ «ЗЕМЛИ И ВСЕЛЕННОЙ» ПО ТЕМЕ СТАТЬИ

1. Программа «Большой тур». 1970, № 2, с. 20—21.
2. Гольдовский Д. Ю. «Большой тур» уступает место «малому». 1972, № 4, с. 29—31.

3. Гольдовский Д. Ю. Дорога длиною в 12 лет. 1978, № 2, с. 20—23.
4. Полеты зарубежных автоматических станций. 1979, № 2, с. 75—78.
5. Пояс астероидов не опасен. 1979, № 3, с. 57.
6. Гольдовский Д. Ю. Новая встреча с Юпитером. 1979, № 5, с. 15—18.
7. Новая встреча с Юпитером. 1980, № 1, с. 29.

8. Гольдовский Д. Ю. Сатурн крупным планом. 1981, № 2, с. 45—47.
9. «Вояджер-1» о Титане. 1981, № 6, с. 13.
10. Новый визит к Сатурну. 1981, № 6, с. 3 обложки.
11. Гольдовский Д. Ю. Новое о Сатурне. 1982, № 3, с. 34—36.
12. Ксанфомалити Л. В. Загадочный радиоисточник на Сатурне. 1982, № 4, с. 13.
13. Бобров М. С. Сатурн, каким мы его знаем теперь. 1982, № 4, с. 39—44.
14. Гиндилис Л. М. Поиск разумной жизни во Вселенной. 1982, № 4, с. 52—57.
15. Ответы на вопросы читателей. 1985, № 5, с. 112.
16. Гольдовский Д. Ю., Рускол Е. Л. «Вояджер-2» исследует Уран. 1986, № 5, с. 44—50.
17. На пути к Нептуну. 1987, № 4, с. 82.
18. Гольдовский Д. Ю. Зарубежные программы исследования дальнего космоса. 1987, № 5, с. 83—86.
19. Названия спутников Урана. 1989, № 2, с. 103.
20. Полет «Вояджера-2» продолжается. 1989, № 5, с. 19.
21. «Вояджер-2»: встреча с Нептуном состоялась. 1989, № 6, с. 17.
22. Имена новых спутников Нептуна. Новое о системе Нептуна. 1990, № 1, с. 67.

## Информация

### Спутник предсказал извержение

Обработывая космические снимки в инфракрасной части спектра, сделанные с борта американского искусственного спут-

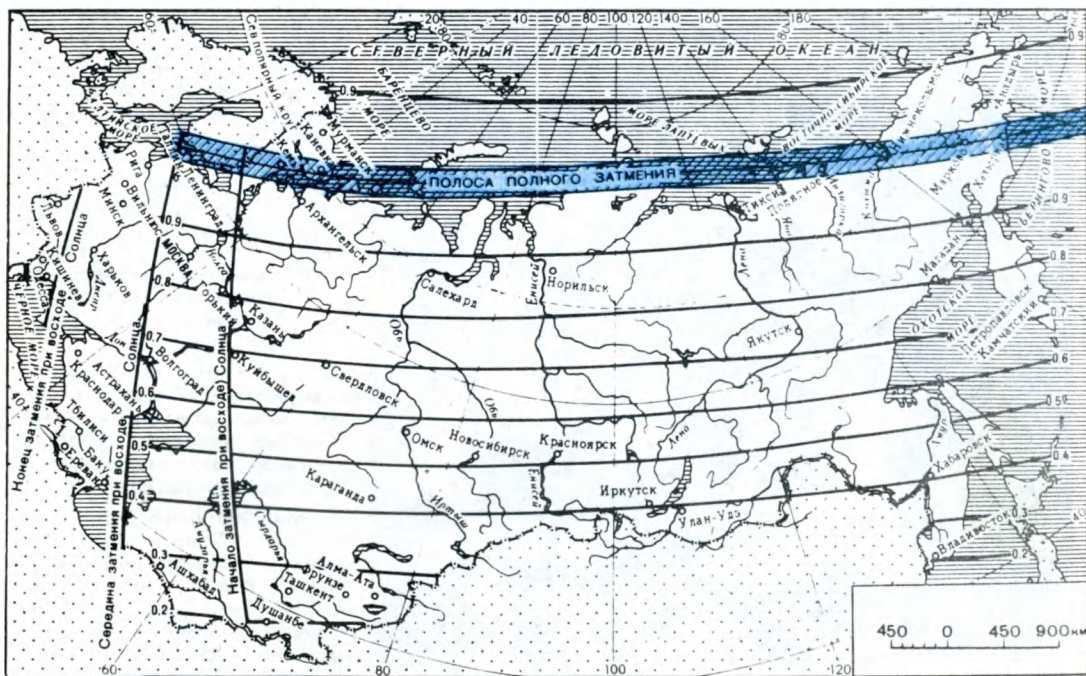
ника Земли «Landsat» в 1984—1987 годах, группа английских и американских специалистов обратила внимание на необычно высокий уровень теплового потока из недр Земли в одном из ненаселенных северных горных районов Чили.

На основании этих данных ученые сделали прогноз о приближающемся извержении небольшого вулкана Ласкар, распо-

женного в Центральных Андах и считавшегося потухшим. Прогноз подтвердился: к лету 1989 года Ласкар превратился в активно действующий вулкан, из его кратера начала бурно извергаться лава.

New Scientist, 1989, 122, 1669

### 22 июля 1990 года — полное солнечное затмение



Карта видимости солнечного затмения 22 июля 1990 года на территории СССР (Школьный астрономический календарь на 1989/90 учебный год.) Статью о затмении см. в нашем журнале — № 2, 1990 год

### На орбите — комплекс «Мир»

Напомним, что 11 февраля 1990 года стартовал корабль «Союз ТМ-9», пилотируемый экипажем в составе командира Анатолия Соловьева и бортинженера Александра Баландина. 13 февраля осуществлена его стыковка с комплексом «Мир», на борту которого находился экипаж — командир Александр Викторенко и бортинженер Александр Серебров. В течение недели прибывшие космонавты знакомились с размещением научной аппаратуры, выполнялись совместные работы и эксперименты. 19 февраля А. Викторенко и А. Серебров покинули станцию и возвратились на Землю.

21 февраля в соответствии с программой полета пилотируемого комплекса А. Соловьев и А. Баландин осуществили перестыковку корабля «Союз ТМ-9» с астрофизического модуля «Квант» на освободившийся осевой стыковочный узел переходного отсека станции.



Космонавты А. Я. Соловьев и А. Н. Баландин перед стартом

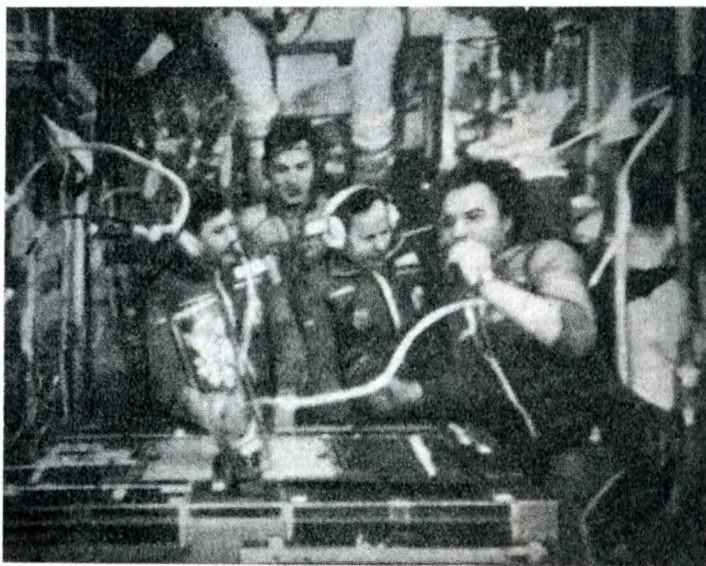
1 марта в 2 ч 11 мин московского времени стартовал автоматический грузовой корабль «Прогресс М-3». Через двое суток 3 марта в 4 ч 05 мин осуществлена его стыковка с комплексом «Мир» со стороны модуля «Квант». На орбиту доставлены топливо для объединенной двигательной установки станции, продукты, вода, оборудование, аппаратура, почта.

23 февраля включались системы бортовой автоматки, 27 февраля — системы управления работой двигателей, 11 марта на станции установлен новый блок бортовой ЭВМ для обеспечения совместной работы силовых гироскопических стабилизаторов модулей «Квант» и «Квант-2». На внешней поверхности модуля «Квант-2» установлена гиросtabilизированная платформа с видеоспектральной аппаратурой для геофизических и астрофизических исследований. 23 марта космонавты выполнили операции по включению системы управления этой платформой в общий контур орбитального комплекса.

Продолжались эксперименты по выращиванию полупроводниковых монокристаллов на технологической установке «Галлар». Проведены плавки теллурида кадмия и арсенида галлия.

С помощью аппаратуры «Данко», рабочий блок которой установлен на внешней поверхности модуля «Квант-2» предыдущим экипажем, выполнены серии исследований воздействия факторов открытого космоса на физико-механические характеристики полимерных и композиционных материалов, элементы радиоэлектронной аппаратуры.

Проводились эксперименты по измерению и оценке динамики



На борту научно-исследовательского комплекса «Мир» космонавты А. Викторенко, А. Серебров, А. Соловьев и А. Баландин

Большое место в программе работ экипажа заняли мероприятия по включению систем и оборудования модуля «Квант-2» в общий контур пилотируемого ком-



уровня ионизирующего космического излучения в околоземном пространстве. Полученная информация используется для контроля и прогнозирования радиационной обстановки по трассе полета комплекса. 10 апреля с помощью портативного спектрометра космонавты провели измерения пространственно-энергетических характеристик рентгеновского и гамма-излучений в отсеках комплекса.

С использованием спектрометра «Мария» выполнялись исследования, одна из задач кото-

рых — определение возможной взаимосвязи между интенсивностью потоков элементарных заряженных частиц высоких энергий и сейсмической активностью на нашей планете.

Для оценки прочностных характеристик конструкции модуля дооснащения «Квант-2» с использованием акустических датчиков выполнен эксперимент «Контроль».

На борту комплекса проведен советско-чехословацкий биологический эксперимент по изучению влияния условий космического

полета на развитие организма и наследственности японского перепела. Он проводился на установке «Инкубатор-2». 4 марта начался обогрев 43 яиц, через 17 суток появились первые птенцы. 8 яиц были зафиксированы на разных стадиях развития, из оставшихся 35 вылупилось 6 птенцов. Из-за несовершенства установки (в частности, не удалось наладить кормление) через некоторое время все они погибли.

*По материалам ТАСС  
Продолжение следует*

## **Информация**

### **«Мотоцикл» для космонавтов**

Александр Викторенко и Александр Серебров впервые испытали в открытом космосе установку для перемещения космонавта. Первым это сделал 1 февраля 1990 года Александр Серебров. Максимальное удаление от выходного люка составило 33 м. 5 февраля испытания продолжил командир экипажа — Александр Викторенко. Он удалялся от станции на 45 м. По оценке специалистов Центра управления полетами, программа работы в открытом космосе выполнена полностью.

«Летающее кресло», «орбитальные сани», «космический велосипед» — журналисты пытались подобрать земные аналогии для рассказа об установке. Во время сеанса связи с экипажем пилотируемого комплекса Александр Серебров, отвечая на мой вопрос с орбиты, как говорится, расставил точки над *i*. Он даже обиделся, когда я его спросила, успел ли экипаж распаковать «велосипед». «Не «велосипед», а, скорее, «космический мотоцикл», — поправил он, — ведь у него есть своя двигательная установка. Скафандр позволяет космонавту работать на протяжении 6 часов вблизи орбитального комплекса».

**«Космический мотоцикл»**



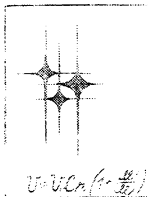
(пусть так и будет!) и скафандры «ОрланДМА», снабженные автономными средствами связи, телеметрии и источником питания, были доставлены на борт пилотируемого комплекса «Мир» специализированным модулем дооснащения «Квант-2». Двигательная установка работает на сжатом воздухе, снабжена автономными системами электропитания. Она изготовлена в научно-производственном объединении «Звезда», руководимом генеральным конструктором Г. И. Севериным.

«Космический мотоцикл» предназначен прежде всего для проверки систем различных космических объектов. Он позволяет космонавту свободно маневрировать

**А. Викторенко испытывает СПК в открытом космосе**

вать, облетать орбитальный комплекс, вращаться на месте. Можно вести репортажи и кино съемку, удаляясь от орбитального комплекса на несколько десятков метров. Пока страховочный фал ограничивает дальность прогулок в космосе. Хотя, в принципе, автономная система энергообеспечения позволяет аппарату обходиться и без него.

*Р. Н. КУЗНЕЦОВА  
корреспондент ТАСС*



## Симпозиумы, конференции, съезды

# Каждый год в Калуге

В. Н. КОМАРОВ

С 1966 года ежегодно в середине сентября в Калуге проходят научные чтения, посвященные разработке научного наследия и развитию идей К. Э. Циолковского.

Программа чтений весьма широка — от вопросов научного и технического обеспечения космических полетов до философского осмысления проблем, связанных с освоением космоса. Здесь обсуждаются новые, свежие идеи, наиболее актуальные проблемы космонавтики и астрономии. Это отвечает и необычайной разносторонности интересов самого К. Э. Циолковского, и новаторскому характеру его тру-

дов, и смелости его мысли, опережавшей науку и технику своего времени.

В ряду многочисленных научных форумов, проходящих в нашей стране, чтения К. Э. Циолковского отличаются подлинной демократичностью. Сюда съезжаются энтузиасты в надежде поделиться своими научными и техническими идеями, обсудить их в кругу заинтересованных, доброжелательных единомышленников. На заседаниях секций каждый желающий может получить слово, высказать свои соображения, выслушать мнение крупных специалистов. И пусть некоторые выступле-

ния подвергнутся затем суровой заслуженной критике — это тоже полезно, так как помогает точнее очертить границы, отделяющие науку от ненауки, сосредоточить усилия на наиболее важных и перспективных направлениях исследований.

О некоторых из затрагивавшихся в последние годы на Циолковских чтениях проблемах, связанных с развитием науки о Вселенной, перспективами освоения космоса, а также некоторыми вопросами, представляющими философский, мировоззренческий интерес, рассказывается в этой статье.

## ЧЕЛОВЕК В КОСМОСЕ

Высказываются самые различные мнения относительно того, какими в обозримом будущем должны стать орбитальные космические станции, производственные предприятия в околоземном пространстве, солнечные энергетические установки в ближнем космосе, научная база на Луне. На специальных секциях подробно рассматриваются различные технические проекты космических сооружений. Но при этом в центре внимания остается человек, которому предстоит осваивать космическое пространство, жить и работать на орбитальных комплексах, совершать длительные полеты к другим телам Солнечной системы.

В настоящее время выделяются две концепции, две точки зрения на будущее земного человечества, существенно отличающиеся друг от друга. Одна из них исходит из того, что генотип современного человека останется неизменным на протяжении неограниченно долгого времени. И хотя люди будут осваивать космос, расселяться на космических станциях и небесных телах, это не приведет к сколь угодно существенным биологическим изменениям. Человек будет всячески стремиться сохранить свою биологическую организацию и с этой целью станет создавать в космосе искусственные сферы обитания, похожие на земные.

Последователи второй

концепции человека будущего, наоборот, считают, что приспособительные, адаптационные возможности людей современного типа для экспансии в космос недостаточны. И потому для освоения космического пространства и жизни на других космических телах потребуются значительная перестройка биологической организации человека. В рамках этой концепции всерьез обсуждается идея, пользующаяся немалой популярностью у писателей-фантастов, о создании киборгов — своеобразных гибридов человека и машины. Наиболее крайние сторонники подобных идей утверждают даже, что со временем эра естественных разумных существ неизбежно завершится, и на



смену им придет искусственный разум, который будто бы представляет собой высший этап эволюции космической материи.

С подобной концепцией, на мой взгляд, трудно согласиться. Гораздо перспективнее, мне кажется, использовать огромные внутренние резервы человеческого организма, научиться управлять ими.

В связи с обсуждаемой проблемой немалый интерес представляет и такой вопрос: изменяется ли вообще человек с течением времени? Отличаемся ли мы от наших предков, и будет ли человек грядущего походить на нас и наших современников?

По мнению академика О. Г. Газенко, биологическая эволюция человека хотя и продолжается, но весьма медленными темпами, и если сравнить людей, обитавших на протяжении ряда поколений в различных местах нашей планеты, отличающихся климатическими и природными условиями, то все они принадлежат к одному биологическому виду. Человек — часть земной природы, его становление и развитие происходило в конкретных условиях Земли, и его организм приспособлен именно к этим условиям.

Пленарное заседание XXIV Циолковских чтений (1989 года). На трибуне — летчик-космонавт СССР С. К. Крикалев (фотографии из фондов Государственного музея истории космонавтики имени К. Э. Циолковского)

В космическом же полете, в условиях длительного пребывания в невесомости должна происходить существенная перестройка всех систем человеческого организма. Неизбежно сокращение мышечной массы, объема циркулирующей по сосудам крови, станет утрачивать прочность, теряя кальций и фосфор, костная ткань. Одним словом, начнет меняться сам человек. Как к этому относиться?

Академик Газенко утверждает, человек должен оставаться человеком Земли, и необходимо делать все для того, чтобы во время космического полета он не отвык от земной силы тяжести, чтобы мог возвратиться на Землю.

#### НУЖНА ЛИ КОСМОНАВТИКА?

В последнее время поднимается вопрос о целесообразности дальнейшего актив-

ного развития космонавтики, предлагается сократить соответствующие бюджетные ассигнования. Поэтому не случайно ряд докладов на Циолковских чтениях 1989 года был посвящен вопросу о роли космонавтики в становлении и развитии земной цивилизации.

По мнению Г. С. Хозина, космонавтика как одна из форм человеческой деятельности ни при каких обстоятельствах не может быть ликвидирована. На определенном этапе решение задачи дальнейшего прогрессивного развития земной цивилизации не может быть достигнуто без помощи космических средств. И выход человечества в космос, вне всякого сомнения, был закономерным этапом в истории земной цивилизации.

Современное естествознание остро нуждается в изучении экстремальных состояний материи: сверхвысоких температур и давлений, сверхмощных полей тяготения, космического вакуума, гигантских концентраций материи и энергии. Между тем, возможности проведения подобных исследований в земных лабораториях ограничены. Но соответствующие наблюдения могут производиться в лаборатории Все-



Заседание секции «Проблемы ракетной космической техники» XXIV Циолковских чтений (фотография из фондов Государственного музея истории космонавтики имени К. Э. Циолковского)

ленной — бесконечно разнообразной лаборатории, созданной самой природой. Здесь мы можем изучать и такие состояния материи, такие физические процессы, такие источники энергии, которые принципиально невозможно воспроизвести в земных условиях. Конечно, в распоряжении ученых имеются астрономические методы, но, как известно, наземные астрофизические исследова-

ния могут проводиться только в оптическом и радиодиапазонах. И именно космонавтике мы обязаны становлением всеволновой астрономии, не только значительно расширившей наши представления о физике Вселенной, но и сыгравшей первостепенную роль в понимании фундаментальных закономерностей строения материи.

Следует также подчеркнуть, что прогресс естествознания зависит и от увеличения объема информации, полученной в результате изучения уже освоенных областей природных явлений. И здесь применение космической техники может играть и фактически играет чрезвычайно важную роль. Космические исследования не только существенно уси-

лили приток информации в фундаментальные науки, но и обеспечили получение дополнительных сведений о земных процессах и последствиях антропогенной деятельности. Это обстоятельство, с одной стороны, способствует увеличению эффективности производственных усилий человека, а с другой — помогает решению экологических проблем. (Более подробно об этом можно прочитать в статье А. Д. Урсула — Земля и Вселенная, 1989, № 5, с. 40.— Ред.).

Важную роль призвана сыграть космонавтика, как считает А. Д. Урсул, и в решении актуальнейшей для нашей страны задачи — задачи построения «информационного общества». То есть такого общества, которое овладело всеми информационными потоками с помощью средств информатики. Космическая техника должна обеспечить надежные бесперебойные каналы космической связи, обладающие огромной пропускной способностью.

Существует, наконец, ряд практических задач, имеющих колоссальное народнохозяйственное значение, которые на современном уровне развития науки и техники можно успешно решить только с помощью космических аппаратов. К числу этих задач относится создание глобального телевидения, спутниковой системы метеонаблюдений, спутниковой навигационной системы, системы оповещения об аварийных ситуациях. Все более важное значение приобретает изучение Земли с космических орбит.

Нельзя не принимать во внимание и то обстоятельство, что развитие космонавтики служит чрезвычайно мощным стимулом для прогресса многих областей науки и техники. По заказам космонавтики был решен ряд

научных, технических и технологических задач, и эти решения должны находить все более широкое применение и в производстве и даже в быту.

Было бы преждевременно сбрасывать со счета и военное значение космонавтики. В реально существующих условиях космическая техника, с одной стороны, надежно обеспечивает безопасность нашей страны, а с другой — является действенным средством контроля над выполнением международных соглашений, направленных на снижение уровня военного противостояния. По мнению В. П. Сенкевича, необходимо тщательно определить стратегические цели развития советской космонавтики на ближайшее будущее и разработать соответствующие космические программы, учитывающие как научные и социальные проблемы, так и реальную военно-политическую обстановку.

Аналогичная точка зрения была высказана и Г. С. Хозиным, который считает, что перспективы дальнейшего развития советской космонавтики должны определяться исходя из того, насколько эффективный вклад способны внести космические системы в развитие научно-технического прогресса и решение приоритетных прикладных задач, а также из возможности использования в некосмических отраслях производства передовых космических технологий.

В процессе обсуждения было также высказано мнение о том, что новые космические объекты наиболее целесообразно проектировать с учетом осуществления определенных экономически эффективных космических программ, а не сами по себе, с последующей привязкой тех или иных программ к уже существующим космическим системам.

## ЧЕЛОВЕК И ВСЕЛЕННАЯ

Вопрос о человечестве, изучающем и осваивающем космос, тесно связан и с более общим вопросом о месте земной цивилизации в мироздании, о роли разумных существ, способных познавать и преобразовывать окружающий мир, в эволюции материи. Закономерно ли появление жизни и разума в процессе развития Вселенной, обусловлено ли оно объективной необходимостью или это результат маловероятного стечения случайных благоприятных обстоятельств?

В последние годы при обсуждении философских проблем на Циолковских чтениях неизменно внимание уделялось антропному принципу, раскрывающему тесную связь между существованием человека и человечества и фундаментальными свойствами Вселенной. Как известно, основной смысл антропного принципа заключается в том, что во Вселенной, обладающей иными свойствами, появление жизни и человека оказалось бы невозможным — нас просто бы не было. Этим и объясняется тот факт, что Вселенная обладает именно существующими, а не какими-либо иными свойствами.

Однако антропный принцип сам по себе еще не позволяет сделать вывод о том, является ли жизнь атрибутом материи, необходимым порождением процесса ее эволюции или нет. Иными словами, заложена ли неизбежность образования живых структур в фундаментальных свойствах материи или их возникновение представляет собой результат слепой игры случайных факторов?

Этот вопрос в различных аспектах обсуждался на Циолковских чтениях неоднократно. Ему, в частности, был посвящен доклад извест-

ного советского философа В. В. Казютинского на чтениях 1988 года «Человек в самоорганизующейся Вселенной». В частности, он высказал мысль о том, что в природе, возможно, существуют некие общие законы эволюции, которые направляют ход развития материи таким образом, что физические параметры, определяющие ее состояние, оказываются в границах, способствующих образованию живых структур.

Как известно, один из фундаментальных законов природы — второе начало термодинамики. Суть его состоит в том, что энергия любой обособленной материальной системы постепенно превращается в тепловую, а тепло всегда переходит от тел более нагретых к более холодным. В результате тепловая энергия постепенно равномерно распределяется между всеми телами, рассеивается. На языке математики это означает, что изолированная система от состояний менее вероятных переходит к более вероятным — «порядок» постепенно превращается в «хаос». На языке же физики это звучит так: энтропия замкнутой системы (то есть мера рассеяния, вырождения энергии) стремится к максимуму.

Но если исходить из того, что явления, происходящие в реальном мире, носят диалектический характер и, в частности, подчиняются закону единства и борьбы противоположностей, то логично предположить, что в природе должны существовать и процессы, противостоящие накоплению энтропии. Один из таких процессов — деятельность живых и, в особенности, разумных организмов, которая приводит к созданию именно маловероятных состояний. Не является ли поэтому формирование живых структур необходимым этапом самодвижения ма-

тери, компенсирующим «разрушительное действие» второго начала термодинамики? Не исключено, что подобная необходимость находит отражение в тех общих законах эволюции, о которых идет речь.

Разумеется, уменьшение энтропии в системе «человек — окружающая среда» может происходить лишь за счет ее увеличения в более широких областях. Однако совершенствуя свою антиэнтропийную деятельность (и тем более взаимодействуя с другими разумными обитателями Вселенной), человек, в принципе, может охватить ею все новые области пространства.

Если приведенные соображения соответствуют реальному положению вещей, то из этого следует, что разумная жизнь должна быть достаточно распространена во Вселенной. К аналогичному заключению современное естествознание приходит также и на основе некоторых других соображений, прежде всего в результате развития теории самоорганизации. В последние годы в рамках этой теории был получен весьма обнадеживающий результат.

Если некоторая открытая материальная система, то есть система, взаимодействующая с окружающей средой, выведена из состояния равновесия, то в ней возникают упорядоченные движения больших групп моле-

кул — «кооперативные эффекты». Вследствие этого в системе образуется структура — из «хаоса» возникает «порядок», происходит самоорганизация.

Таким образом, на всех уровнях, будь то уровень макроскопической физики, уровень флуктуаций или микроскопический уровень, источник порядка — неравновесность. Неравновесность есть то, что порождает порядок из хаоса. Иными словами, в сильно неравновесных условиях может совершаться переход от беспорядка, теплового хаоса к порядку. Могут возникать новые динамические состояния материи, отражающие взаимодействия данной системы с окружающей средой.

А какова вероятность возникновения неравновесных состояний? В момент образования материи, считает один из создателей новой теории лауреат Нобелевской премии бельгийский ученый И. Пригожин, Вселенная должна была находиться в неравновесных условиях. Без неравновесности Вселенная имела бы совершенно иную структуру, а это значит, что, по-видимому, вероятность осуществления актов самоорганизации во Вселенной существенно выше, чем это считалось раньше.

В последнее время для обозначения сферы научных исследований, связанных с проблемой обитаемости Все-

ленной стал применяться новый термин — «ноокосмология». Хотя пока ни одной космической цивилизации обнаружить не удалось, ноо-космологические исследования приобретают все более важное значение для развития нашей собственной цивилизации. Они дают возможность взглянуть на человечество с «космической» точки зрения, увидеть его как бы в «космическом зеркале», приблизиться к пониманию законов нашего собственного существования.

Как неоднократно отмечал на чтениях В. В. Казютинский, в разработке проблемы космических цивилизаций можно выделить три основных этапа: мировоззренческий, естественнонаучный и общенаучный. Наличие этих этапов непосредственно связано с переходом от универсальной культуры к естественнонаучной, а затем и к общенаучной картине мира. В настоящее время не приходится сомневаться в том, что проблема внеземных цивилизаций — это не чисто естественнонаучная, а социокультурная проблема, к изучению которой необходимо привлечь не только физиков, астрономов, биологов, но и представителей гуманитарных наук.

Будем надеяться, что эта необходимость проявится в программе уже следующих XXV Циолковских чтений, которые пройдут в нынешнем году.

Высылаю диски иллюминаторные, близкие по характеристикам к стеклу К-8, толщиной от 15 до 40 мм, диаметром 100, 115, 150, 200, 215, 265 мм, стоимостью от 8 до 28 руб. За дополнительную плату, не превышающую 50 % стоимости диска, производится грубая обдирка по указанным Вами параметрам и изготовление стекляно-цементного шлифовальника.

Запросы направлять по адресу: 393540, г. Уварово Тамбовской обл., 4-й мкр, д. 31, кв. 51. Шмидт А. И.

# По следам знаменитых полярных экспедиций

А. А. КОТЮХ  
кандидат географических наук

---

Для освоения Северного Ледовитого океана в прошлом было организовано в России немало различных экспедиций. Некоторые из них не только оставили заметный след в истории освоения Арктики, но и послужили основой для создания ряда художественных произведений. Но, пожалуй, не было в прошлом экспедиций, которые вызвали бы столько дискуссий, гипотез, догадок и домыслов, как полярные походы Седова, Русанова, Брусилова и отчасти Вилькицкого. Споры о них продол-

жаются и теперь, спустя более полувека.

Сложным и упорным характером обладал Седов, прагматиком и в то же время романтиком предстает перед нами Русанов, смелым и решительным останется в памяти потомков Брусилов, преданным Арктике исследователем, заложившим научные основы в освоении трассы Северного морского пути, был Вилькицкий. Но экспедиции Седова, Русанова и Брусилова потерпели крах из-за плохой подготовки. И хотя солидно, даже по сов-

ременным меркам, была организована русская гидрографическая экспедиция под руководством Вилькицкого, участники ее были мало знакомы с ледовыми условиями плавания в Северном Ледовитом океане.

Мы предлагаем вниманию читателей мало известные страницы истории, рассказывающие о поисках трех пропавших экспедиций и спасении Гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана, которые были предприняты в 1914—1915 годах.

### ПОИСКИ ЭКСПЕДИЦИЙ СЕДОВА, БРУСИЛОВА, РУСАНОВА

В 1912 году в плавание по Северному Ледовитому океану вышли три русских экспедиции. Совершенно различные задачи они ставили перед собой. Г. Я. Седов на судне «Святой Фока» собирался дойти до архипелага Земля Франца-Иосифа, а оттуда на собаках достигнуть Северного полюса. В феврале 1914 года на пути к острову Рудольфа он погиб.

Г. Л. Брусилов, преследуя коммерческие цели, на свои собственные средства снарядил экспедицию на шхуне «Святая Анна». Он хотел повторить путь шведского полярного исследователя А. Норденшельда — пройти из Балтийского моря в Берингов пролив. Знаток севера гидрограф Н. В. Морозов писал в то время: «16 сен-

тября я видел очень красивую баркантину, шедшую очень смело из Югорского Шара прямо во льды Карского моря: я догадался, что это «Анна» лейтенанта Брусилова...». После этого «Святую Анну» уже никто больше не видел. Судно было зажато льдами и с 15 октября начало дрейфовать к северу: 4 декабря 1912 года оно достигло 82° с. ш., а затем его стало относить на запад. 10 апреля 1914 года, когда «Святая Анна» находилась к северо-западу от Земли Франца-Иосифа, Г. А. Брусилов дал согласие на уход с судна штурмана В. И. Альбанова с несколькими матросами, которые пытались по льду добраться до архипелага. В живых остались только двое — Альбанов и матрос Конрад. Остальные погибли.

Геолог В. А. Русанов на парусно-моторном боте «Гер-

кулес» отправился на Шпицберген для изучения месторождений каменного угля. Сделав там необходимые исследования, он вышел на своем маленьком судне к Новой Земле. В августе в одном из ненецких поселений он оставил записку, которая позднее была доставлена в Петроград. В записке сообщалось: «... Иду к северо-западной оконечности Новой Земли, оттуда на восток. Если погибнет судно, направляюсь к ближайшим по пути островам Уединения, Новосибирским, Врангеля. Запасов на год, все здоровы. Русанов». С этого момента следы русановской экспедиции пропадают...

К началу 1914 года судьба трех полярных экспедиций стала вызывать серьезные опасения — ни от одной из них не поступало никаких сведений.

Русское Географическое общество обратилось к правительственным учреждениям с просьбой снарядить поисковые экспедиции для отыскания Седова, Русанова и Брусилова. Правительство России выделило средства, а организация экспедиций была поручена Морскому министерству. Начальник Главного гидрографического управления М. Е. Жданко командировал известного полярного исследователя Л. Л. Брейтфуса в Норвегию для приобретения судов и их снаряжения. Пользуясь консультациями и содействием Ф. Нансена и Р. Амундсена, Брейтфус с февраля по июнь 1914 года организовал две поисковые экспедиции. Одна из них на судне «Герта» под командованием капитана И. П. Ануфриева должна была отправиться к Новой Земле и Земле Франца-Иосифа на поиски Седова. К ней присоединялись еще два небольших судна — парусно-моторное «Андромеда» и пароход «Печора», все имели на борту радиостанции. Экспедиции располагали гидросамолетом с пилотом — военным летчиком И. И. Нагурским. Общее руководство возлагалось на морского офицера, капитана первого ранга И. И. Ислямова.

Вторая экспедиция — для поисков Русанова и Брусилова — отправилась на купленном в Норвегии паровом барке «Эклипс», капитаном которого пригласили О. Свердрупу — сподвижника Ф. Нансена по арктическим плаваниям. Команда «Эклипса» состояла из 21 человека, в том числе двоих русских — доктора И. И. Тржемесского и радиста Д. Иванова.

В навигацию 1914 года «Андромеда» не смогла дойти до Земли Франца-Иосифа и вела поиск в районе побережья Новой Земли. «Герта» искала экспедицию Седова на Земле Франца-Иосифа. На мысе Флора (остров



Г. Я. Седов (1877—1914)



В. А. Русанов (1875—1913?)

Нортбрук), в домике, построенном еще в конце прошлого века английским полярным исследователем Ф. Джексоном, экипаж «Герты» нашел записки, из которых узнали о смерти Седова

и о том, что оставшиеся в живых его соратники под начальством П. Г. Кушакова ушли на «Святом Фоке» в Архангельск. В записках были сведения и о судьбе шхуны «Святая Анна».

Участники поисковых работ оборудовали на мысе Флора склад продовольствия, на случай, если туда придет по льду со своими спутниками Брусилов, осмотрели берег от мыса Флора до мыса Кроутера, но не обнаружили никого из группы Альбанова. И «Герта» взяла курс на Новую Землю.

Командам «Андромеды» и «Печоры» удалось детально осмотреть западное побережье Новой Земли, а Нагурский с 7 по 31 августа в районе между Крестовой губой и островами Баренца выполнил пять полетов и осмотрел не только побережье Новой Земли, но и морские акватории вдали от берегов (Россия несомненно имеет приоритет в использовании авиации при изыскательных работах в Арктике). Не найдя никого в районе Новой Земли, все суда, по распоряжению Ислямова, вернулись в Архангельск.

В 1915 году на тех же судах снова отправилась экспедиция для поисков «Святой Анны». «Герте» и «Андромеде» предписывалось идти на Шпицберген, куда могло попасть под действием дрейфа судно Брусилова, а также к Земле Франца-Иосифа — туда, на остров Нортбрук, Брусилов, как предполагали, мог прийти по льду.

«Герта» под командованием штурмана И. А. Кузнецова и под общим руководством доктора Когана взяла курс к берегам Шпицбергена. Она вышла из Александровска (теперь Полярный) 18 июня 1915 года. 13 июля Коган телеграммой с судна сообщил, что 20 июня на широте  $75^{\circ}35'$  он встретил сильно сплоченные поля льда и только 9 июля, выйдя на чис-



тую воду, отправился к острову Амстердам, осмотрел его и продолжил путь. Как следовало из телеграммы, западные и северо-западные берега Шпицбергена в то время еще были окружены полями льда.

2 августа с «Герты» пришла новая телеграмма, в которой сообщалось, что в районе острова Амстердам судно было штормом отброшено к заливу Бельсунн. 21 августа Коган по радио сообщил, что удалось пройти вдоль северо-западных берегов Шпицбергена. Но никаких следов «Святой Анны» обнаружено не было, и «Герта» направилась к Кольскому полуострову. 29 августа она была в Александровске.

Экипаж «Андромеды» под командованием штурмана Г. И. Поспелова осмотрел западные берега Новой Земли от мыса Желания до залива Течений и 31 июля подошел к берегам Земли Франца-Иосифа. Но из-за сплошной массы льдов нельзя было приблизиться к архипелагу и высадиться на берег, и «Андромеда» взяла курс на Архангельск. Там поисковую экспедицию вскоре расформировали.

Оценивая спасательные работы «Герты» и «Андромеды» с позиций современных знаний об Арктике, можно утверждать, что поиск судна Брусилова носил лишь реконсцировочный характер. Объясняется это тем, что поисковые суда были мало мощными, а штурманы не располагали достоверными данными о дрейфе ледовых полей в районе поиска.

Поспелов не дошел даже до мыса Мэри Хармсуорт — южной оконечности одного из западных островов Земли Франца-Иосифа и не осмотрел с запада его берега. Проявив терпение и настойчивость, он бы убедился, что ледовая обстановка здесь время от времени изменяется, периодически появляются



В. И. Альбанов (1881—1919)

с значительные пространства чистой воды для беспрепятственного плавания судов. Ведь теперь известно, что Альбанов, покинув «Святую Анну», вышел со своими спутниками на мыс Мэри Хармсуорт. На самой оконечности мыса и до сих пор лежат остатки китового скелета, которые видел Альбанов. Вряд ли, конечно, Поспелов обнаружил бы следы экспедиции Брусилова, но поиски были бы все же более обоснованными...

#### ПОМОЩЬ ЭКСПЕДИЦИИ ВИЛЬКИЦКОГО

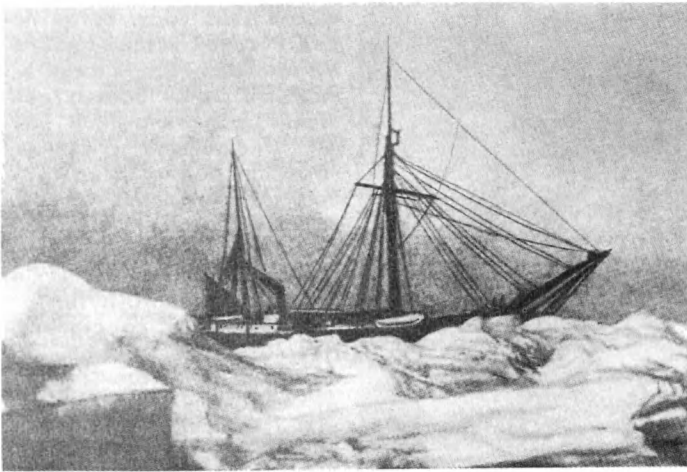
Не только пропавшие экспедиции Седова, Русанова и Брусилова вызывали тогда тревогу. Стоял вопрос и об оказании помощи гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана. В 1910 году на ледокольных пароходах «Таймыр» и «Вайгач» она отправилась из Владивостока в Восточную Арктику.

Идея экспедиции возникла

еще в 1905 году, когда перед Россией встала проблема проводки Балтийской эскадры в район боевых действий русско-японской войны. Специально созданная комиссия под председательством генерал-лейтенанта А. И. Вилькицкого разработала научные рекомендации по исследованию трассы Северного морского пути.

В 1909 году со стапелей Невского судостроительного завода были спущены на воду ледокольные пароходы «Таймыр» и «Вайгач», при постройке которых русские инженеры использовали опыт мирового строительства ледокольных судов. При экономном ходе со скоростью 8 узлов и относительно спокойном море суда могли находиться в плавании до 60 суток и взламывать ледовые перемычки до метра толщиной. Два года (1910—1912) вновь организованная гидрографическая экспедиция работала в Японском и Охотском морях, миновала мыс Дежнева и приблизилась к мысу Челюскин. В 1913 году руководство ею принял командир «Вайгача» Б. А. Вилькицкий. В 1913 году экспедиция открыла большой архипелаг, впоследствии названный Северной Землей, но пройти через пролив (он позднее получил название пролива Вилькицкого) из моря Лаптевых в Карское море не смогла.

В 1914 году «Таймыр» и «Вайгач» вошли в Карское море и в сентябре встали на зимовку. Связь с Большой Землей им удалось установить значительно позже. Еще 28 августа 1914 года они связались по радио с норвежским судном «Эклипс», которое в это время разыскивало в Карском море экспедицию Русанова. В начале зимы «Эклипс» в районе мыса Вильда вмерз в льды и дальнейшая его судьба связана с экспедицией Вилькицкого. Экипаж «Эклипса» оказал ей



«Святой Фока» во льдах Баренцева моря. Этот деревянный барк, полное название которого «Святой мученик Фока», был построен в Норвегии. Водоизмещение 273 т, длина 40,7 м, паровая машина мощностью 290 л. с., скорость судна — 5—6 узлов

помощь. Не оставил он и своей главной задачи, но осмотрев остров Уединения, не нашел там не только самой экспедиции Русанова, но даже и ее следов. Благодаря находчивости капитана, на «Эклипсе» увеличили размеры и высоту судовой антенны, что позволило поддерживать радиосвязь с полярной станцией Югорского Шара и получать радиограммы от «Таймыра» и «Вайгача».

Первая радиограмма от Б. А. Вилькицкого, переданная через «Эклипс», пришла в Петроград 6 января 1915 года. В ней сообщалось, что экспедиция 20 августа 1914 года, пройдя мыс Челюскин, встретила сплошные поля льда, не смогла их преодолеть и встала на зимовку к западу от Таймыра в районе северной оконечности полуострова Оскара. Из телеграммы также выяснилось, что при форсировании ледовых перемычек на судах по-

страдали лопасти гребных винтов, а на «Таймыре» повреждены шпангоуты и нарушена герметичность водонепроницаемых переборок.

Подробная информация, полученная по радио, заставила Морское министерство принять энергичные меры для оказания срочной помощи экспедиции Вилькицкого. На «Таймыре» и «Вайгаче» в январе имелось запасов провизии на один год, а угля, за вычетом отопления жилых помещений, всего на 2—3 недели навигации. С такими запасами вторая зимовка экспедиции в полном составе обеих экипажей становилась просто немыслимой.

Чтобы как-то облегчить положение, Вилькицкий в апреле отправил на «Эклипс» 40 человек — за ними приехал с собачьими упряжками О. Свердруп. Но и оставшиеся 54 участника экспедиции могли продержаться лишь до конца навигации 1915 года. Рассчитывать на подвоз угля ледоколом не приходилось. Ледокол мог прийти только летом будущего года, а в зимне-весенний период суда, лишенные угля, во время подвижек и торошений льдов рисковали попасть в аварийное положение.

Гидрографическое управление совместно с другими службами и ведомствами

разработало программу спасения экспедиции. Весной 1915 года из Туруханского края предполагалось отправить несколько десятков оленьих упряжек в район зимовки «Эклипса». Выполнение этой сложной операции было поручено знатоку Севера, бывшему боцману Русской полярной экспедиции на шхуне «Заря» (1900—1902 годы) Н. А. Бегичеву. Он должен был снять людей Б. А. Вилькицкого с «Эклипса» и доставить их на материк — в селение Гольчиху или в Дудинку. В дальнейшем Н. А. Бегичеву предписывалось дежурить с оленьими упряжками у мыса Штелинга до середины сентября и ожидать там участников экспедиции, которые собирались покинуть суда в конце навигации 1915 года.

Из Красноярска в Диксон первым рейсом в навигацию готовился отправиться на буксире парохода лихтер «Корреспондент». На него погрузили продовольствие и различные материалы для «Эклипса» на случай его повторной зимовки. В Диксон планировалось также доставить две баржи — одну с углем, другую — с тремя разборными домиками. Руководство всеми операциями поручалось П. Г. Кушакову, который участвовал в экспедиции Седова и после его гибели привел «Святого Фоку» в Архангельск. В районе Диксона ему предстояло построить зимовку на 64 человека. Зимовку предполагалось спланировать так, чтобы часть жилых помещений находилась на лихтере, здесь же собирались оборудовать пекарню и радиостанцию. На берегу должны были построить два дома и мачту с антенной — тогда уже думали о необходимости строительства на Диксоне полярной радиостанции.

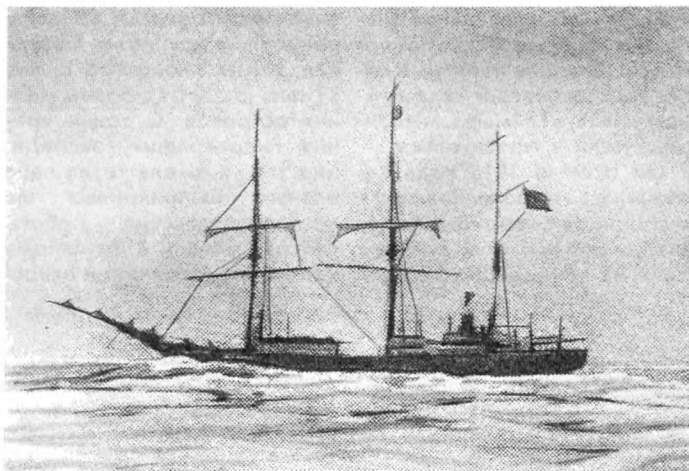
В распоряжение Кушакова предполагалось выделить 30 ездовых сибирских лаек, за-

казанных в Березовском уезде Тобольской губернии, а также лыжи и нарты. Используя собачьи упряжки, Кушаков должен был оборудовать несколько продовольственных складов между Диксоном и устьем реки Пясины.

Получив необходимые кредиты, Гидрографическое управление начало работы по спасению экспедиции Вилькицкого. Но тут возникли некоторые трудности. Министерство торговли и промышленности отказалось направить один из своих ледоколов в Карское море, сославшись на то, что все они крайне необходимы для ледовой проводки судов по Белому морю в Архангельск.

По просьбе Морского министерства Совет министров России выделил средства, и в Норвегии закупили китобойное судно «Кит», приспособленное для плавания в арктических морях. На него погрузили уголь, провизию на два года. Судно имело радиостанцию. В начале августа 1915 года «Кит» вышел из Норвегии, взял курс на пролив Югорский Шар и далее — в Карское море, в район Диксона.

П. Г. Кушаков прибыл в Диксон 21 августа, устроил



там базу с радиостанцией. Все было подготовлено для приема участников экспедиции, если бы они покинули суда и по льду или по суше добрались до Диксона.

К счастью, события для гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана приняли более благоприятный оборот. Оба судна — «Таймыр» и «Вайгач» — в конце концов благополучно вышли из ледового плена и 17 августа отдали якоря на рейде Диксона. А 21 августа туда прибыл и «Эклипс».

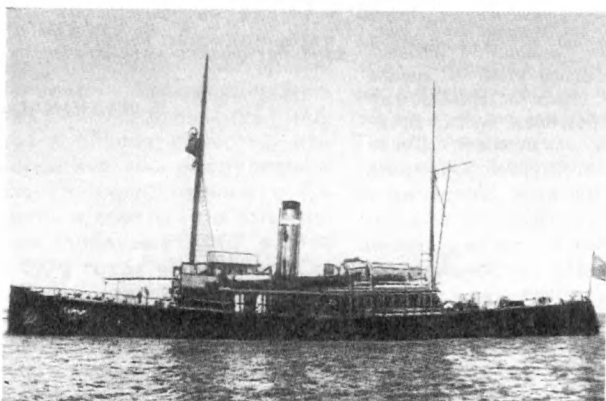
Спасательные операции по оказанию помощи ушедшим

Поисковое судно «Эклипс» (после 1929 года называлось «Ломоносов»). Судно погибло в 1941 году от немецкой авиационной бомбы

с судов членам экспедиции Вилькицкого развивались в такой последовательности. Половина команды с обоих судов с тремя офицерами, направившаяся по суше и льдам в район зимовки «Эклипса», благополучно достигла его. 22 июля 1915 года эту часть экспедиции на оленьих упряжках, доставленных к «Эклипсу» Н. А. Бегичевым, привезли в Гольчиху (около 200 км к югу от Диксона), откуда на пароходе людей предполагали доставить в Красноярск.

29 июля «Эклипс», освободившись ото льда, взял курс на Диксон и, пополнив бункер углем, направился в район зимовки судов Вилькицкого. Но «Таймыр» и «Вайгач» уже шли в Диксон...

22 августа 1915 года на Диксоне начала действовать радиостанция, и первая телеграмма, отправленная в Петроград, принесла радостную весть — участники гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана спасены. В тот же день «Вайгач» пришел в Гольчиху и взял на борт прибывших



Первенец русского ледокольного научно-исследовательского флота ледокольный пароход «Таймыр»

туда раньше участников экспедиции. 27 августа, пополнив на Диксоне угольный запас, доставленный туда судном «Кит», «Таймыр», и «Вайгач» ушли в Архангельск.

Так осенью 1915 года закончилась гидрографическая экспедиция Северного Ледовитого океана. Она сделала одно из крупнейших геогра-

фических открытий XX века, обнаружив архипелаг Северная Земля площадью около 37 тыс. км<sup>2</sup> и ряд более мелких островов. С точки зрения гидрографии, экспедиция эта не имела тогда себе равных. Выполненные ею исследовательские работы способствовали активному картографированию и освое-

нию сложнейшей в навигационном отношении трассы Северного морского пути и дали обширный материал, на основе которого были составлены лоции для наших северных морей. Экспедиция могла бы закончиться трагически, если бы не помощь мужественных и преданных Арктике людей.

## Информация

### Хирон — астероид или комета?

Почти двести лет астероиды продолжают удивлять исследователей. Настоящую сенсацию в астерономическом мире вызвал астероид Хирон, неожиданно «превратившийся» в комету (Земля и Вселенная, 1989, № 6, с. 44.— *Ред.*).

1 ноября 1977 года Чарльз Коуэлл из США, просматривая фотопластинки, полученные в ночь на 19 октября на телескопе Шмидта, открыл новый далекий объект. Сначала его назвали «медленно движущимся объектом Коуэлла», так как скорость тела была менее 3' в сутки (для обычных астероидов суточное движение составляет 8'—15'). После отождествления вычисленной предварительной орбиты с расчетами прошлых эфемерид этот объект обнаружили на старых снимках, сделанных в разных обсерваториях мира в 1976, 1969, 1962, 1941 и 1895 годах.

Согласно расчетам, орбита открытого Ч. Коуэллом астероида находится между орбитами Сатурна и Урана; она эллиптическая и относится к классу хаотических орбит. Обычно такие орбиты, изменяющиеся под действием гравитационного поля Юпитера, характерны для короткопериодических комет.

В следующие после открытия 10 лет Хирон проявлял себя как вполне обычный астероид. Ученые наблюдали и уверенно прогнозировали его дальнейшую судьбу: ведь известно, что объекты с неустойчивой, эллиптической орбитой рано или поздно выбрасываются из Солнечной системы под действием какой-либо планеты-гиганта. Согласно прогнозам в течение ближайших 100 тыс. лет орбита Хирона может сильно измениться (и он будет выброшен Юпитером из Солнечной системы).

Но, начиная с 1987 года, астрономы стали отмечать рост блеска Хирона. Его нельзя было объяснить ни изменением расстояния от Солнца, ни изменениями фазового угла. В январе 1989 года блеск астероида уже на 1,1<sup>m</sup> превышал блеск, предсказанный эфемеридой. Такие вспышки характерны только для комет.

И вот 10 апреля 1989 года американские наблюдатели Мич и Бэлтон впервые увидели у Хирона кому и хвост. Сомнения отпали: Хирон — это комета. Тем более, что орбита и «вспышечное» поведение астероида в последние два года подтверждают его кометную природу. Исчерпывающих объяснений этого явления пока нет. Напомним, однако, что основоположник киевской кометной школы С. К. Всехсвятский сразу же после открытия Хирона отнес его к кометам. По мнению Всехсвятского, в результате извержения на Фебе — спутнике Сатурна — было выброшено ядро кометы.

Но возможно, что Хирон — это и реликтовое, «уснувшее» ядро. Теперь же по каким-то причинам комета «проснулась», сформировалась окончательно и обрела кому и хвост. Кстати, пока это самая большая из известных комет — диаметр Хирона примерно 180 км.

*К. И. ЧУРЮМОВ*  
кандидат физико-математических наук

*И. ВАДИМОВА*

### Комета Остина (1989 с.)

Комета Остина, открытая 6 декабря 1989 г. продолжает привлекать к себе внимание астрономов всего мира. Пройдя перигелий 9 апреля, она постепенно удаляется от Солнца, но до конца мая будет приближаться к Земле, после чего, пройдя 25 мая на расстоянии 0,22 а. е. от нее, будет удаляться, быстро слабея. Блеск кометы оказался несколько ниже, чем первоначально

предполагалось. Ниже приводятся продолжения её эфемериды:

Дата				
Апр	19	1 03,63	+34 03,3	2,8
	29	0 13,42	+35 39,5	3,4
Май	9	23 09,50	+32 09,6	3,5
	19	21 26,31	+19 16,5	3,3
	29	18 54,43	— 9 32,2	3,7
Июнь	8	16 58,00	—27 31,8	5,1

*А. Ю. ОСТАПЕНКО*

## Астрономия в пединститутах: некоторые цифры и факты

А. Б. ПАЛЕЙ

кандидат педагогических наук  
Липецкий педагогический институт

Не секрет, что преподавание астрономии в средней школе отстает от современных требований. Уровень же преподавания любой учебной дисциплины зависит, в первую очередь, от квалификации учителей. Как известно, в нашей системе народного образования педагогов по специальности «астрономия» не готовят, и астрономию в средних учебных заведениях преподают учителя физики и математики. Исключение составляют учителя «физики и астрономии».

Проблема улучшения подготовки учителей астрономии должна решаться с учетом возможностей институтов, которые определяются двумя главными факторами: наличием квалифицированных астрономических кадров и обеспеченностью астрономическим оборудованием. По согласованию с Главным советом по астрономии Минвуза РСФСР в 1968 и 1970 годах и по плану Совета по подготовке астрономических кадров Академии наук СССР в 1979 и 1989 годах проводилось анкетирование педвузов страны. Результаты и анализ первых двух опросов были опубликованы ранее (Земля и Вселенная, 1971, № 2, с. 63—64). В 1989 году из 166 институтов, где преподается астрономия, на

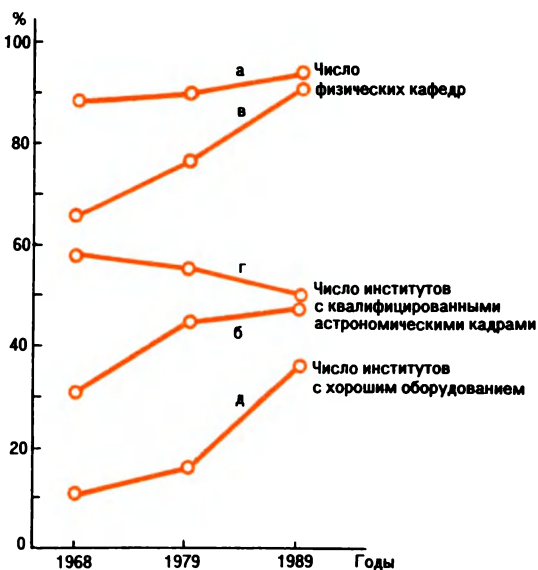
анкету ответили 154. Появилась возможность выявить тенденции в уровне преподавания астрономии и дать оценку решению старых проблем. О чем же говорит статистика?

Ясно, что наиболее благоприятная обстановка для преподавания астрономии будет там, где эту работу курируют кафедры астрономии или физические кафедры. Кафедра астрономии есть лишь в Горьковском пединституте, еще в восьми институтах есть кафедры теоретической (или общей) физики и астрономии; в других институтах астрономия преподается на физических кафедрах (86,4 % институтов), в четырех институтах — на математических и еще в восьми — на методических. По сравнению с данными предыдущих лет процент физических кафедр, курирующих астрономию, постепенно растет. Учителя по специальности «Физика и астрономия» готовятся в 14 институтах. В остальных институтах астрономию преподают студентам физических и математических специальностей.

Какова же квалификация преподавателей астрономии в наших институтах? По данным последнего опроса в 10 пединститутах астрономию

ведут доктора наук — астрономы, в 41 — кандидаты наук — астрономы, в 12 институтах — кандидаты наук по методике преподавания астрономии и еще в 7 — астрономы без ученых степеней. Таким образом, специалистами-астрономами различного уровня квалификации обеспечены менее половины институтов. В 37 институтах астрономию преподают кандидаты наук, но не астрономы (главным образом физики, а также кандидаты философских, технических, химических и геологических наук), в остальных 30 % астрономию ведут преподаватели без ученой степени и астрономического базового образования. Итак, квалифицированными астрономическими кадрами не обеспечены 54,5 % институтов. В динамике относительное число институтов, имеющих высококвалифицированных преподавателей растет, но вызывает некоторую тревогу замедление роста этого показателя за последнее десятилетие.

Всего же в 154 институтах астрономию ведут 233 преподавателя. За рассматриваемый период наблюдается уверенный рост числа астрономов докторов и кандидатов наук. Уменьшение числа астрономов, не имеющих



Относительное число институтов, в которых: а) астрономию курируют физические кафедры; б) преподают высококвалифицированные астрономы-профессионалы; в) имеются кабинеты астрономии; г) есть наблюдательные площади или обсерватории; д) имеется хорошее астрономическое оборудование

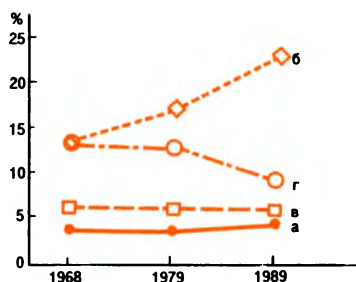
ученой степени, объясняется, во-первых, тем, что значительное число их стало кандидатами наук. Во-вторых, за последние годы уменьшился приток в пединституты выпускников астрономических отделений университетов. Отметим, что свыше 70 % преподавателей были слушателями факультетов повышения квалификации при Московском и Ленинградском университетах.

Стаж до пяти лет имеют 48 преподавателей, молодых преподавателей (до 30 лет) всего 9. Следовательно, большинство «начинающих» преподавателей — вовсе молодые специалисты другого профиля, которым ведение курса астрономии поручено из-за отсутствия специалистов-астрономов. Нельзя забывать (это неоднократно подчеркивалось в

«Земле и Вселенной»), что курс астрономии в известной мере обобщающий в цикле физико-математических дисциплин, поэтому от уровня преподавания этого курса существенно зависит качество подготовки также и учителей физики и математики. Подбор кадров для преподавания астрономии «по остаточному принципу» отнюдь не способствует повышению уровня выпускаемых физико-математическими факультетами учителей кадров.

Обнаруживается тенденция к омоложению кадров. Средний возраст преподавателей снизился с 50 лет в 1968 году до 47 в настоящее время.

Направления творческой работы студентов (курсовые и дипломные работы, спецкурсы, работа в кружках) определяются научными интересами педагогов. 37 % преподавателей ведут научную работу в области астрономии, 31 % — в области методики ее преподавания. Первую группу представляют почти исключительно астрономы высшей квалификации, ко второй группе относятся преподаватели различного уровня квалифи-



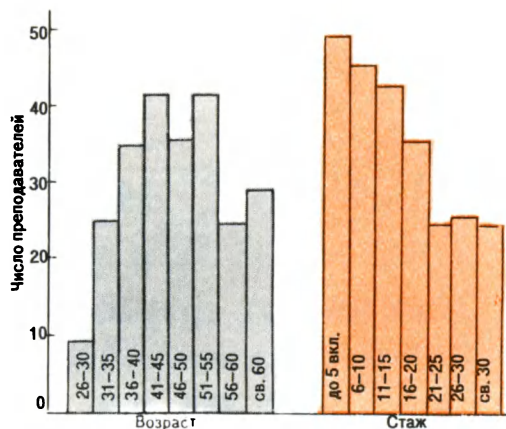
Относительное число преподавателей с астрономическим образованием: а) доктора наук (профессора); б) кандидаты наук (доценты); в) кандидаты наук — методисты; г) преподаватели без ученой степени

кации. У 31 % преподавателей научные интересы тяготеют к неастрономическим областям (главным образом, к физике или методике ее преподавания). С этим связано то, что курсовые работы по астрономии не предлагаются в 44 институтах (29 %), а дипломные работы выполняются лишь в 56 институтах. К слову сказать, учебными планами старого типа курсовые работы по астрономии не были предусмотрены, а к новым учебным планам не везде подходят творчески. Но там, где работают преподаватели-энтузиасты, курсовые и дипломные работы выполнялись и раньше. Студенческие астрономические кружки ведут, конечно, тоже энтузиасты — такие кружки функционируют только в 76 институтах (около 50 %).

Наибольшей педагогической эффективностью обладают студенческие работы творческого направления, главным образом, связанные с результатами наблюдений светил. А для этого необходимо оборудование. Как же обстоит дело с материальным обеспечением пединститутской астрономии? Кабинетами астрономии рас-

полагают 89 % институтов, в 17 институтах таких кабинетов нет. Астрономические обсерватории есть в 29 вузах, 7 институтов арендуют университетские обсерватории, собственные наблюдательные астроплощадки есть в 39 институтах. В 79 институтах (51,3 %) вообще нет наблюдательных площадок.

По оснащению астрономическим оборудованием мы условно разделили институты на четыре группы. К отлично оснащенным мы отнесли вузы, располагающие телескопами диаметром 20 см и более, астрографами, микрофотометрами, электрофотометрами, спектральными приборами. Таких институтов оказалось 13. Хорошим оборудованием (телескопы АВР-3 или аналогичные, фотографическое и другое оборудование) располагают 39 институтов. 85 институтов имеют удовлетворительное оборудование (школьные телескопы, теодолиты и другие аналогичные приборы). К сожалению, в 17 институтах нет и такого оборудования (в лучшем случае — малые школьные телескопы или бинокли). В динамике оснащения пединститутов наблюдательным астрономическим оборудованием заметны большие положительные сдвиги. Так, число вузов, имеющих отличное и хорошее оснащение, возросло с 10 % в 1968 году до 34 % в 1989 году. Это, несомненно, связано с ростом числа преподавателей высшей квалификации. Выборочный опрос, проведенный нами, показал, что высококлассное оборудование используется для выполнения серьезных дипломных работ, хозяйственных научно-исследовательских разработок и даже для подготовки аспирантов. Стоит упомянуть в этой связи великолепно оснащенную обсерваторию Николаевского пединститута — детище ее ди-



ректора профессора Н. Д. Калининкова (Земля и Вселенная, 1987, № 2, с. 53.— Ред.).

128 институтов сообщили о желании приобрести телескопы диаметром порядка 15 см. К сожалению, оптико-механическая промышленность такие телескопы серийно не выпускает. Промышленности необходим централизованный заказ (от Госкомитета по народному образованию) крупной серии телескопов такого класса.

Можно, конечно, и своими силами строить несложные, но «настоящие» астрофизические приборы: астрографы, фотопроставки к телескопам и другое оборудование. Конструирование, изготовление и исследование таких приборов мы рассматриваем не только как цель, но и как превосходное средство исследовательской работы студентов.

Слабо оснащены наши пединституты дидактическими материалами. О своей потребности в тематических сериях слайдов по различным курсам астрономии заявили почти все институты. По имеющимся сведениям, подготовка таких серий уже завершается, их будут выпускать кооперативные организации и некоторые отделения ВАГО по договорам с институтами. Например, кооператив «Позитрон»

Распределение преподавателей по возрасту и стажу преподавания астрономии в вузе

(Краснодар) освоил выпуск фотографических атласов звездного неба (Земля и Вселенная, 1990, № 1, с. 113 — Ред.).

Анализ анкет и частных сообщений показывает, что в некоторых вузах преподаватели накопили богатый опыт обучения. Он был бы чрезвычайно полезен, прежде всего, педагогам, которые пока не имеют необходимой астрономической подготовки. Разработаны лабораторные практикумы, различные приборы и оборудование, дидактические материалы, программы для ЭВМ. В связи с этим, все острее становится проблема контактов между преподавателями. Такие контакты затруднены отсутствием методического журнала по астрономии. Со времени Всероссийского совещания преподавателей астрономии минуло уже 8 лет. Настало время провести если не Всесоюзное, то хотя бы второе Всероссийское совещание. Было бы полезно издать монографию «Астрономия в пединституте», содержащую методические рекомендации по различным темам курса, приборные разработки, программное обеспечение ЭВМ, рекомендации по научно-исследовательской работе студентов.

# НЛО: от полемики — к исследованиям

ПЛАТОВ Ю. В.  
РУБЦОВ В. В.

---

В последнее время наблюдается всплеск интереса к феномену НЛО: в прессе сообщается о все новых и новых фактах встреч с ними, множится число энтузиастов, ставящих своей целью понять природу этого явления, растет и поток писем в наш журнал с самыми разными вопросами по этому поводу.

В 1990 году в издательстве «Наука» выходит книга Ю. В. Платова и В. В. Рубцова «НЛО и современная наука». В ней рассматривается история возникновения и эволюция проблемы НЛО, проведен критический анализ различных подходов к изучению природы этого явления. В книге приводятся конкретные модели различных типов аномальных явлений, дается оценка философского и социологического значения проблемы.

Ниже с небольшими сокращениями публикуется одна из глав этой книги.

### ЭПОХА ШТУРМА И НАТИСКА

24 июня 1947 года американский бизнесмен и опытный летчик К. Арнольд, пролетая на своем самолете вблизи горы Рейнир (штат Вашингтон), заметил девять странных объектов. Один из них напоминал полумесяц с небольшим куполом посередине; восемь других были плоскими дисками, блестящими в солнечных лучах. Вся группа, растянувшись цепью, лавировала между горными вершинами и преодолела расстояние между горами Рейнир и Адамс (47 миль) за 1 мин 42 с. Это позволило Арнольду оценить скорость объектов — примерно 1650 миль (или 2655 км) в час. Их движение было очень странным: «как у глиссера, мчавшегося по волнам» или «подобно блюдцу, брошенному по поверхности воды».

Приземлившись, Арнольд рассказал о случившемся работникам аэропорта. Прак-

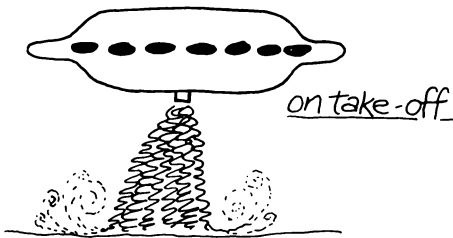
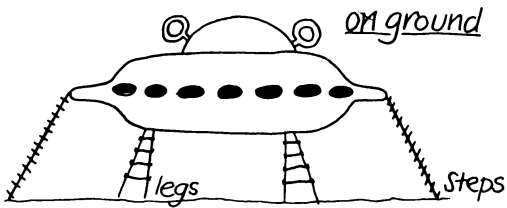
тически сразу этой историей заинтересовались журналисты, и она получила широкое освещение в печати и по радио. В ответ на это в редакции газет хлынули многочисленные сообщения очевидцев подобных явлений. Всего за 1947 год в американской прессе было опубликовано около 850 сообщений такого рода.

Более или менее серьезный интерес прессы к подобным сообщениям продолжался, однако, меньше месяца. Поскольку никаких реальных следов «блюдец» обнаружить не удавалось, уже к середине июля 1947 года практически каждое новое сообщение встречалось откровенными насмешками. Сам Арнольд приобрел в глазах многих американцев репутацию лжеца или сумасшедшего. «Пусть меня называют... обманщиком, — с возмущением заявил он, — я ни на минуту не усомнюсь в том, что видел. Но теперь, что бы я ни увидел в небе, пусть это даже будет летящий по небу девятиэтажный дом, я закрою глаза и не стану обращать на него ни малейшего внимания».

Наблюдение Арнольда послужило своеобразным детонатором для полемики о странных объектах в небе. С другой стороны, сравнение их с тарелками способствовало рождению термина «летающие блюдца» (flying saucers — что обычно переводится на русский язык как «летающие тарелки»). Термин этот придал всей ситуации заметный юмористический оттенок. Сам Арнольд говорил о «бесхвостых самолетах», сравнение с брошенным по поверхности воды блюдцем относилось лишь к характеру передвижения объекта. Тем не менее, возникшее понятие быстро начало жить собственной жизнью, формируя «по своему образу и подобию» социально-психологическую атмосферу вокруг появляющихся сообщений и самих очевидцев. Более поздний термин — «неопознанные







Рисунки НЛО, наблюдавшегося в Италии недалеко от Вегенцы 14 августа 1951 года

(скорее всего, из-за кислородного голодания). Однако Мантелл погиб 7 января 1948 года, а директива об организации проекта «Знак» была подписана 30 декабря 1947 года. Кроме того, командование ВВС, вероятно, знало, что «НЛО», за которым гнался летчик, был, судя по всему, одним из секретных в те годы метеорологических зондов «Скайхок», и не могло придавать этому случаю особого значения.

Так или иначе, работа по проекту «Знак» началась 22 января 1948 года. В течение первого года поступило 237 сообщений, из которых информативными и необъяснимыми оказались 78, или 33 %. На основе полученной информации был сделан вывод, что НЛО — реальные и необычные объекты. Гипотеза о «секретных аппаратах русских» выглядела явно нелепо: не могло быть никаких разумных оснований для проведения испытательных полетов таких аппаратов над территорией США.

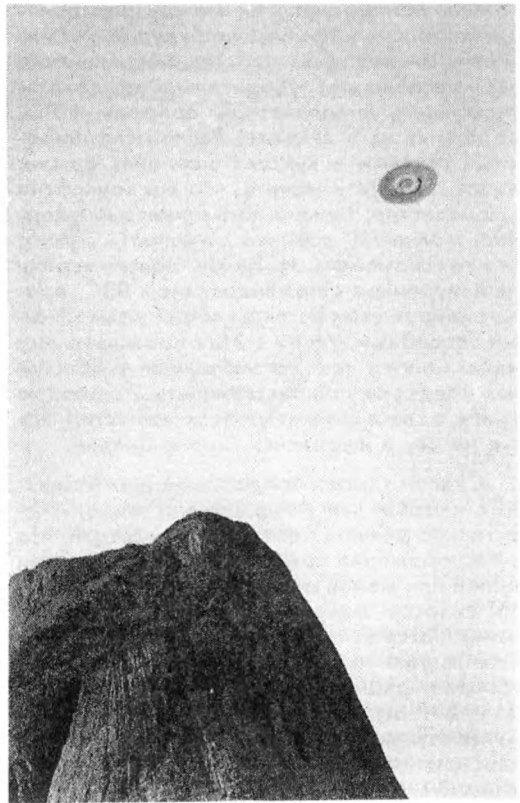
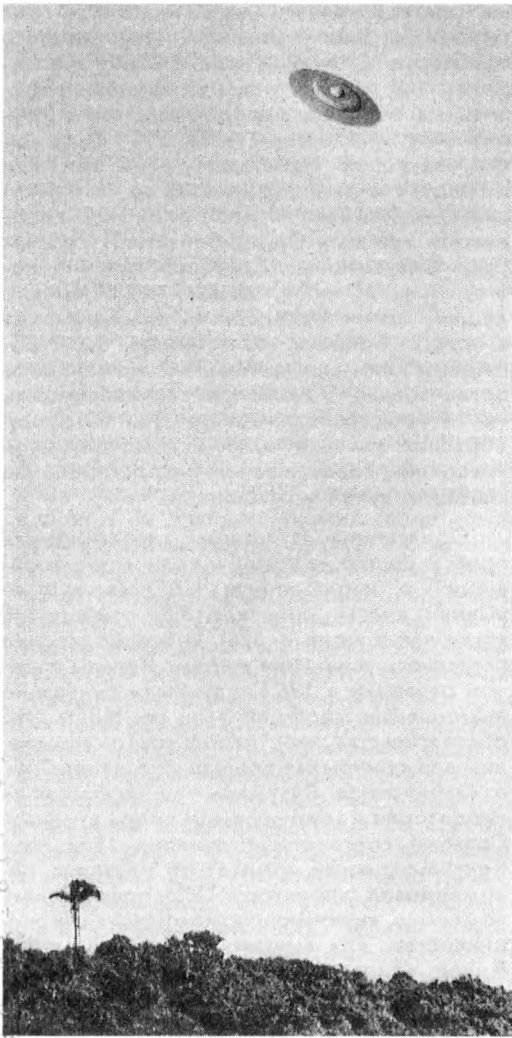
В сентябре 1948 года был подготовлен совершенно секретный доклад «Оценка ситуации», в котором описывались наблюдавшиеся НЛО и утверждалось, что «летающие тарелки» — продукт деятельности внеземной цивилизации (ВЦ). Он был послан начальнику штаба ВВС генералу Х. С. Ванденбергу, но тот счел представленные доказательства неубедительными и вернул его. Это заметно повлияло на отношение к исследуемой проблеме: возобладало мнение, что феномен НЛО объясним и без обращения к гипотезе о ВЦ, сотрудниками,

склонявшиеся к внеземной гипотезе, вскоре были удалены, а проект получил новое название — «Зависть». В заключительном отчете «Зависти», датированном 1 августа 1949 года, сообщения о НЛО объясняются «неверной интерпретацией обычных явлений» или «слабой формой массовой истерии».

После этого было официально объявлено о ликвидации проекта «Зависть», однако на деле работа лишь приостановилась, осенью 1951 года он «воскрес» под названием «Синяя книга». Основной причиной этого решения стали новые сообщения летчиков ВВС о наблюдениях НЛО. Руководитель «Синей книги» капитан Э. Дж. Руппель развернул активную деятельность. В его распоряжении были электронная и аналитическая группы, а также отдел радиолокации Центра воздушно-технической разведки. Были заключены контракты с Баттельским мемориальным институтом на проведение статистического анализа сообщений о НЛО, и с университетом штата Огайо — на разработку стандартной анкеты для опроса очевидцев.

Не только военно-воздушные силы занимались проблемой НЛО. Западное (и прежде всего американское) общество прореагировало на сообщения о наблюдениях «летающих тарелок» вспышкой интереса и беспокойства. Уже в августе 1947 года, по данным института Гэллапа, 90 % взрослого населения США слышали об этих наблюдениях. Основными причинами такого внимания были необычность, «сенсационность» самой информации и социальное-психологическое напряжение, вызванное разворачивавшейся «холодной войной», нагнетаемой пропагандистской кампанией о «советской военной угрозе». Появление странных объектов в воздушном пространстве США ставило под сомнение успокоительный довод о неуязвимости Америки вследствие ее географического положения. Реакция на это была двойственной: с одной стороны, возникла гипотеза о «секретном советском оружии» (созданном, конечно же, «по чертежам немецких инженеров»), с другой — «субъективистская» гипотеза, сводившая все наблюдения «тарелок» к иллюзиям, фальсификациям и неумению опознать самые обычные объекты и явления (метеоры, самолеты, воздушные шары и пр.). Термин «гипотеза» здесь, впрочем, не совсем уместен — это скорее некоторые формы социопсихологической ориентации в условиях получения нестандартной информации; указать автора этих «гипотез» так же трудно, как и автора того или иного циркулирующего в обществе слуха.

Примечательно, что поначалу альтерна-



Фотографии НЛО, сделанные, по утверждению корреспондентов газеты «Крузейро» Э. Кеффеля и Ж. Мартинса, на одном из островов Барра-да-Тижукa 7 мая 1952 года

тива «секретное оружие или иллюзии» была если не единственной, то явно господствующей. Внеземная гипотеза, хотя и обсуждалась в отдельных публикациях, широкого внимания не привлекала. Постепенно, однако, большинство американцев пришли к тому же выводу, что и исследователи из проекта «Знак»: «русская» гипотеза — явная глупость. Но и «субъективистская» точка зрения, сколь бы горячо ни поддерживала ее значительная часть прессы, особой убедительностью не отличалась. Тот факт, что количество наблюдений и число очевидцев (или хотя бы людей, утверждавших, что они очевидцы появления НЛО) продолжали расти, несмотря на насмешки и официальные разъяснения, говорил скорее против нее.

Но «вакуум объяснений» — состояние неустойчивое, и вектор слухов начал раз-

ворачиваться в сторону внеземной гипотезы. В такой обстановке в январском номере журнала «Тру» («Правда») за 1950 год появилась статья Д. Кихоу «Летающие тарелки реальны», пропагандировавшая эту гипотезу. Как замечает с некоторой иронией Д. М. Джейкобс, «научность подхода и достоверность информации не были сильными сторонами этой статьи». Тем не менее, она стала «одной из самых широко читаемых и обсуждаемых статей за всю историю журналистики», а ее автор приобрел репутацию ведущего американского исследователя проблемы летающих тарелок.

Сам Кихоу, отставной майор морской пехоты, летчик и журналист, в своих попытках узнать «правду о летающих тарелках» был столь же искренен, сколь и далек от какой-либо научной методологии. Основная его идея (помимо довольно

поверхностной аналогии между поведением «тарелок» и проектами будущих космических экспедиций) проста: американские ВВС располагают убедительными доказательствами инопланетной природы НЛО, но хранят их в секрете. Располагая широкими связями в высших эшелонах армии, Кихоу пытался выяснить, что же конкретно там известно, однако натолкнулся на упорное молчание военных. Молчат? Значит, что-то скрывают! И Кихоу повел «войну на изнурение» с командованием ВВС, пропагандируя свои взгляды всеми возможными способами. Успех статьи подсказал ему идею книги с тем же названием и обеспечил поддержку общественности. Но первую книгу о летающих тарелках выпустил все же не он, а журналист Фрэнк Скалли.

Скалли в своих предположениях (поданных, скорее, как утверждения) пошел значительно дальше Кихоу. Он утверждал, что в распоряжении американских ВВС есть три более или менее целые «тарелки» с телами 16 пилотов маленького роста, и ученые занимаются их тщательным исследованием. Сейчас уже трудно установить, намеренно ли мистифицировал Скалли читателей или действительно поверил некоему С. Ньютоу, выступившему в марте 1950 года в Денверском университете с лекцией на эту тему. Во всяком случае, слухи о потерпевших аварию «тарелках» и их «задохнувшихся в земной атмосфере пилотах» за последние сорок лет возникали неоднократно, оставаясь по-прежнему только слухами.

Выход в 1950 году книг Скалли и Кихоу совпал с довольно большим количеством сообщений о наблюдениях НЛО. В следующем, 1951 году наступило затишье. Руководство ВВС надеялось, что бум вокруг «летающих тарелок» утих навсегда. Но подспудные процессы в социально-психологической области продолжались: общество постепенно «привыкало» к предложенной ему модели феномена НЛО. И когда в 1952 году произошла буквально вспышка наблюдений «тарелок» (только «Синяя книга» по своим каналам получила 1501 сообщение), версия «секретного оружия» была уже в прошлом. Показательно, однако, что и противостоявшая ей «субъективистская» гипотеза также начала к этому времени уступать лидерство оптической интерпретации наблюдений НЛО. Известный гарвардский астроном Д. Мензел предположил, что «летающие тарелки» — это обычные объекты (облака, самолеты, шары-зонды), наблюдаемые в необычных условиях (в частности, при температурной инверсии), а также различные формы миражей.

«Оптическая» гипотеза появилась весь-

ма кстати. В ночь с 19 на 20 июля 1952 года операторы Вашингтонского национального аэропорта в течение шести часов фиксировали на экранах радаров группу неопознанных отметок, передвигавшихся с различными скоростями — от 200 км/ч до сверхзвуковой. Наблюдатели на земле и в воздухе видели также слабые источники света, но попытки истребителей ПВО перехватить или хотя бы приблизиться к целям были безуспешны. Подобное явление повторилось 26 июля, вызвав, как и предыдущее, поток вопросов и комментариев в прессе. Вопросы, естественно, были обращены к командованию ВВС, и последнее организовало 29 июля пресс-конференцию, на которой генерал-майор Дж. Сэмфорд объяснил эти наблюдения температурной инверсией, повлиявшей на распространение световых лучей и радиоволн.

Объяснения в целом удовлетворили прессу, пошло на убыль и количество сообщений о наблюдениях НЛО (в августе «Синяя книга» получила 326 сообщений, тогда как в июле — 536). И все же их еще оставалось «слишком много». Каналы военной разведки в 1952 году были буквально «затоплены» сообщениями об НЛО. Это обстоятельство мог использовать противник для прикрытия воздушного нападения, а «тарелочное безумие» — для внушения «недоверия к вооруженным силам страны». Поэтому созданный 4 декабря 1952 года Консультативный комитет по разведке рекомендовал директору ЦРУ организовать комиссию, включающую компетентных специалистов, для выяснения природы НЛО. В нее вошли четверо видных ученых — С. Гаудсмит, Л. Альварес, Т. Пейдж, Л. Беркнер и трое сотрудников ЦРУ. Руководил работой комиссии известный физик доктор Х. Робертсон.

Официально комиссия Робертсона именовалась «Научно-консультативным советом по неопознанным летающим объектам». С 14 по 17 января 1953 года ею были подробно рассмотрены 8 случаев наблюдений НЛО, и менее досконально — еще 15. По результатам работы комиссия подготовила секретный отчет, основной вывод которого гласил: хотя НЛО не представляют собой прямой угрозы национальной безопасности, поток сообщений о них мешает нормальной работе разведслужб, может способствовать развитию массового психоза и явиться помехой для обнаружения и опознания летательных аппаратов противника. Поэтому необходимо:

1. В большей мере ориентировать «Синюю книгу» на деятельность по успокоению общественного мнения.

2. Организовать постоянное слежение

за любительскими уфологическими ассоциациями. «Необходимо учитывать явную безответственность таких групп и возможность их использования в преступных целях».

3. Рекомендовать службам национальной безопасности «предпринять срочные меры по развенчанию атмосферы таинственности, которая, к сожалению, возникла вокруг НЛО».

4. Сочетать обучение методам распознавания известных объектов с постоянной дискредитацией проблемы НЛО, что должно привести к уменьшению количества сообщений о подобных явлениях и даже к полному их исчезновению.

Кроме того, комиссия Робертсона рекомендовала повысить степень секретности сообщений о НЛО и постоянно внушать общественности, что ВВС изучают эти сообщения и не находят никаких свидетельств наличия в атмосфере чего-то необычного.

Выводы и рекомендации комиссии были представлены в ЦРУ, Пентагон и руководству ВВС. Но прореагировали на них не только эти ведомства. Вышедшая в октябре 1953 года книга Д. Мензела «Летающие блюдца» внесла значительный вклад в «развенчание атмосферы таинственности», окутавшей феномен НЛО. Эта книга была написана видным ученым, выпущена научным издательством, и во многом определила отношение к проблеме НЛО со стороны ученого мира. От статей того же автора в журналах «Лук» и «Тайм» она, правда, отличалась лишь объемом; основные идеи (температурная инверсия, миражи и т. п.) были скорее догматами, чем инструментами исследования. Явление, которое «не умещалось» в рамках принятых допущений, последовательно обрабатывалось («очевидец ошибся», «такая-то деталь явно нереальна», и т. п.) до состояния, этим рамкам отвечающего.

Мензел сделал свои выводы, основываясь на нескольких десятках случаев наблюдения НЛО. Первое же статистическое исследование массива сообщений, которым располагала в те годы «Синяя книга», провели по контракту с ВВС сотрудники Баттельского мемориального института. Примерно три тысячи сообщений были сгруппированы по шести параметрам (цвет объекта, длительность наблюдения, количество объектов, их яркость, форма, скорость) и обработаны с применением метода регрессионного анализа. Предполагалось, что «если регрессионный анализ распределения признаков в классе опознанных объектов покажет симметрию с распределением признаков в классе объектов, оставшихся неопознанными, то

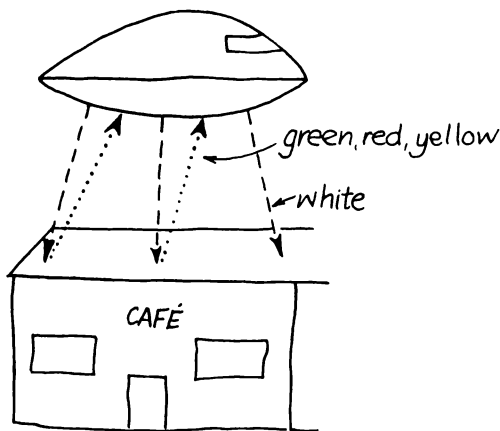
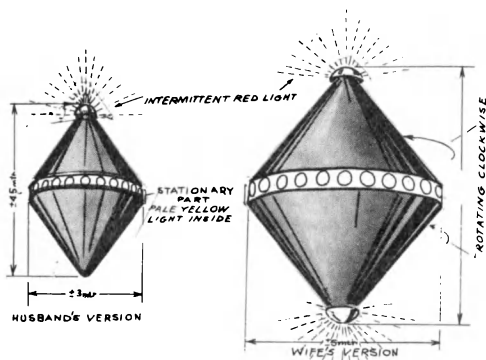


Рисунок НЛО, наблюдавшегося в Англии (Колчестер, графство Эссекс) 10 ноября 1971 года

появится по крайней мере статистическая уверенность в том, что неопознанные объекты представляют собой известные объекты или явления..., воспринятые неправильно». Результаты не подтвердили этой гипотезы. Оценка ее вероятности составила: для цвета объектов — менее 1 %; для длительности наблюдения — значительно меньше 1 %; для количества наблюдавшихся объектов — значительно меньше 1 %; для яркости — менее 5 %; для формы — менее 1 %; для скорости — значительно меньше 1 %. Но построить обобщенную модель НЛО также не удалось: имеющиеся данные были частью мало достоверны, а частью — противоречивы.

К середине 50-х годов первоначальную оппозицию гипотез «секретное оружие» — «иллюзии» уже полностью заменила оппозиция «внеземные корабли» — «оптические явления». «Субъективистская» гипотеза оказалась на периферии исследований, и ситуация мало изменилась даже после выхода книги К. Юнга «Современный миф». Для Юнга, одного из виднейших психологов XX века, создателя аналитической психологии, «летающие тарелки» были проекцией подсознательных надежд и страхов человечества. Форма двояковыпуклой линзы — «мандала» — якобы один из архетипов коллективного бессознательного, который как любой архетип, проявляется на символическом уровне — в мифах, снах и психозах. Попросту говоря, по Юнгу, феномен НЛО — проявление психической нестабильности человечества, желания привлечь себе на помощь некие высшие силы.



Рисунки НЛО, наблюдавшегося недалеко от аэропорта Сорокаба (Бразилия) в июне 1979 года доктором Домингосом (слева) и его женой (справа)

Работа Юнга, без сомнения, была интересна и содержала перспективные идеи. Появись она в конце 40-х годов — и, возможно, развитие проблемы НЛО пошло бы в ином направлении. Но к моменту ее выхода существование некоторого «объективного коррелята» сообщений об НЛО было уже достаточно очевидным и не позволяло свести всю проблему исключительно к реакции общественного сознания на «кризисные времена». (В какой мере сам Юнг считал свою концепцию исчерпывающей — вопрос особый и непростой. По некоторым данным, уже после публикации книги его точка зрения на феномен НЛО претерпела определенные изменения.) Кроме того, члены комиссии Робертсона, а также руководство американских ВВС, по-видимому, не испытывали «подсознательной тяги» к форме «мандала» и сделали все, что могли, для ее развенчания. Правда, рекомендации комиссии переориентировать работу «Синей книги» с изучения проблемы на успокоение общественного мнения лежали в русле именно «психологического» (или «субъективистского») подхода. Что наблюдали очевидцы («чистые» иллюзии или неверно интерпретированные миражи) — было не важно; главное — как влияют эти наблюдения на общество.

В итоге «Синяя книга» уже к концу 1953 года превратилась из исследовательского подразделения в аппарат по связи с прессой. Главной задачей «Синей книги» стало «опознание» максимально возможного количества НЛО (желательно — всех) без проведения сколько-нибудь детальных исследований (для которых, собственно, у сотрудников проекта не было ни сил,

ни средств). Заметное место в деятельности «Синей книги» занимала также борьба с «любителями», обвинявшими руководство ВВС в утаивании важной информации.

Среди «любителей» были как люди, далекие от науки и уделявшие основное внимание пророчесам о грядущем массовом «пришествии внеземлян», так и небольшое число ученых и инженеров, пытавшихся разобраться в проблеме НЛО с помощью своих профессиональных знаний. Эту группу объединял «свободный» характер интереса к предмету (хотя, заметим, в западном обществе не всегда легко отделить «любителей» от «частных профессионалов») и общая ориентация на внеземную гипотезу как предпочтительную или даже единственно верную. Они коллекционировали сообщения о наблюдениях НЛО, опрашивали очевидцев, строили теории о способах движения «тарелок» и целых их визитов на Землю. Собранный материал рассматривался скорее как иллюстрация к внеземной гипотезе, чем как исходные данные для исследования.

Наиболее активные представители «любителей», не имея доступа к системе научных обществ и публикаций, в начале 50-х годов стали объединяться, выпускать специализированные журналы. Первым таким объединением стала Организация по исследованию воздушных явлений — АПРО<sup>1</sup>, созданная в январе 1952 года в Старджен-Бэе (Висконсин, США) Джеймсом и Корал Лоренцен. Сравнительно небольшая по численности (в 1979 году в ней было около 2700 человек), эта организация сосредоточила основное внимание на сборе и анализе (с помощью научных консультантов) сообщений о наблюдениях НЛО и на публикации результатов этих работ в «Бюллетене АПРО».

Наиболее заметное место среди любительских объединений занял в 50-е годы Национальный комитет по исследованию атмосферных явлений — НИКАП<sup>2</sup>. Директором его был избран Кихоу, а председателем правления — контр-адмирал Д. С. Фарни. Пресс-конференция, созванная Фарни в октябре 1956 года в связи с созданием НИКАП, освещалась всеми крупными американскими газетами.

Для Кихоу НИКАП был прежде всего средством борьбы с ВВС. Публикуя статьи в журнале комитета «УФО инветигейтор» («Исследователь НЛО») и рассылая журнал

<sup>1</sup> От англ. APRO — Aerial Phenomena Research Organization.

<sup>2</sup> От англ. NICAP — National Investigative Committee on Aerial Phenomena.

различным влиятельным лицам, он пытался добиться проведения в конгрессе США слушаний о роли ВВС в исследованиях проблемы НЛО. Ориентируясь на взеземную гипотезу, руководство НИКАП сначала старалось этого не афишировать. Кихоу полагал, что ВВС уже располагают доказательствами взеземной природы «тарелок», и единственное, что необходимо — заставить их признаться.

Очередной пик наблюдений НЛО в конце 1957 года («Синяя книга» получила тогда около 1000 сообщений, из них в ноябре и декабре — свыше 500) помог Кихоу и НИКАП укрепить свои позиции и начать широкое наступление против ВВС. «Весовые категории» у этих организаций были, конечно, разные, но активность любителей в некоторой мере компенсировала ограниченность их средств и возможностей. Члены НИКАП принялись бомбардировать письмами конгрессменов, а последние — беспокоить руководство ВВС запросами о ситуации с исследованием проблемы НЛО. ВВС отбивались довольно успешно — доказывая, что делается все необходимое, оснований для беспокойства нет, а Кихоу и все «любители» в лучшем случае — легковверные люди, поверившие сказкам о взеземных пришельцах, а в худшем — политические авантюристы. Все же к 1961 году Кихоу, при поддержке спикера палаты представителей Дж. Мак-Кормика почти удалось договориться о проведении слушаний. По его замыслу, представители ВВС и НИКАП должны были на заседании подкомитета по науке и астронавтике ответить на все вопросы противостоящей стороны о наблюдениях НЛО и о методах их исследования. Кихоу обещал конгрессмену «убедительно доказать» некомпетентность ВВС в отношении проблемы НЛО и утаивание ими важной информации об этих объектах. В случае неудачи он брал на себя обязательство распустить свою организацию и прекратить любые публикации на тему НЛО. В противном же случае американским ВВС предстояло — нет, не самораспуститься, но все же передать исследование проблемы НЛО в ведение более ответственных правительственных учреждений.

Заметим, что последний вариант устраивал ВВС едва ли не больше, чем самого Кихоу. В 1960 и 1962 годах Центр воздушно-технической разведки сделал две безуспешные попытки избавиться от программы исследований феномена НЛО — расформировать «Синюю книгу», а ее материалы и функции передать либо Национальному управлению по авиации и космическим исследованиям (НАСА), либо

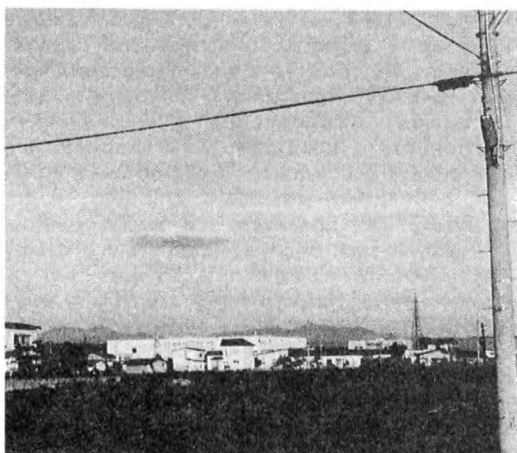
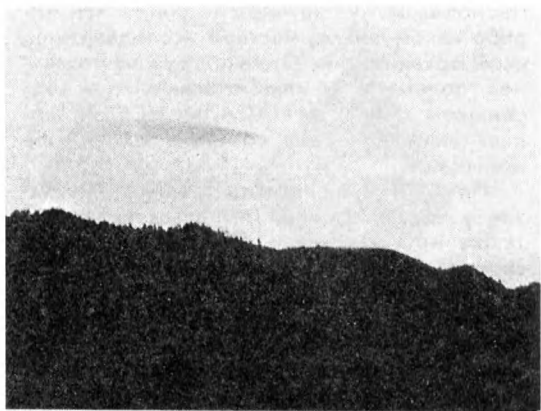
Национальному научному фонду (НСФ), либо какой-нибудь частной исследовательской организации. Однако груз многолетней полемики с «любителями» оказался слишком тяжел: ни НАСА, ни НСФ не желали связывать себя со столь сомнительной темой.

Но и полемизировать с Кихоу на глазах у конгрессменов представители ВВС также не собирались. Подключив к делу свои связи в палате представителей, они добились отмены слушаний. Вскоре и Лоренцены, возглавлявшие АПРО, сначала поддерживавшие Кихоу и его сторонников, заявили о разрыве всяких связей с НИКАП и весьма неодобрительно высказались по поводу «лоббистской деятельности» Кихоу. Действительно, АПРО уделяла значительно больше внимания изучению конкретных случаев наблюдений НЛО, в определенной мере даже сотрудничая с ВВС.

Однако именно НИКАП выпустил в 1964 году сборник «Свидетельства о НЛО», ставший этапом на пути к научному изучению этого феномена. В нем были собраны описания 700 наблюдений НЛО, мнения ученых и политиков, многие документы ВВС. Оказалось, что за прошедшие 17 лет, несмотря на запутанность ситуации и постоянную «войну» всех со всеми, информация продолжала накапливаться, а количество и качество сообщений о НЛО — возрастать. Небольшой процент явлений, остававшихся необъясненными в каждой из «волн», суммируясь, давал значительный массив эмпирических данных.

Экземпляры сборника были разосланы всем членам конгресса. Но сколь бы хорош он ни был, вероятно, и на этот раз ничего бы не изменилось, если бы не резкое увеличение количества сообщений о НЛО, начавшееся с середины 1965 года. После семи лет относительного затишья новая «волна» наблюдений внесла свои коррективы в восприятие проблемы НЛО военными, политиками, учеными и журналистами. Руководство ВВС решило прислушаться к рекомендациям, совпадавшим с его собственными интересами, и привлечь к исследованиям университетских ученых.

Однако найти подходящий университет оказалось непросто. Гарвард, Массачусетский технологический институт, Университет Северной Каролины и два десятка других престижных учебных заведений отвергли предложение ВВС о заключении контракта. Однозначность темы трудно было компенсировать сравнительно небольшой суммой (300 тыс. долларов), предлагаемой для оплаты исследований. Все же через некоторое время удалось заинтересовать этой перспективой руководство Колорадского



Фотографии НЛО, наблюдавшихся в Японии в июле 1987 года



университета. ВВС предложили значительные финансовые льготы и в последствии увеличили сумму контракта до 500 тыс. долларов.

Руководителем темы «Научное исследование неопознанных летающих объектов» стал известный американский физик, бывший глава Национального бюро стандартов Э. У. Кондон. Его научный и общественный авторитет был весьма высок: помимо достижений в атомной физике, Кондон был известен своим конфликтом с маккартистами из Комиссии по расследованию антиамериканской деятельности — конфликтом, закончившимся в его пользу. Объективность Кондона признавалась (во всяком случае, до начала работы проекта) практически всеми заинтересованными сторонами. Но сомнения посещали и его. Выступая в январе 1967 года перед членами Американского химического общества, Кондон заявил: «Полагаю, что уже сейчас я мог бы рекомендовать правительству оставить это занятие (то есть изучение проблемы НЛО.— Авт.). Мне оно представляется бесполезным».

Работа комиссии Кондона (или «Колорадского проекта») началась в октябре 1966 года. В ее состав вошли 12 человек — астроном Ф. Роуч, химик Р. Крейг, психологи Д. Сондерс, С. Кук, У. Скотт и М. Вертгеймер и другие. Исследования предполагалось начать со сбора наблюдений и их статистического анализа. Была подготовлена анкета для опроса очевидцев (включавшая, правда, значительно больше вопросов о самом очевидце, чем о явлении, которое он наблюдал). Группе консультантов Кондон поручил написать обзоры о шаровой молнии и подобных ей явлениях. Был установлен хороший контакт с НИКАП и АПРО — в первую очередь для получения имевшихся у них сообщений о наблюдениях НЛО. По мнению Сондерса, эти наблюдения были лучшего качества, чем те, которыми располагали ВВС.

Вскоре, однако, в комиссии вспыхнули серьезные разногласия, поводом для которых стало различное отношение к внеземной гипотезе о происхождении НЛО. Несколько членов комиссии (прежде всего Сондерс) намеревались серьезно рассмотреть эту гипотезу, другие же считали ее чушью, не заслуживающей рассмотрения. При этом никто из исследователей не задавался вопросом: а существует ли феномен НЛО как реальное и «особенное» явление? Для обеих групп реальность НЛО была тождественна их внеземной природе, поэтому первые принимали, а вторые отрицали ее «автоматически». Такой подход сохранился до самого конца работы ко-

миссии, даже после того, как сторонники внеземной гипотезы ушли из комиссии, и спорить стало не с кем.

Конфликт разгорелся вокруг меморандума, подготовленного Р. Лоу, координатором проекта, для руководства Колорадского университета. В меморандуме утверждалось, что НЛО не только не являются «чем-то необычным или внеземным», но и попросту не существуют. Лоу советовал руководству университета принять предложение ВВС о заключении контракта, причем «вся хитрость заключалась бы в том, чтобы проект казался широкой общественности вполне объективным исследованием, а научное сообщество видело бы в нем группу «неверующих» в инопланетное происхождение НЛО, которая делает все, что может, но имеет практически нулевые шансы найти какую-нибудь «тарелку»».

Опубликование этого меморандума в майском номере журнала «Лук» за 1968 год вызвало резкое обострение отношений внутри комиссии Кондона, отставку нескольких ее членов — отнюдь, впрочем, не Лоу, а именно тех, кто нашел меморандум и предал его гласности — и разрыв с НИКАП. Впрочем, постоянством состава комиссия Кондона не отличалась: из 12 участников проекта только трое остались в ней до самого конца. Архивы ВВС, а также АПРО, были в полном распоряжении комиссии, и за два года она подробно изучила 91 сообщение о наблюдениях НЛО. В ноябре 1968 года был подписан и сдан представителям ВВС заключительный отчет по теме, одновременно представленный на рассмотрение Национальной академии наук. Группа из 12 ученых одобрила работу комиссии, подбор данных и методологию и согласилась со всеми выводами и рекомендациями.

Основной вывод отчета: НЛО не представляют угрозы для национальной безопасности США и не являются космическими кораблями внеземных цивилизаций. Утверждалось также, что «... в течение 21 года изучения НЛО не получено ничего, что могло бы обогатить науку. Внимательное изучение доступной нам информации заставляет нас заключить, что дальнейшие исследования НЛО, вероятно, не могут быть оправданы надеждой на развитие науки». Кондон рекомендовал федеральному правительству прекратить сбор и анализ сообщений о НЛО. 17 декабря 1969 года министр военно-воздушных сил Р. К. Сименс объявил о закрытии «Синей книги».

(Окончание следует)

# Астрология с разных точек зрения

## Астрология — часть массовой культуры

В. Г. СУРДИН

кандидат физико-математических наук  
ГАИШ МГУ

«— Так! — энергично сказал Вечеровский, — Значит предстоит драка. Их оружие — тайна; следовательно, наше оружие — гласность.

— Гласность... Гласность — это знаете ли, палка о двух концах...»

А. и Б. Стругацкие «За миллиард лет до конца света»

### ИНФОРМАЦИОННЫЙ ДЕФИЦИТ

Из всех наук только астрономия удостоилась такой «чести»: на протяжении тысячелетий рядом с ней выступает ее наукообразная тень — астрология. Будут ли они теперь сосуществовать и в нашей стране?

Трудно упрекать людей в желании знать свое будущее. В разные века для этого предлагались различные способы: услуги цыганки, гадание на картах и на кофейной гуще, по руке и по отражению в зеркале... Но все эти способы по сути своей были иррациональны и никогда не искали контакта с наукой. И только астрология всегда рядилась в научную мантию, старалась использовать самые современные приборы для наблюдения небесных светил и самую современную математику для расчета их перемещения по небу. Вероятно, поэтому астрология пережила все прочие способы гадания и до сих пор приносит немалый доход своим «жрецам».

Сейчас в нашей стране астрология развивается чрезвычайно динамично. И мне грустно слышать призывы некоторых старших товари-

щей к тому, что «надо бы все это запретить!». Нетрудно видеть, что расцвет астрологии связан с объективно существующим информационным дефицитом. Если в «Энциклопедическом словаре» Брокгауза и Ефрона (1890 год) статьи «астрология» и «гороскоп» содержат в сумме более 700 строк (Земля и Вселенная, 1989, № 6, с. 37—39.— Ред.), то уже в первом издании «Большой Советской Энциклопедии» (1926 год) эти статьи содержат всего 150 строк, во 2-м издании БСЭ (1952 года) их объем сокращается уже до 104 строк, а в 3-м издании (1970 года) — до 69 строк! Рекордсменом оказался «Энциклопедический словарь юного астронома» (1986 год), уместивший всю «астрологию» в 17 строк и вообще забывший о гороскопе...

Статья в словаре Брокгауза и Ефрона (автор — доцент Петербургского университета И. А. Клейбер) содержит достаточно детальную информацию об истории и сути астрологии. Познакомившись с ней, образованный читатель, пожалуй, удивлится, и у него не возникнет желания прибегать к «тайным знаниям древних мудрецов». Статья

в первом издании БСЭ написана будущим академиком и директором Пулковской обсерватории А. А. Михайловым. Она дает, к чести автора, возможность составить некоторое представление об астрологии. Позже доступные материалы на эту тему в советской прессе практически не появлялись. Эпоха гласности, среди прочего, вызвала к жизни астрологический бум. Чтобы увидеть, что нас ожидает в этой области в ближайшие годы, достаточно обратиться к подобной ситуации в недалеком прошлом — к годам экономической (столыпинской) реформы и относительной свободы слова.

Астрологическая литература издавалась в те времена часто и большими тиражами. В руках у меня книжечка, изданная в Санкт-Петербурге в 1912 году: «Астрология. Как составить и истолковать свой собственный гороскоп. Сочинение Сефаряла. Пер. с англ. под ред. А. В. Трояновского». Содержание книжечки традиционно, однако обращаю ваше внимание на небольшое объявление, помещенное на ее последней странице: «Журнал оккультных (тайных) наук «Изида» (третий год издания). Периоди-

ческое издание, посвященное всестороннему теоретическому и в особенности практическому изучению тайных наук, каковы: Астрология, Алхимия, Герметическая философия, Герметическая медицина, Каббала, Магия, Психурия, (гипнозизм, магнетизм, спиритизм, телепатия, факиризм и прочее) и Теургия. Подписная цена на год с доставкой 4 руб., цена отдельного номера в киоске 35 коп. Подписка принимается в редакции (С.-Петербург, 9-я рота, дом 17), во всех почтово-телеграфных отделениях Империи и в лучших книжных магазинах».

Наступившая затем эпоха социальных потрясений, привела к монополии на средства массовой информации и приостановила распространение астрологии в нашей стране. Но сейчас мы стали стремительно догонять в этой области остальные страны, что создает определенные проблемы в нашей культурной и научной жизни. В среде ученых и интеллигенции в целом пока не выработалось единого взгляда на эту проблему. Каждый из нас, в той или иной степени, проявляет интерес к астрологии, по крайней мере как к одному из «белых пятен» истории человеческой культуры. С другой стороны, многие обеспокоены той массой некритических и даже откровенно лживых утверждений об астрологии, которой заполнены средства массовой информации. Впрочем, в этом потоке паранауки (если не сказать — лженауки) астрология прекрасно сосуществует с уфологией, лозоходством, экстрасенсизмом, телекинезом и тому подобным. Что их объединяет?

### ТРЕТЬЯ КУЛЬТУРА

Размышляя о двух культурах — гуманитарной и научно-технической, — Чарлз Перси Сноу представлял их



Немецкий астролог. Гравюра на дереве (XVI век)

как два способа восприятия мира<sup>1</sup>. У научно-технической интеллигенции подход к действительности рациональный, эмпирический. Исключить личность из процесса познания, а по возможности и из процесса творчества, вот их идеал. Для представителей искусства человеческая личность есть главная ценность и главный критерий: восприятие мира преломляется через нее.

«Итак, на одном полюсе — художественная интеллигенция, а на другом — ученые, и как наиболее яркие представители этой группы — физики. Их разделяет стена непонимания, а иногда, особенно среди молодежи, даже антипатии и вражды. Но главное, конечно, непонимание. У обеих групп странное, извращенное представление друг о друге. Они настолько по-разному относятся к одним и тем же вещам, что не могут найти общего языка...»<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Сноу Ч. П. Две культуры. М.: Прогресс

<sup>2</sup> Сноу Ч. П. Две культуры и научная революция. В кн.: Ч. П. Сноу. Портреты и размышления. М.: Прогресс. 1985.

Только объединив эти два подхода, два типа мышления, — считает Чарлз Сноу, — можно надеяться правильно понять и окружающий мир и человеческий разум. Но не общество, хотелось бы нам добавить. Ибо для этого необходимо понятие о третьей культуре, а именно, о культуре массовой.

Следует подчеркнуть, что третья культура — это не просто отсутствие культуры как таковой. Это именно массовая культура или, если угодно, поп-культура, сформировавшаяся в связи с индустриальными методами производства и глубочайшим разделением труда. В современном обществе каждый знаком с технологией производства только в своей узкой области. Соответственно к ней он и относится вполне профессионально, критически. Но о том, как создаются все остальные продукты, в том числе и продукт информации, у большинства людей имеются довольно смутные представления.

Этим умело пользуются средства массовой информации, которые преподносят под маркой науки различные околонучные сенсации. Трудно не согласиться с утверждением, что нынешняя «массовизация оккультизма» вызвана в основном деятельностью средств массовой информации<sup>3</sup>. Очевидно, что делается это не только из желания стимулировать высокие тиражи. Чувствуя определенную общественную потребность, «средства массовой пропаганды искусственно раздувают интерес к мистике, чтобы отвлечь внимание от острых социальных проблем» (там же).

Итак, можно охарактеризовать представителей третьей культуры как безропот-

<sup>3</sup> Гуревич П. С. Современный мистицизм как феномен буржуазного сознания. М.: Знание, 1987.



Удастся ли победить «Дракона лженауки»?

ных потребителей массовой информации. Причем это касается как искусства, так и науки. Но если термин «массовое искусство» уже давно в ходу, то термин «массовая наука», пожалуй, нуждается в обосновании. Под массовой наукой мы подразумеваем некий легко доступный суррогат настоящей науки, создающий иллюзию приобщения к ее самым передовым рубежам, недоступным даже большинству «ученых ретроградов».

В нашей стране около миллиона профессиональных ученых, а также несколько

миллионов (если судить по тиражам научно-популярных журналов) людей, отдающих предпочтение серьезной научно-популярной литературе. В этой среде господствует критический взгляд на информацию, и ей дается профессиональная или полупрофессиональная оценка. Но основная часть взрослого населения, по-видимому, не способна отделить правдивую научную информацию от наукообразного пустозвонства. Судя по всему, такая ситуация характерна и для других стран. Например, «... треть населения Соединенных Штатов и Западной Европы верит в астрологию... и по крайней мере 90% «свободномыслящих» людей не отвергает астрологию также безоговорочно, как они

отвергли бы идею о плоской Земле»<sup>1</sup>.

Чем же является астрология для большинства ее почитателей? Вот мнение психолога: «Астрология в ее наиболее расхожем виде, необоснованная и неопровергнутая, примитивно сформулированная, есть потенциальный опиум для полубразованных людей»<sup>2</sup>.

## КТО ВИНОВАТ?

Любопытно проследить динамику создания астрологических трактатов в эпоху, когда отсутствовали средства массовой информации. Словарь Брокгауза и Ефрона сообщает нам, что в наиболее полных библиографиях конца прошлого века насчитывалось 175 астрологических рукописей, созданных до падения Александрийской школы (I в. н. э.). Затем перечислялось 339 сочинений восточных астрологов и 569 сочинений, появившихся в Европе до изобретения книгопечатания (середина XV в.). В эпоху печатной книги статистика такова: вторая половина XV в.— 51 сочинение, в XVI в.— 306, в XVII в.— 339, в XVIII в.— 108 и в XIX в. (до 1880 года) — 47 (из них 15 трактатов исторического и критического направления). Как видим, развитие науки в XVIII—XIX вв. уверенно вытесняло астрологию из области интересов просвещенной публики. Однако в XX веке, в эпоху массовой культуры, когда читать умеют все, а критически мыслить, по-прежнему, немногие, количество астрологической литературы вновь стремительно возросло.

<sup>1</sup> Abelly G., Singer B. Science and the Paranormal. Scribner's, 1981

<sup>2</sup> Kelly I. Cosmobiology and Moon Madness, Mercury, 10, № 1, 1981

До недавних пор это наблюдалось в странах свободного предпринимательства, где спрос рождает предложение. В США сейчас официально разрешены астрологические школы, многие книжные магазины забиты литературой по астрологии, выпускается посуда, одежда и сувениры с астрологической символикой. По этой причине многие люди там уверены, что астрология — это наука.

В нашей стране сейчас тоже интенсивно создаются астрологические кооперативы, центры, общества, читаются лекции и публикуется все больше астрологической литературы. Невесть откуда взявшиеся практикующие астрологи стремятся «снять клеймо презрения с этой важнейшей из наук». Они надеются, что «рано или поздно астрология будет реабилитирована, как это произошло с генетикой и кибернетикой»<sup>6</sup>. Они верят, что в скором времени астрологию будут преподавать в школе. Дойдет ли дело до этого, сказать трудно. Но уже сейчас страницы самых многотиражных изданий, передачи радио и телевидения заполнены информацией об астрологах и астрологии. Это уже свершившийся факт.

К сожалению, причин стремительного произрастания астрологии на нашей отечественной почве сейчас немало. Разрушение мифа о единстве, о единой судьбе граждан нашей страны уводит маятник общественного интереса к судьбе личной, к личности вообще. Сейчас быстрый прогресс гарантирован деятельности тех, чьи усилия направлены на личное

благо каждого члена общества, индивидуально: астрологам, хиромантам, экстрасенсам...

Стремление к демократии порою вызывает странные явления. Вместо медицины для избранных — парамедицина для всех: заряженные экстрасенсом номера газет, телевизионные сеансы «от всех болезней», радиотрансляция «биоэнергии» при гробовом молчании. Вместо науки для избранных — наука, доступная для каждого, то есть массовая наука: уфология, астрология...

Катастрофы на транспорте, перебои с топливом — и вот уже в печати мелькают имена неизвестных изобретателей гравилета и вечного двигателя, способные, якобы решить все наши проблемы.

Сказать по правде, фундаментальная наука заметно оторвалась от интересов маленького человека. В последнее время ученые получали награды, а жизненный уровень населения падал. Массовая наука обращена к человеку, к его бытовым потребностям и потому находит отклик в его душе. Если чтение научно-популярной литературы требует определенного напряжения ума, но при этом все равно оставляет вас в хвосте общего движения, в качестве пассивного наблюдателя, то массовая наука дает иллюзию активного занятия ею каждого. Ее проповедники, как правило, «из народа» (хотя в действительности это специалисты, уровень тщеславия которых превышает уровень их профессионального мастерства).

Что могут предпринять в такой ситуации ученые и любители истинной науки?

но, можно лечить по тем же рецептам.

Опыт показывает, что вера в астрологию проистекает не из каких-то мистических наклонностей человека и не от особой убедительности астрологических гаданий, а в основном от недостатка знаний по астрономии, от низкого культурного уровня (который не всегда связан с уровнем образования определенных групп людей). Если последняя причина требует длительного времени для исправления, то пробелы в астрономических познаниях могут быть ликвидированы за короткое время. При этом эффект получается вполне ощутимый.

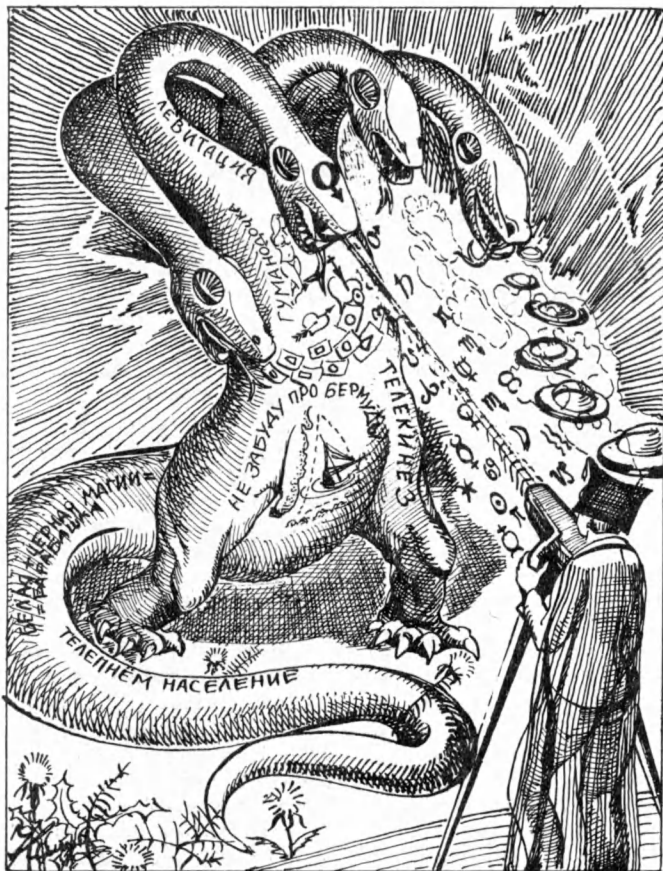
Сошлемся на исследование наших коллег из американских вузов, которые выяснили отношение к астрологии у студентов естественных факультетов до и после того, как они прослушали курс общей астрономии<sup>7</sup>. Одна из лекций-дискуссий этого курса специально была посвящена астрологии: ее основным положениям, истории, взаимоотношению с астрономией. Сопоставляя астрономию и астрологию, студенты сравнивали их предсказательную силу, возможность проверки выводов, взаимосвязь между наблюдениями и теорией. При этом лектор стремился аргументированно доказать, что астрология не есть прикладной раздел астрономии, как думают некоторые, и вообще не является наукой.

После окончания односеместрового курса астрономии число тех, кто верит в астрологию, уменьшилось вдвое. Если в начале семестра 33 % студентов полагало, что астрология есть часть астрономии, то к концу се-

<sup>6</sup> Павлов И. На кофейной гуще? (интервью с В. П. Виларовой), Смена, № 18, 1989.

В данном случае нас интересует конкретно астрология, хотя и другие составляющие поп-науки, вероят-

<sup>7</sup> Kruglak H., O'Bryan M. Astrology in the Astronomy Classroom. Mercury, 6, № 6, 1977.



Занятия средневековых ученых сочетали в себе науку и мистику  
Рисунок В. М. Калишевича

местра так думало лишь 12 % учащихся. На вопрос: «Проводят ли университеты и правительственные организации исследования по астрологии?» в начале курса положительно отвечало 22 %, отрицательно 39 % и не имело мнения 37 %, а в конце курса это соотношение было следующим: 6, 70 и 21 %. Положительное изменение налицо, хотя результат достаточно далек от идеала.

Среди заданных студентам вопросов был один довольно непростой: «Если астрономы будут уделять больше времени, денег и энергии исследованиям по астрологии, то она скорее всего станет таким же точным

предметом, как физика или химия». До начала астрономического курса 27 % студентов соглашалось с этим утверждением, а после его окончания лишь 7 %. Таким образом, даже простейший астрономический курс позволяет большинству слушателей правильно сориентироваться в вопросе взаимоотношения науки и астрологии. Это необходимо учитывать при формировании школьных и вузовских программ.

А как помочь сориентироваться тем, кто уже закончил учебу? Общественность хочет знать мнение ученых относительно астрологии. В какой форме его лучше высказывать? Вероятно, лучше всего — в разнообразной. Зарубежные ученые, столкнувшиеся с этой

проблемой раньше нас, пишут на эту тему статьи и книги, причем не только исторического характера, но и с оригинальными статистическими исследованиями<sup>8</sup>. Они выступают по радио и телевидению, публикуют коллективные обращения к гражданам и руководителям средств массовой информации. Вот выдержка из подобного обращения, составленного в 1975 году знаменитым астрономом Бартом Бокком, философом Паулем Куртцом и известным популяризатором науки Лоуренсом Джеромом, и подписанного еще 186 учеными: «Мы особенно обеспокоены продолжающимся некритическим распространением астрологических карт, предсказаний и гороскопов средствами массовой информации, а также газетами, журналами и издательствами с сомнительной репутацией. Это только способствует росту иррационализма и невежества. Мы считаем, что настало время бросить прямой и недвусмысленный вызов претензионным утверждениям шарлатанов-астрологов».

Этот призыв был многими воспринят с энтузиазмом и стимулировал проведение естественнонаучных и социологических исследований, связанных с астрологией. Их результаты публикуются<sup>9</sup> и

<sup>8</sup> Аннотированную библиографию по этим вопросам за некоторые годы можно найти в журнале Mercury 13, № 4 (1984), 18, № 3 (1989), а отдельные интересные статьи в 5, № 2 (1976), 9, № 6 (1980), 10, № 1 (1981), 15, № 3 (1986), 16, № 4 (1987).

<sup>9</sup> Culver B., Ianna P. "The Gemini Syndrome". Pachart Publ., 1979; "Astrology: thrue or faise? A scientific evaluation". Prometheus, 1988; Gauquelin M. "Dreams and Illusions of Astrology". Prometheus, 1979. Hines T. "Pseudoscience and the Paranormal. Examining the evidence". Prometheus, 1988.

представляют интерес не только для ученых. Однако нужно считаться и с тем фактом, что поклонники массовой культуры с трудом воспринимают сухие научные факты: для них большее значение имеет эмоциональный заряд сообщения. Они требуют от рассуждений не логики и фактической основы, а конкретности и правдоподобия. Серьезные научно-популярные работы их отпугивают.

Поэтому некоторые ученые считают, что нужно использовать интерес публики к астрологии для того, чтобы «навести мосты» между наукой и общественностью. Известный американский астроном-любитель Бен Майер предлагает концепцию «наблюдательной астрологии»<sup>10</sup> для тех, кого не удовлетворяет лишь знание своего знака зодиака и чтение в газете астрологической колонки. Майер считает, что многие из этих людей захотят научиться отыскивать на небе «свое» созвездие, захотят узнать о других интересных созвездиях, а это уже первый шаг к настоящей любительской астрономии, во всяком случае полезной как элемент общественной культуры.

<sup>10</sup> Mayer B. *Observational Astronomy*. Mercury, 16, № 4, 1987

Таблица 1  
ОТНОШЕНИЕ ЖИТЕЛЕЙ США К АСТРОЛОГИИ (ПО ДАННЫМ ОПРОСА ИНСТИТУТА ГЭЛЛАПА, 1975 ГОД)

Возраст	18—24		Старше 18 лет	
	М+Ж	М	Ж	М+Ж
Верят	38 %	18 %	26 %	22 %
Не верят	55	73	64	69
Относятся неопределенно	7	9	10	9
Знают свой знак зодиака	96	69	83	76
Регулярно читают астрологический раздел в газете	26	16	29	23

Таблица 2

ОТНОШЕНИЕ (В ПРОЦЕНТАХ) СТУДЕНТОВ ЗАПАДНОГО МИЧИГАНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА (США) К АСТРОЛОГИИ ДО И ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА ЭЛЕМЕНТАРНОЙ АСТРОНОМИИ (1974—77 ГОДЫ)

	Юноши	Девушки	Всего
Верят	19/9	42/21	27/13
Не верят	59/75	42/70	53/73
Относятся неопределенно	22/16	16/9	20/14

Нам хорошо известно, что нужно для приобщения людей к звездному небу. Нужно не ликвидировать курс астрономии в средней школе, а добиваться того, чтобы этот предмет там преподавали на достаточно высоком уровне (чего на протяжении многих лет добивается астрономическая общественность и, в частности, журнал «Земля и Вселенная»). Нужны разнообразные карты звездного неба, недорогие би-

нокли и зрительные трубы. Нужны народные обсерватории и планетарии с современной аппаратурой. Их у нас на душу населения раз в 10 меньше, чем в развитых странах, да и аппаратура в наших планетариях почти не изменилась за прошедшие 30 лет. Обо всем этом нужно думать сейчас же, если мы не хотим допустить разгула оккультизма.

**МЦ «АГРОС» предлагает высоковольтные блоки питания для электрофотометров и синхронные электроприводы для любительских телескопов в двух исполнениях:**

- 1. Малогабаритные, регулируемые для переносных телескопов и астрографов (питание 6 вольт). Цена 45 руб.**
- 2. Регулируемые с кварцевой стабилизацией для стационарных телескопов. Цена 180 руб.**

Заявки присылать по адресу: 614000, г. Пермь, ул. Коммунистическая, 23, МЦ «Агрос». Наши реквизиты: р/с № 000465215 в ОПЕРУ Жилсоцбанка г. Перми.

# Долгая короткая жизнь

А. В. СУЛЬДИН

— Тридцать пять — солидный возраст! — писатель Рольф Герман дружески обнял меня. — Успехов, счастья, здоровья!

У меня праздник. Гости будут завтра, а сегодняшний вечер отдан полностью Рольфу. Он обязательно хотел увидеться в такой день со мной, потому что в ближайшее время уезжает в очередную командировку, и у него будет много дел.

— А молодежи старики не нужны, — ворчал он. Рольфу это можно — он мой Учитель. — Поэтому не буду вам мешать, гуляйте завтра без меня. А вообще-то я завидую тебе, Василий. Хорошей, белой завистью, — сказал Рольф. — Ты молод, но много уже успел. Да и жизни впереди предстоит!..

— Что вы, мне уже тридцать пять.

Услышав эти мои слова, Рольф хмыкнул и произнес:

— Хочешь, расскажу тебе одну очень симпатичную историю? Она подтверждает, что в нашей Вселенной все относительно...

Привез мне ее из рейса сам Генри Джексон лет двадцать пять назад. Генри не был тогда еще известным командором. Он ходил просто капитаном на «Звезде» и был по-своему счастлив, потому что обладал такими качествами, как молодость, беззаботность и самоуверенность. Впрочем, у многих молодых сейчас характеры не хуже...

Дело было так. Как-то раз «Звезда» попала в систему

желтого карлика ЛД-154-Н, выполняли они тогда какую-то исследовательскую программу в том секторе Пространства, у «Звезды» было назначено здесь рандеву с космическим танкером, который вез припасы и горячее. Но поскольку автоматы менее пунктуальны, чем люди, то танкер задерживался. Экипаж решил воспользоваться свободным временем и провести исследования этой системы.

Желтый карлик имел четыре планеты. Неплохие внешне, можно сказать, даже вполне симпатичные. Но три из них были явно не пригодны для человека. Поэтому космонавты обратили свои взоры на единственный «шарик», имевший атмосферу, — это была крайняя в системе, четвертая планета. Она попадала в земной тип и обращалась вокруг звезды по сильно вытянутой орбите. Но, как я уже говорил, имела атмосферу, а воздушная оболочка давала возможность надеяться, что на планете есть жизнь.

Корабль занял круговую орбиту у четвертой планеты. И визуальные наблюдения с самого начала обрадовали космонавтов — в телескопы можно было различить города, каналы и другие гигантские сооружения явно искусственного происхождения.

Джексон принял решение идти на посадку, что команда с удовольствием поддержала. Местом для посадки выбрали огромное пустынное поле неподалеку от од-

ного из экваториальных городов. Однако космонавты обманулись в своих ожиданиях: город оказался безлюдным, а скорее выглядел недавно покинутым. Хлопали ставни плохо закрытых окон, ветер лениво разносил по улицам обрывки бумаг.

Экипаж «Звезды» провел комплексные исследования. Уровень радиации оказался в пределах нормы, никаких вредных бактерий не обнаружили. Джексон приказал провести поиск еще в нескольких городах планеты, но это тоже не дало результатов. Космонавты не нашли ни живых людей, ни трупов, ни останков.

До прилета танкера экипаж «Звезды» занимался фотografiрованием, сбором проб и легких образцов, наблюдениями... А потом земляне заправились топливом и взяли курс на родную планету.

На Земле Генри сдал отчет о проделанной работе в специальный отдел Ассоциации космонавтов, получил благодарность «за инициативу и находчивость в сложных условиях желтого карлика ЛД-154-Н» и ушел в очередной рейс...

Лет пять спустя Джексон отогнал в док, на Плутон, свою «Звезду» для капитального ремонта. И внезапно оказался не у дел. А поскольку капитану полагается быть всегда под рукой у начальства дока, то Генри пришлось торчать на окраине Солнечной системы и от нечего делать он частенько посещал





Рисунок В. М. Калишевича

местный бар «На перепутье».

Праздношатающихся на Плутоне не сыщешь, и потому единственным собеседником Джексона был бармен Алик, обрадованный тем, что у него появился постоянный слушатель. Алик действительно оказался неплохим рассказчиком, а кроме того знал множество историй. Ведь все космонавты, нередко посещавшие бар на окраине Солнечной системы, не прочь были поразить его специально запасенной историей «пострашнее».

Однажды бармен обмолвился:

— Чего только не бывает в этом мире!

Джексон, конечно, поддержал разговор, и бармен начал очередную историю:

— В прошлом году,— сказал Алик,— у нас останавливалась одна забавная делегация. Вообще-то люди как люди, только все совершенно зеленые, как первая весенняя трава. Прилетели они подписывать какое-то соглашение по космической торговле на спортивные товары. А поскольку своих кораблей у них нет, то воспользовались рейсом грузового транспорта «Антарес». Это старая калоша, давно пора на слом, и ничего удивительного, что на обратном пути у нее сдох реактор, и корабль прямехонько завернули к нам в док. Так что эти зелененькие всю неделю, пока шел ремонт, толклись в баре «На перепутье».

— А почему они зелененькие? — спросил Генри.

— У них слабенкое солнце, поэтому и пищи всегда не хватало. Вот они подумали-подумали и решили немного природу поправить. Причем так изменили генетический код, что кожа у них стала прозрачной, как стекло. Кровь поменяли на хлорофилл, и стали потреблять энергию своей звезды напрямую, в процессе фотосинтеза. Это было очень важно, так как природа создала для них весьма неудобный жизненный цикл: говоря по-нашему, на зиму они погружаются в спячку. Но это они переделывать не стали, даже наоборот, усовершенствовались. В глубине своей планеты нарыли пещер, и, когда наступает сезон сна, дружной компанией отправляются туда спать.

— И долго они так спят? — поинтересовался Джексон.

В общем, если пересчитать на наши годы, то на год бодрствования приходится лет пятнадцать сна. Орбита у планеты уж больно вытянута. Но зато сон они возвели в ранг спорта и постоянно проводят по нему соревнования. Некоторые даже умудряются проскакивать из одного сезона в другой, не просыпаясь,— выдающееся достижение! И жизнь у них длинная: по полтысячи лет живут!..

— А как их планета называлась? — спросил Джексон.

— Черт ее знает, у меня на эти названия всегда память была плохой.

— Да... — протянул задумчиво Генри. — Интересно. Та-

кая долгая, но какая короткая жизнь у них получается. Ведь из пятисот лет они всего только годов тридцать не спят, так?.. А в каком хоть секторе обитает такая диковинка?

— Я же тебе говорил, что названия плохо запоминаю. Единственное — номер звезды помню. И то случайно. Уж больно словосочетание для меня получается удачным: любимая девушка, которая ждет меня на Земле — Николь, рост — 154 сантиметра...

— Как-как? — не понял Генри.

— Да очень просто: ЛД-154-Н — сказал Алик.

«Так вот оно что!» — мелькнула догадка в голове капитана. Он потянулся через стойку и тихо, словно собрался узнать большой секрет, спросил:

— Слушай, Алик, а что они купили на Земле?

— Я же говорил — «спортивные товары»: подушки и перины. У них опять сонный, прости, спортивный сезон начинался. Зелененькие говорили мне по секрету, что если бы не видели наших кораблей, то подумали бы, что земляне — их братья по разуму. «А то ведь посмотреть — все суетитесь, суетитесь. По всей Галактике летаете! — говорили они мне. — А таких постельных принадлежностей, кроме вас, никто во всей Вселенной не делает!»

ПОПРАВКА. В предыдущем номере журнала в информации А. А. Гурштейна о новой почтовой марке (с. 50) по вине лит. сотрудника допущена смысловая ошибка. Начало второго столбца следует читать: «Справа — Большой пулковский радиотелескоп БПР (100-метровая антенна переменного профиля), послуживший прообразом исполнинского радиотелескопа РАТАН—600» Редакция приносит извинения автору.

№№ п/п	Научно-исследователь- ское судно	Географический район	Цель экспедиции	Примечание
1.	«Витязь» (Институт океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР)	Северо-западная часть Индийского океана	Морская биология, экология: сбор данных о рыбах и беспозвоночных с целью развития моделей их популяции на изолированных подводных поднятиях и островных склонах	Проект «Экосистема». В рейсе участвовали ихтиологи США, Дании, Великобритании, ФРГ, Канады
2.	«Академик Мстислав Келдыш» (Институт океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР)	Центральная часть Атлантического океана	Морская геология: комплексное изучение аномального объекта Кингс Тор с применением обитаемых глубоководных аппаратов «Мир»	Проект «Палеоокеанология». Судно приняло участие в 38-й сессии Международного геологического конгресса в Вашингтоне
3.	«Профессор Штокман» (Институт океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР)	Балтийское море	Морская геология: изучение глубинного строения земной коры, структуры верхней части осадочного чехла, процессов морфо- и седиментогенеза	Проекты «Геопол», «Седимент». В рейсе участвовали ученые Швеции, ФРГ
4.	«Дмитрий Менделеев» (Институт океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР)	Черное море	Экология: детальное комплексное исследование функционирования экосистемы моря в летний период	Проект «Экосистема»
5.	«Академик Сергей Вавилов» (Институт океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР)	Северная часть Атлантического океана	Гидроакустика, гидрофизика: исследования сверхдальнего распространения и рассеяния низкочастотного звука, синоптической изменчивости гидрофизических полей	Проекты «Акустика», «Диагностика». В рейсе участвовали ученые Болгарии
6.	«Академик Иоффе» (Институт океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР)	Северная часть Атлантического океана	Гидроакустика, гидрофизика	Судно работало совместно с «Академиком Сергеем Вавиловым»
7.	«Рифт» (Институт океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР)	Средиземное море	Геофизика: исследование тонкоструктурных неоднородностей геофизических полей, особенностей развития тонкой вертикальной структуры в различные сезонные периоды	Проект «Микроструктура»
8.	«Ихтиандр» (Институт океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР)	Средиземное море, Восточная часть Атлантического океана	Гидрооптика: изучение закономерностей распространения лазерного излучения в водной толще, изменчивости оптических характеристик в связи с гидродинамическими процессами	Проект «Гидрооптика»
9.	«Профессор Сергей Дорofеев» (Институт имени П. П. Ширшова АН СССР)	Канарский район Атлантического океана	Гидрофизика: исследование на основе судовой и спутниковой информации пространственно-временной изменчивости геофизических полей, структуры фронтальных зон, приповерхностных явлений, мезомасштабных вихрей и линз	Проект «Фронт»
10.	«Арнольд Веймер» (Институт термофизики и электрофизики АН ЭССР)	Балтийское море	Гидробиология, гидрофизика: исследование оптических биологических полей и гидрологических характеристик с целью изучения физических и биологических процессов, выявления их пространственно-временного тренда, оценки экологического состояния моря	Проект «Балтика». В рейсе участвовали ученые Финляндии

№№ п/п	Научно-исследовательское судно	Географический район	Цель экспедиции	Примечание
11.	«Академик Вернадский» (Морской гидрофизический институт АН УССР)	Тропическая часть Атлантического океана	Гидрофизика, гидрохимия: исследование крупномасштабных циркуляций и механизмов формирования аномалий меридиональных потоков тепла, геофизических полей; исследование тонкой химической структуры фронтальных зон и геохимических барьеров океана	Проекты «Разрезы», «Волна», «Микроструктура»
12.	«Михаил Ломоносов» (Морской гидрофизический институт АН УССР)	Черное и Средиземное моря	Морская геология и гидрофизика: изучение физико-химических процессов в зоне взаимодействия аэробных и анаэробных вод и топографии границы сероводорода; геолого-геохимическое исследование подводного вулканизма	Проект «Черное море»
13.	«Профессор Водяницкий» (Институт биологии южных морей АН УССР)	Тропическая часть Атлантического океана	Морская биология: изучение функциональных характеристик планктонных и нектонных сообществ активных зон синоптического происхождения, выявления причин роста биологической продуктивности и оценка роли основных звеньев экосистем в передаче вещества и энергии	Проект «Экосистема»
14.	«Леда» (Морской гидрофизический институт АН УССР)	Черное и Средиземное моря	Гидроакустика: исследование пространственной структуры звукорассеивающих слоев, характерных для летнего периода, оценка эффективности разработанных методов и технических средств для их идентификации	Проект «Акустика». В порту Варна произошла встреча с болгарскими учеными
15.	«Академик Ковалевский» (Институт биологии южных морей АН УССР)	Черное море	Морская биология: изучение мелкомасштабной изменчивости биолюминесцентного и акустического полей фотического слоя пелагиали. Оценка связи параметров биофизических и планктонных полей пелагиали с фоновыми характеристиками водных масс. Определение видового состава и распределения мезопланктона в звукорассеивающих слоях верхнего продуктивного слоя моря	Проект «Экосистема». В портах Пирей и Варна встречи с греческими и болгарскими учеными
16.	«Миклухо-Маклай» (Институт биологии южных морей АН УССР)	Черное и Эгейское моря	Морская биология: сравнительное изучение гидрологического, гидрохимического режимов, фауны и флоры, эвтрофирования в летне-осенний период	Проект «Экология». Научные контакты с болгарскими и греческими учеными в портах Варна и Афины
17.	«А. В. Топачевский» (Институт гидробиологии АН УССР)	Советско-болгарский участок реки Дунай	Морская биология: комплексные гидробиологические исследования, изучение механизмов формирования качества воды в низовьях реки	Работы по советско-болгарскому соглашению
18.	«Академик Борис Петров» (Институт геохимии и аналитической химии имени В. И. Вернадского АН СССР)	Черное, Средиземное, Баренцево, Балтийское моря, Северо-Восточная Атлантика	Гидрофизика: исследование пространственно - временной изменчивости и микроструктуры гидрофизических параметров; использовались средства активной гидролокации для изучения тонкой структуры звукорассеивающих слоев океана; исследования пространственного распределения гидрофизических и йри-месных полей в морской среде методом дистанционного лазерного зондирования	Проект «Микроструктура». В рейсе участвовали болгарские специалисты

№№ п/п	Научно-исследовательское судно	Географический район	Цель экспедиции	Примечание
19.	«Заря» (Ленинградское отделение Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн)	Балтийское море	Геофизика: систематическая векторная геомагнитная съемка по квазирегулярной сети моря и проведение повторных измерений на морских пунктах векового хода	Проект «Балтика — Магнит». Научные контакты с финскими и шведскими учеными в портах Хельсинки и Стокгольм
20.	«Академик Александр Виноградов» (Тихоокеанский океанологический институт ДВО АН СССР)	Северная часть Тихого океана, Японское, Охотское, Берингово моря	Гидроакустика: изучение изменчивости поля скорости звука, его связи со структурой и динамикой вод; исследование влияния приливов на изменчивость фронтальных разделов, устойчивость вод и процессов генерации тонкой структуры гидрофизических полей, исследование распространения звука вдоль протяженных трасс с переменными гидрологическими характеристиками	Проекты «Фронт», «Акустика», «Трасса». В рейсе принимали участие ученые США
21.	«Академик Александр Несмеянов» (Тихоокеанский океанологический институт ДВО АН СССР)	Северо-западная часть Тихого океана, Японское, Восточно-Китайское и Южно-Китайское моря	Гидрофизика, экология: исследование поверхностных течений в океане электромагнитными методами с целью получения детальной картины течений в районе Курошио; исследование электромагнитных фоновых условий в Южно-Китайском море; изучение геоморфологической структуры островов, положения береговых линий, характера склоновых процессов	Проекты «Вестпак», «Южно-Китайское море», «Экология». В рейсе участвовали китайские и вьетнамские ученые
22.	«Академик М. А. Лаврентьев» (Тихоокеанский океанологический институт ДВО АН СССР)	Атлантический океан, северо-западная часть Тихого океана, Охотское море	Гидроакустика: получение новых данных о температуре, солености, плотности морской воды и скорости распространения звука; исследование энергетических, временных и спектральных характеристик морской реверберации в выбранных районах при изучении низкочастотных акустических сигналов различной деятельности	Проекты «Акустика», «Трасса»
23.	«Профессор Богоров» (Тихоокеанский океанологический институт ДВО АН СССР)	Японское и Филиппинское моря	Морская геология: драгирование выходов фундамента на возвышенностях Японского моря, глубоководных желобов Филиппинского моря; изучение тонкой структуры осадочного чехла на шельфе Кореи, распределения рудных компонентов	Проекты: «Литос», «Вестпак», «Седимент». В рейсе принимали участие ученые КНДР
24.	«Морской геофизик» (Институт морской геологии и геофизики ДВО АН СССР)	Японское, Охотское, Желтое моря	Морская геология: детальное геохимическое и литологическое изучение района Восточно-Корейского залива, Охотского моря; исследование пространственной и временной изменчивости фоновых характеристик акватории нефтегазовых месторождений	Проекты «Аквафетъ», «Вестпак». В рейсе участвовали корейские ученые
25.	«Базальт» (Тихоокеанский океанологический институт ДВО АН СССР)	Японское море	Морская геология: изучение строения кристаллического фундамента, осадочного чехла, оценка перспектив шельфа на россыпные полезные ископаемые	Проекты «Южно-Китайское море», «Седимент». В рейсе участвовали корейские ученые

№№ п/п	Научно-исследователь- ское судно	Географический район	Цель экспедиции	Примечание
26.	«Профессор Гагаринский» (Тихоокеанский океанологический институт ДВО АН СССР)	Центральная и северная части Тихого океана	Морская геология и геофизика: изучение сейсмических характеристик и структуры земной коры, характера рельефа, магнитного, гравитационного полей в полосе Северо-Тихоокеанского трансекта	Проекты «Геопол», «Вестпак»
27.	«Вулканолог» (Институт вулканологии ДВО АН СССР)	Берингово, Охотское моря	Морская геология, геохимия: изучение структуры осадочного чехла, особенностей аномального магнитного поля; изучение геохимии и петрологии изверженных пород; изучение газогидрохимических характеристик водных масс	Проект «Граница Океан — Континент». В рейсе участвовали ученые США
28.	«Академик Опарин» (Тихоокеанский институт биоорганической химии ДВО АН СССР)	Тихий, Индийский, Атлантический океаны	Морская биология: химические и биохимические исследования морских беспозвоночных для поиска новых физиологически активных веществ как потенциальных источников для лечебных препаратов	Программа «Мировой океан». В рейсе участвовали вьетнамские ученые

Т. Н. СУЙТС

## Фирма «ОПТИКА» при ЦНТТМ «АНТАРЕС» предлагает:

### Точные астрономические зеркала для телескопов-рефлекторов:

∅ 160 мм . . . . .	F=1300—1500 мм .сферическое. . . . .	160 руб.
∅ 200 мм . . . . .	F=1800—2000 мм .сферическое. . . . .	250 руб.
∅ 250 мм . . . . .	F=2500 мм . . .сферическое. . . . .	350 руб.
∅ 300 мм . . . . .	F=3000 мм . . .сферическое. . . . .	460 руб.

### Плоские эллиптические зеркала для системы Ньютона:

45 мм (малая ось) . . . . .	45 руб.	60 мм . . . . .	65 руб.
55 мм . . . . .	55 руб.	80 мм . . . . .	100 руб.

### Отшлифованные заготовки для зеркал [требуют полировки, параболизации]:

∅ 160 мм F=1200—1500 мм	— 50 руб.
∅ 200 мм F×1700—2000 мм	— 100 руб.
∅ 250 мм F=2500 мм	— 150 руб.
∅ 300 мм F=3000 мм	— 200 руб.
∅ 160 мм F=500—1000 мм	— 60 руб.
∅ 200 мм F=1000—1500 мм	— 150 руб.
∅ 250 мм F=1000—1500 мм	— 200 руб.

### N<sub>u</sub> — фильтры диаметром 40—50 мм:

Δλ — 100 А, T — 60 % ..... 100 руб. Δλ — 10 А, T — 25 % ... 250 руб.

Принимаются заказы на изготовление призм, светофильтров (диаметром до 75 мм), линз из стекла К-8, кварца и другие оптические детали.

Для организаций цены договорные.

Заказы направляйте по адресу: 607200, Горьковская обл., г. Арзамас-16, а/я 104, Аверину В. Ю.

## Загадочные ландшафты Венеры

В №№ 5, 6 за прошлый год и первых двух номерах нынешнего года публиковались фрагменты из «Атласа Венеры», подготовленного Главным управлением геодезии и картографии (ГУГК) по результатам радиолокационной съемки, выполненной в 1983—1984 годах с помощью космических аппаратов «Венера-15» и «Венера-16» (Земля и Вселенная, 1983, № 3, с. 19—21). Целью публикации, которую мы завершаем в этом номере, было показать читателям, насколько разнообразной оказалась поверхность Венеры, ранее недоступная прямому изучению. В этом году «Атлас Венеры» выходит в свет в издательстве ГУГК. Всего в нем помещено более 300 фрагментов карт Венеры.

В 1989 году за работу «Создание первых детальных карт поверхности Венеры цифровыми методами и анализ на их основе геологии Венеры» А. Т. Базилевский, Г. А. Бурба, С. Ф. Загородный, А. И. Захаров, С. П. Игнатов, А. А. Крымов, М. В. Островский, А. А. Пронин, А. Л. Суханов, А. Г. Тучин, Ю. С. Тюфлин и Б. Я. Фельдман удостоены звания лауреатов Государственной премии СССР. Авторы поздравляю их с этой заслуженной наградой.

**Фрагмент 19—21** (долгота 282°, широта 38° с.)

Северная часть области **Бета**, которая, как и область **Альфа**, находящаяся в южном полушарии Венеры, впервые была обнаружена при радиолокации с Земли в 1964 году. Видны северные отроги горного массива **Рей** высотой до 5 км. Разломы коры тянутся на сотни километров. Область в центре изображения между двумя разломами, вытянутая на северо-северо-запад, получила название каньона **Деваны**. Вверху справа — группа из четырех вулканов.

Размеры изображения 1000 км на 680 км. Север — сверху, восток — справа.

**Фрагмент 12—42** (долгота 16°, широта 42° с.)

Северная часть равнины **Берегини**. В центре структура, получившая название паукообразной. Справа от нее пatera **Тротулы**. В левом углу — группа из нескольких вулканов и кратер **Причард** (диаметр 25 км) с центральной горкой. Выше патеры похожий на него кратер **Рут** (диаметр 20 км). Вверху справа южная оконечность гряд **Аушры**.

**Фрагмент 3—24** (долгота 300°, широта 71° с.)

**Тессера Атропос**, расположенная к западу от гор **Акны**. Слева кратер **Обухова** (диаметр 45 км). В центре кратер **Коттон** (диаметр 40 км). Дно и вал кратера выглядят более светлыми, чем окружающая местность. Второй кратер — **Ивка** (диаметр 15 км) виден правее. Выброс, окружающий кратер, по форме напоминает бабочку, что можно объяснить низкой траекторией метеорита, образовавшего кратер.

Кратеры, выглядящие светлыми в радиодиапазоне, наблюдаются и в других районах Венеры, как, например, кратер **Аня** (диаметр 20 км), показанный на врезке. Американские ученые **Юргенс**, **Слейд** и **Саундерс** объясняют это необычно высоким значением коэффициента отражения радиоволн от поверхности Венеры в горных районах: при среднем значении для всей поверхности  $\sim 0,15$  в горах **Максвелла** он превышает 0,5.

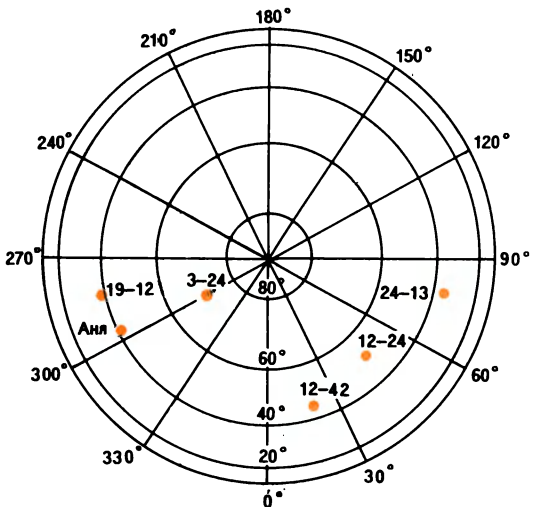


Схема расположения фрагментов карты Венеры (вид с северного полюса планеты). Кружками обозначены центры этих фрагментов, рядом указаны их номера

(Заметим, что значение коэффициента отражения  $\sim 0,15$  имеют скальные породы на силикатной основе, в частности базальты. Чтобы оно достигло величины 0,5, надо допустить, что относительная диэлектрическая проницаемость материала поверхности в горах достигает 35, либо этот материал обладает высокой электропроводностью.) По их мнению, материал с высоким коэффициентом отражения может находиться и на равнинах под слоем вещества с коэффициентом отражения  $\sim 0,15$ , открываясь при образовании кратера в момент удара метеорита. На наш взгляд, причина этого явления состоит в том, что покров кратера имеет очень шероховатую структуру, создающую при наклонном падении волн интенсивное рассеяние в сторону космического аппарата, в то время как более гладкая окружающая местность отражает в основном по направлению зеркальных углов.

**Фрагмент 24—13** (долгота 79°, широта 38° с.)

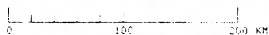
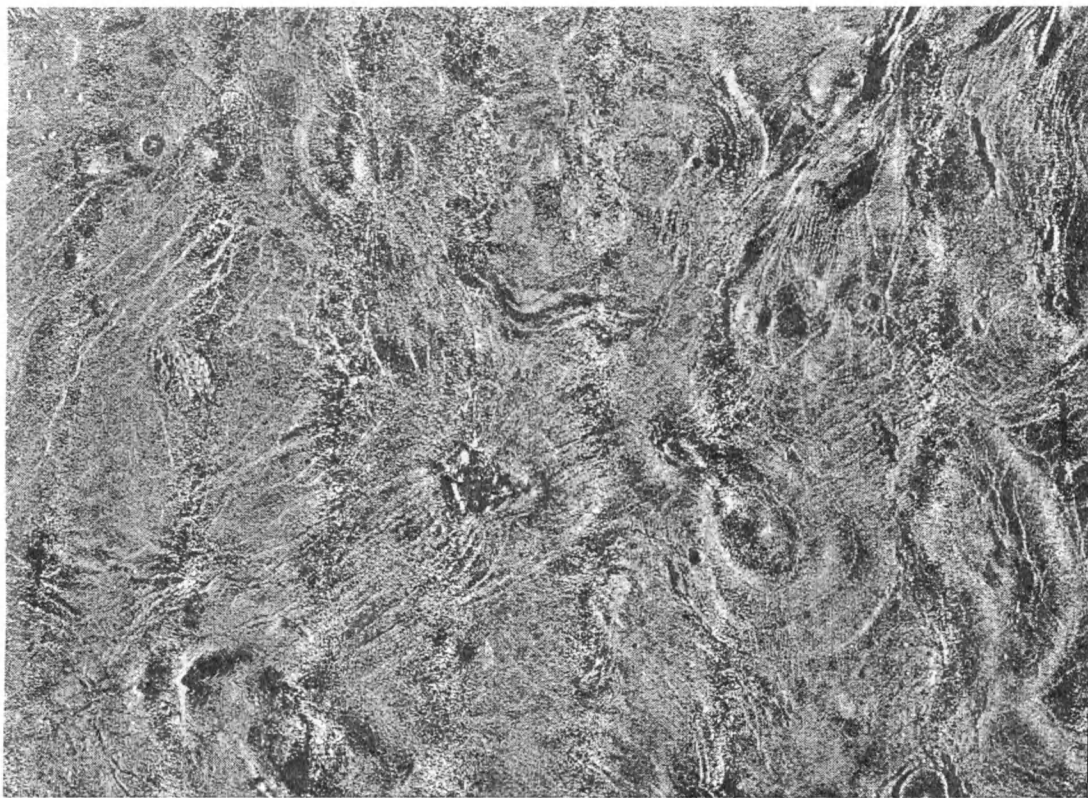
Область **Теллуры** с сильно пересеченным рельефом. Высоты достигают 2,5—3 км. В центре безымянная деталь, выделяющаяся на общем фоне. При известной фантазии в ней можно увидеть черты человеческого профиля.

**Фрагмент 12—24** (долгота 45°, широта 51° с.)

**Тессера Лаймы**. Вверху каньон **Межас-мате**, тянущийся с запада на восток. Ниже на пересеченной местности видны образования, напоминающие следы человека.

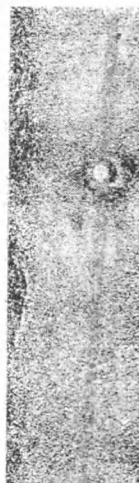
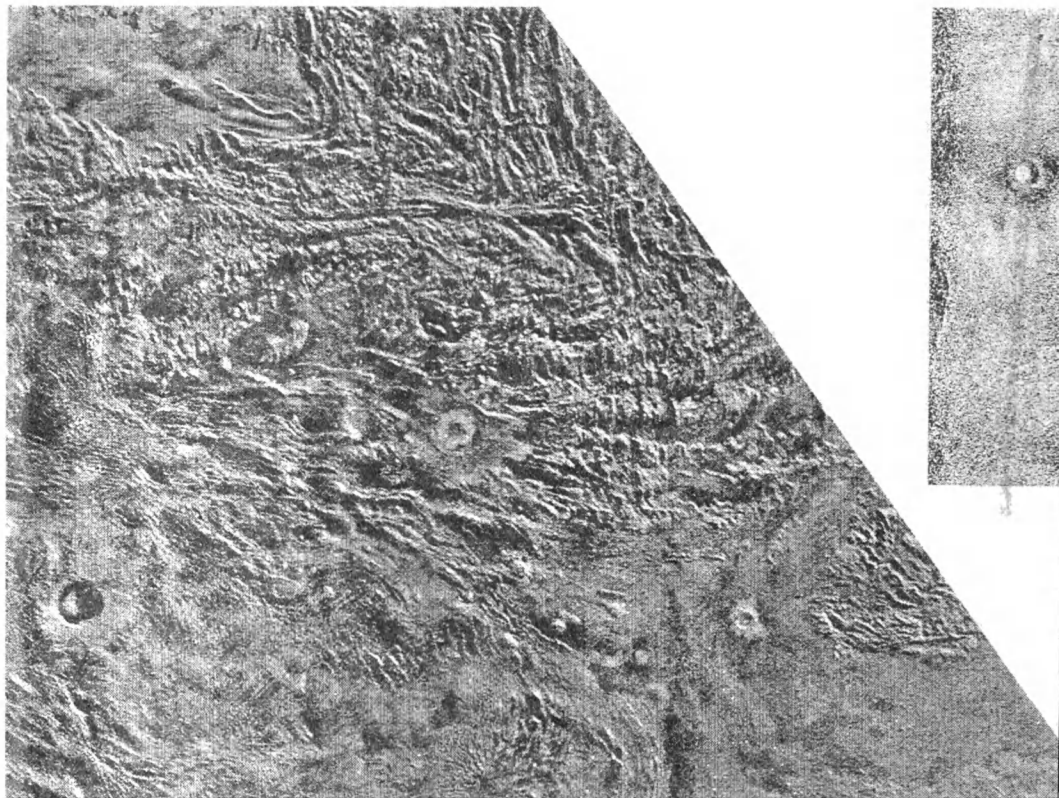
Описание поверхности Венеры дано по книге Г. А. Бурбы «Номенклатура деталей рельефа Венеры» (М.: Наука, 1988).

*Материал подготовили  
О. Н. РЖИГА  
доктор физико-математических наук  
А. И. СИДОРЕНКО  
кандидат технических наук  
(Институт радиотехники и электроники  
АН СССР)*

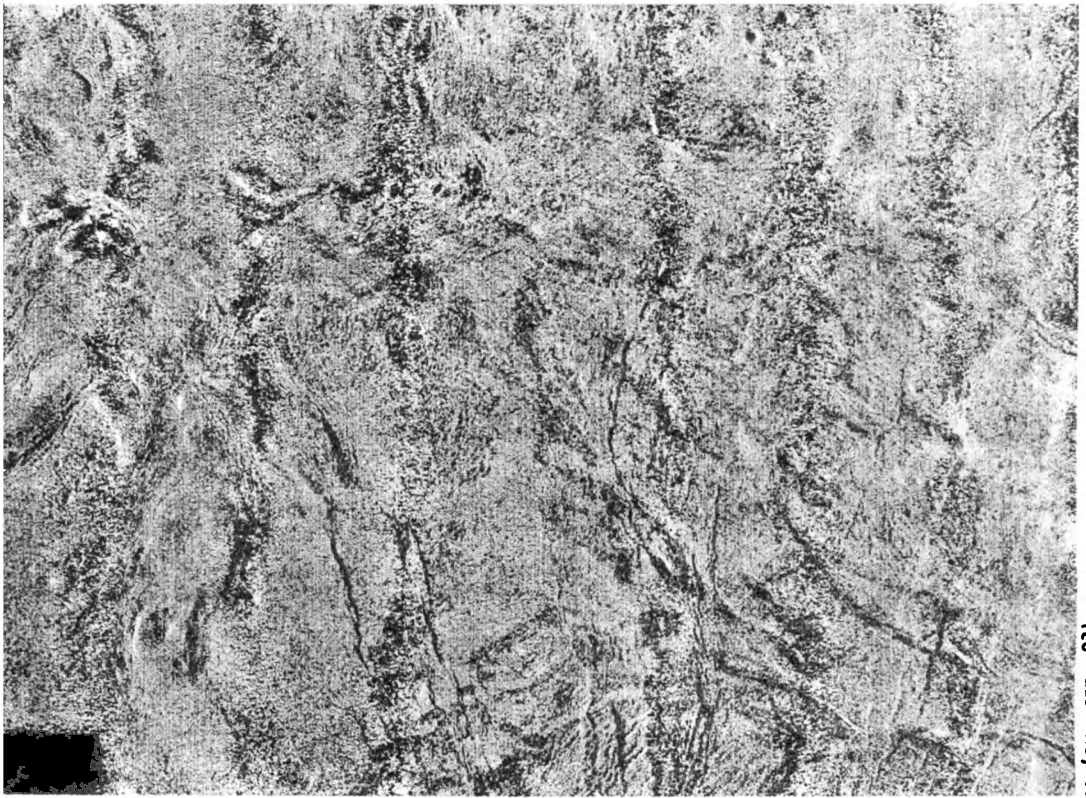


ФОТОПЛАН.

ЛИСТ 12 - 42







ФОТОПЛАН.

ЛИСТ 19 - 12



## «ШАК»: сороковой выпуск



Книгой для учащихся IX—XI классов средней школы называется теперь «Школьный астрономический календарь» («ШАК»), сороковой выпуск которого получили учащиеся благодаря неустанным стараниям издательства «Просвещение» и нового составителя «Календаря» кандидата физико-математических наук М. Ю. Шевченко.

Как известно многим читателям «Земли и Вселенной», у истоков создания «Школьного астрономического календаря» стоял видный специалист по методике преподавания астрономии Виталий Алексеевич Шишаков (1893—1972), после смерти которого эстафету составительской деятельности принял Михаил Михай-

лович Дагаев. Много лет В. А. Шишаков и М. М. Дагаев работали вместе, а период 1974—1987 годов М. М. Дагаев до последних дней своей жизни был единственным составителем «ШАК».

От прежних выпусков данный пока отличается немногим: по-новому оформлена обложка, на первых страницах опубликована статья «Памяти Михаила Михайловича Дагаева (1915—1987)» (автор член-корреспондент АПН СССР Б. А. Воронцов-Вельяминов), несколько расширен раздел «Памятные даты». Однако в целом структура «Календаря» не изменилась. Основные разделы календаря: «Солнце, Луна, время», «Восход и заход Солнца, Луны и планет», «Фазы Луны», «Солнечные и лунные затмения», «Планеты» (общие условия видимости), «Метеорные потоки», «Двойные и кратные звезды», «Звездные скопления», «Галактические туманности и галактики», «Переменные звезды», «Справочник наблюдателя» и некоторые другие. Вероятно, в дальнейшем «ШАК» будет видоизменяться и совершенствоваться. Опыт использования «ШАК» учителями астрономии и учащимися свидетельствует о том, что самый важный раздел «Календаря» — «Справочник наблюдателя». Поэтому именно его желательно сделать наиболее удобным для получения исчерпывающей информации о видимости планет и условиях наблюдений различных астрономических явлений. Это позволит еще более расширить и без того обширную читательскую аудиторию: тираж «Школьного астрономического календаря» на 1989/90 учебный год — 500 000 экз!

Не приходится сомневаться в том, что «Школьный астрономический календарь» — ценное пособие для учащихся, которым «ШАК» помогает приобщиться к регулярным самостоятельным астрономическим наблюдениям. Остается пожелать Михаилу Юрьевичу Шевченко успехов в его новой и очень полезной работе.

Сдано в набор 13.03.90. Подписано к печати 26.04.90. Т-01500 Формат бумаги 70×100 1/16. Офсетная печать. Усл.-печ. л. 7,8 Уч.-изд. л. 10,4. Усл. кр.-отт. 845 тыс. Бум. л. 3,0. Тираж 58 400 экз. Зак. 552. Цена 65 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука»  
117049, Москва, Мароновский пер., д. 26  
Ордена Трудового Красного Знамени Чеховский полиграфический комбинат  
Государственного комитета СССР по печати  
142300, г. Чехов Московской области

The  
Encyclopedia  
of  
**Astrology**

Sandra Shulman



**ВСЕСОЮЗНАЯ ЗАОЧНАЯ  
АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ШКОЛА ИКАР**

I

**Объявляется конкурсный набор учащихся на  
1990/91 учебный год**

**Принимаются все желающие, начиная  
с V класса средней общеобразовательной  
школы. Подробная информация о правилах  
приема и необходимые бланки будут Вам  
высланы по Вашему запросу.**

II

**Консультативный  
пункт**

**ВЕГА**

**при Всесоюзной  
заочной школе**

**ИКАР**

**предлагает любителям астрономии:**

**методические разработки для наблюда-  
телей;**

**фотокопии звездных атласов;**

**высококачественную оптику для астроно-  
мических инструментов;**

**электронный информационный банк дан-  
ных и литературу по астрономии.**

**Обращаться по адресу: 270114, г. Одесса, аб. ящик 140, директору ВЗАШ.**



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУНА“

ЦЕНА 65 КОП.

ИНДЕКС 70336