



---

# Земля и Вселенная

---

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●  
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО  
ПРОСТРАНСТВА ●

**2/87**

# Новый призыв к сотрудничеству в космосе

В 1986 году Советский Союз предложил трехэтапную программу совместных практических действий государств по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях, предусматривающую, в частности, создание всемирной космической организации.

Наша программа — это призыв к сотрудничеству, обращенный ко всем без исключения государствам. В ее основе лежит глубокое убеждение в том, что развитие широкомасштабного международного сотрудничества в мирном освоении космоса является конструктивной альтернативой зловещим планам распространения на космос гонки вооружений. Отличительная особенность нашей программы — ее масштабность, материальная насыщенность, направленность на поэтапное осуществление в конкретные сроки, другими словами, ее реалистичность.

Программа рассчитана на объединение усилий в деле мирного освоения космоса как можно большего числа государств. Причем это объединение должно происходить на справедливой, равноправной основе с учетом современного развития космической техники и перспектив в этой области, а также реальных потребностей участвующих в сотрудничестве государств.

Советский Союз намерен при-

нимать самое активное участие в реализации предлагаемой программы на всех ее этапах. В связи с этим хотелось бы особо выделить заявление Советского Союза о готовности обмениваться своими достижениями в космосе со всеми государствами, производить запуск мирных космических аппаратов других стран и международных организаций советскими ракетами-носителями на взаимоприемлемых условиях.

Советский Союз располагает носителями нескольких типов, и, стало быть, мы можем выводить на орбиту самые разнообразные космические аппараты. По мнению специалистов, наиболее перспективными в этом отношении являются ракеты типа «Протон». Они широко используются в СССР и зарекомендовали себя как весьма надежные и универсальные по своему применению. На счету «Протонов» немало заслуг, например, запуски автоматических межпланетных станций типа «Венера», «Марс» и «Вега», спутников связи серии «Экран», «Радуга» и «Горизонт», а также новой советской орбитальной пилотируемой станции «Мир».

Мы можем использовать для запусков и ракеты других типов, в частности трехступенчатую «Союз» и небольшую одноступенчатую ракету «Вертикаль», оснащенную возвращаемым контей-

нером для аппаратуры. Эти носители также хорошо себя зарекомендовали в практике нашей космической деятельности.

Речь может также идти об установке иностранных приборов на советских спутниках и космических станциях. Широкие возможности в этой области открывает космическая станция «Мир». Новая советская станция снабжена, как известно, шестью стыковочными узлами. Это значит, что в недалеком будущем к ней можно будет подстыковывать до пяти орбитальных модулей, каждый массой до 21 тонны. Они станут своего рода специализированными научными лабораториями или производственными цехами на орбите.

Мы за сотрудничество открытое и доступное для всех, без всякой дискриминации и приносящее осязаемую пользу народам. Мы за то, чтобы это сотрудничество прокладывало человечеству путь в мирное третье тысячелетие и чтобы веками на этом пути были крупные совместные проекты мирного использования космоса, выдающиеся открытия, достигнутые благодаря объединенным усилиям всех государств.

Из ответов Председателя  
Совета Министров СССР  
Н. И. Рыжкова на вопросы  
корреспондента ТАСС  
(«Правда», 6 января  
1987 года)

Научно-популярный  
журнал  
Академии наук СССР  
Основан в 1965 году  
Выходит 6 раз в год  
Издательство «Наука»  
Москва

# Земля и Вселенная

• МАРТ • АПРЕЛЬ •

2/87

## В номере:

- |  |    |   |    |
|--|----|---|----|
| Добровольский О. В., Иоффе З. М.— О природе кометы Галлея . . .  | 4  | Спасский Н. Н.— Создать кружки по изучению геодезии и картографии . .       | 57 |
| Генштафт Ю. С.— Состав верхней мантии Земли . . . . .  | 10 | <b>АСТРОНОМИЯ И КОСМОНАВТИКА XXI ВЕКА</b>                                   |    |
| Чурюмов К. И.— Как открыли новую комету . . . . .  | 17 | Шевченко В. В.— Быть ли Луне обитаемой? . . . . .                           | 60 |
| Грин А. М.— «Космические» возможности географии . . . . .  | 19 |   |    |
| Вересов В. П., Глазков Ю. Н.— Навигация и геофизические поля . . .                                     | 26 | <b>ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ</b>  |    |
| <b>ЛЮДИ НАУКИ</b>  |    | Мартыненко В. В., Левина А. С.— Метеорный поток $\eta$ -Акварид в 1986 году | 69 |
| Памяти Евгения Павловича Федорова . .  | 30 | <b>ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ</b>  |    |
| <b>МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПРОГРАММЫ</b>   |    | Бернацкая М. С.— Юбилей Мемориального дома-музея . . . . .                  | 74 |
| Григорьев А. И.— Космическая биология и медицина . . . . .   | 34 | Прищепа В. И.— Национальный музей авиации и космонавтики США . . . . .      | 78 |
| <b>ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ</b>  |    | <b>КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ</b>   |    |
| Шумилова Е. А., Шумилов А. В.— Южный полюс, начало века . . . . .                                      | 40 | Левитан Е. П.— Космическая грань научного мировоззрения . . . . .           | 88 |
| Бронштэн В. А.— Клавдий Птолемей — выдающийся астроном древности или... фальсификатор науки? . . . . . | 47 | Рудницкий Г. М.— Новый взгляд на межзвездную среду . . . . .                | 93 |
| <b>АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ</b>   |    |   |    |
| Калининков Н. Д.— Обсерватория Николаевского пединститута . . . . .                                    | 53 |   |    |

## НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

12 апреля — День космонавтики [2]; Новый старт к «Миру» [3]; Модель рентгеновской новой [33]; Загадочность иамерунской трагедии [46]; Медаль, посвященная Николаю Копернику [56]; Где рождаются пульсары? [59]; Предвестники смерчей? [73]; Феномен аэрозольных облаков [77]; Рождение нового острова [77]; Лунное затмение 17 октября 1986 года [86]; Земная кора поднимается [87]; Новые книги издательства «Наука» [91, 92]; Солнце в октябре — ноябре 1986 года [95]; Указатель литературных произведений, опубликованных в журнале «Земля и Вселенная» [96].



Академик Сергей Павлович Королев, первый космонавт нашей планеты Юрий Алексеевич Гагарин... Сегодня этих людей знают все. Их имена неотделимы от истории космонавтики. Их имена мы вновь и вновь вспоминаем 12 апреля.

Минуло 25 лет со дня (9 апреля 1962 года) выхода Указа Президиума Верховного Совета СССР об объявлении 12 апреля Днем космонавтики. В этом году отмечается 26 годовщина полета Ю. А. Гагарина, а в середине января происходили XI Научные чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С. П. Королева и других советских ученых — пионеров освоения космического пространства. Чтения открылись торжественным заседанием, посвященным 80-летию со дня рождения С. П. Королева.

12 января представители трудящихся Москвы и участники Чтений собрались в

Колонном зале Дома союзов. В президиуме — член Политбюро ЦК КПСС, Председатель Совета Министров РСФСР В. И. Воротников, член Политбюро ЦК КПСС, секретарь ЦК КПСС Л. Н. Зайков, заместитель Председателя Совета Министров СССР Ю. Д. Маслюков, руководители ряда министерств и ведомств, видные ученые, представители партийных, советских и общественных организаций, летчики-космонавты. О жизненном пути С. П. Королева рассказал в своем докладе председатель Совета «Интеркосмос», вице-президент АН СССР академик В. А. Котельников. Воспоминаниями о С. П. Королеве поделились Космонавт-2, Герой Советского Союза, генерал-лейтенант авиации Г. С. Титов и заслуженный деятель науки и техники РСФСР П. В. Цыбин.

13—15 января проводились секционные заседания Чтений (они в основном проходили

в МГУ имени М. В. Ломоносова). Работали секции «Исследование научного творчества пионеров освоения космического пространства», «Прикладная небесная механика и управление движением», «История авиационной и ракетно-космической техники», «Теория и конструкция двигателей летательных аппаратов» и другие. 16 января в Большом зале Дома ученых АН СССР под председательством академика Б. В. Раушенбаха состоялось заключительное пленарное заседание Чтений. По общему мнению организаторов и участников, Чтения прошли очень успешно. Они стали первыми в ряду отечественных и международных мероприятий 1987 года, посвященных 30-летию космической эры и людям, открывшим землянам путь в космос.

# Новый старт к «Миру»

В соответствии с программой исследования космического пространства 6 февраля 1987 года в 0 часов 38 минут московского времени в Советском Союзе осуществлен запуск космического корабля «Союз ТМ-2», пилотируемого экипажем в составе командира корабля дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта СССР полковника **Романенко Юрия Викторовича** и бортинженера **Лавейкина Александра Ивановича**.

Дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР **Романенко Юрий Викторович** родился 1 августа 1944 года в поселке Колтубановский Бузулукского района Оренбургской области.

После окончания в 1966 году Черниговского высшего военного авиационного училища летчиков имени Ленинского комсомола он служил летчиком-инструктором в Военно-Воздушных Силах.

Ю. В. Романенко — член Коммунистической партии Советского Союза с 1965 года. В отряд космонавтов Юрий Викторович был зачислен в 1970 году.

Ю. В. Романенко совершил два космических полета: первый в 1977—1978 годах на корабле «Союз-26» и орбитальной станции «Салют-6», второй в сентябре 1980 года на корабле «Союз-38» в качестве командира международного советско-кубинского экипажа, проводившего исследования и эксперименты на станции «Салют-6».

В 1981 году Юрий Викторович без отрыва от основной работы закончил Военно-воздушную академию имени Ю. А. Гагарина.

**Александр Иванович Лавейкин** родился 21 апреля 1951 года в Москве.

После окончания в 1974 году Московского высшего технического училища имени Н. Э. Баумана работал в конструкторском бюро, где принимал участие в создании и испытаниях новых образцов космической техники. Зарекомендовал себя технически грамотным и инициативным специалистом.

А. И. Лавейкин — член Коммунистической партии Советского Союза с 1980 года. В отряд

космонавтов Александр Иванович был зачислен в 1978 году. Он прошел полный курс подготовки к космическому полету на корабле «Союз ТМ» и орбитальной станции «Мир».

Программой полета предусматривается стыковка корабля «Союз ТМ-2» с орбитальным комплексом «Мир» — «Прогресс-27» и проведение экипажем на его борту запланированных научно-технических исследований и экспериментов. Грузовой корабль «Прогресс-27» был пристыкован к станции «Мир» 18 января 1987 года. В ходе полета будут продолжены также испытания и отработка усовершенствованного транспортного корабля серии «Союз ТМ» в пилотируемом режиме.

8 февраля 1987 года в 2 часа 28 минут московского времени осуществлена стыковка космического корабля «Союз ТМ-2» с орбитальным комплексом «Мир» — «Прогресс-27». После проверки герметичности стыковочного узла космонавты перешли в помещение станции.

Орбитальная научная станция «Мир» функционирует в околоземном космическом пространстве с 20 февраля 1986 года. Экипажем первой экспедиции — Л. Д. Кизимом и В. А. Соловьевым — в марте — июле 1986 года были проведены всесторонние испытания элементов конструкции, отладка и настройка аппаратуры, дооснащение станции приборами и оборудованием.

На новом этапе эксплуатации станции «Мир» предусматривается создание постоянно действующего орбитального пилотируемого комплекса со специализированными модулями научного и народнохозяйственного назначения. На борту комплекса новому экипажу предстоит выполнить обширную программу астрофизических, геофизических, технологических, технических и медико-биологических исследований и экспериментов.

(По материалам ТАСС)  
Продолжение следует



## О природе кометы Галлея

**К появлению кометы Галлея в 1985—1986 годах ученые подготовились основательно. Помимо традиционных наземных методов комету исследовали и с помощью космических аппаратов: двух советских станций—«Вега-1» и «Вега-2»; двух японских—«Суйсей» («Комета», сначала этот аппарат назывался «Планета-А») и «Сакигаке» («Пионер») и одной западноевропейской—«Джотто». Получены первые результаты. Что нового узнали ученые о комете Галлея!**

### СТАРЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРИРОДЕ ЯДРА

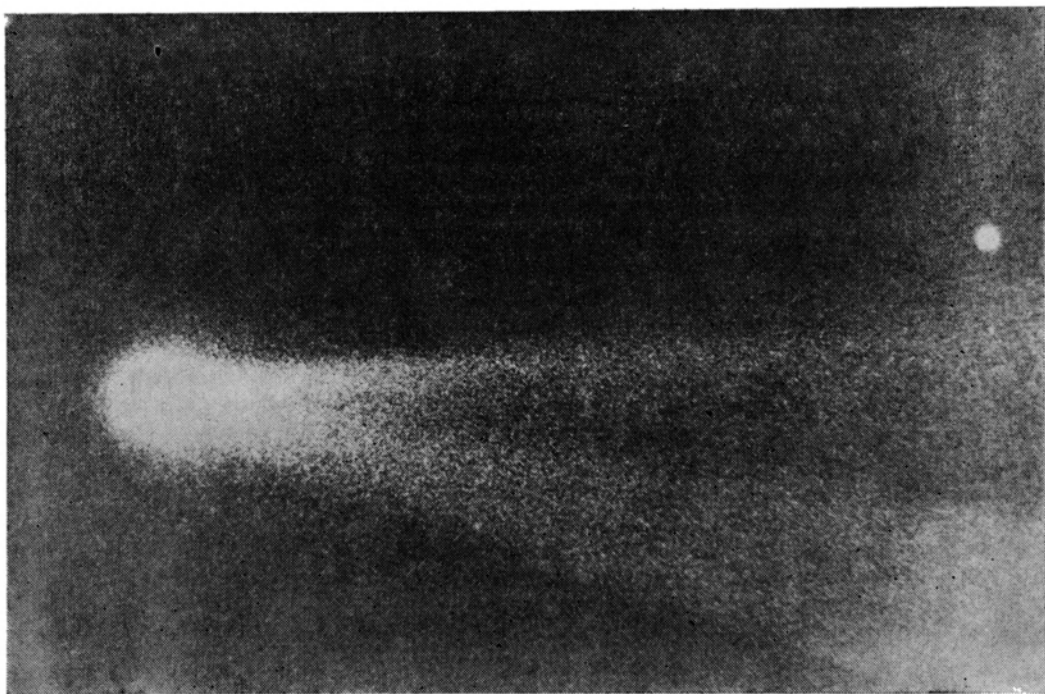
Еще Лаплас (1749—1827) доказал, что ядро кометы должно состоять из летучих веществ, выделяющихся в пространство, когда комета приближается к Солнцу. Немецкий астроном и математик Ф. Бессель (1784—1846), наблюдая на своей обсерватории в Кенигсберге движение конуса излияний кометы Галлея в 1835 году, определил, что период вращения кометы равен 100 часам, при этом Бессель предполагал: ось вращения ядра перпендикулярна к плоскости кометной орбиты. Надо заметить, что в наше время определенные подобным же методом периоды вращения оказались от 10 часов (Ф. Уипл) до 52 часов (П. Ларсон и Т. Секанина, США), причем последнее значение хорошо согласуется с тем, что впоследствии дали космические исследования.

Еще в середине текущего столетия С. К. Всехсвятский и Ф. Уипл высказывали важные предположения о природе летучих компонентов ядра кометы. По их мнению, это могут быть льды воды  $H_2O$ , углекислоты  $CO_2$ , аммиака  $NH_3$ , метана  $CH_4$ , дициана  $(CN)_2$  и дру-

гих соединений. Гипотеза Уипла о ядре как конгломерате льдов и тугоплавких частиц получила всеобщее признание. Допускалось, что ядро может состоять из одной или нескольких глыб, слабо взаимосвязанных или даже вообще не контактирующих. При этом «царапающие» сближения ядра-спутника с основной массой Уипл рассматривал как один из механизмов возникновения вспышек комет. Крайняя точка зрения состояла в принятии модели «ядра-роя», связанного одними лишь силами тяготения. Однако такая модель оказалась гравитационно неустойчивой и неспособной объяснить длительное существование кометы. Позже оказалось, что применительно к комете Галлея «проходит» идея монолитного ядра, от которого могут откалываться обломки. К этому выводу ученые пришли, наблюдая появление кометы в 1909—1910 годах, когда она имела много центров активности, а после прохождения перигелия ядро разделилось на две неравные части.

Ставшая практически основной модель монолитного ядра развивалась учеными в двух вариантах. В первом—ядро считалось почти однородным, все примеси уносятся сублимирующими газами и на поверхности сохраняются свободные льды. Во втором—ядро более богато тугоплавкими примесями, сублимирующая поверхность постепенно зарастает пылевой матрицей. Возможность такого зарастания доказана лабораторными экспериментами и изучена теоретически. Различать эти два варианта можно и по наблюдательным данным: вековое падение блеска комет уменьшается с ростом перигелийного расстояния в первом случае и растет—во втором. Такой анализ уже проведен и дал прямое подтверждение, что ядро кометы Галлея зарастает минеральной коркой.

Форма ядра в теоретических расчетах часто принималась сферической, хотя было ясно: это грубое приближение. Наблюдать



Комета Галлея 7 марта 1986 года.  
Снимок получен С. И. Герасименно  
на 40-сантиметровом астрографе Цейса  
(Гиссарская обсерватория)

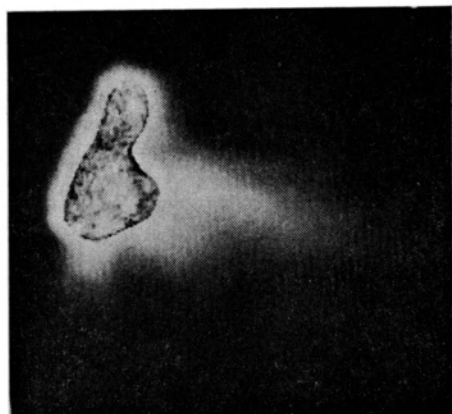
форму ядра можно лишь при тесных сближениях кометы с Землей. Косвенным указанием на неправильную форму ядер комет могло служить то обстоятельство, что сферическую форму имеют только сравнительно крупные спутники планет и астероиды, тогда как малые спутники (например, Фобос) и мелкие астероиды — все неправильной формы.

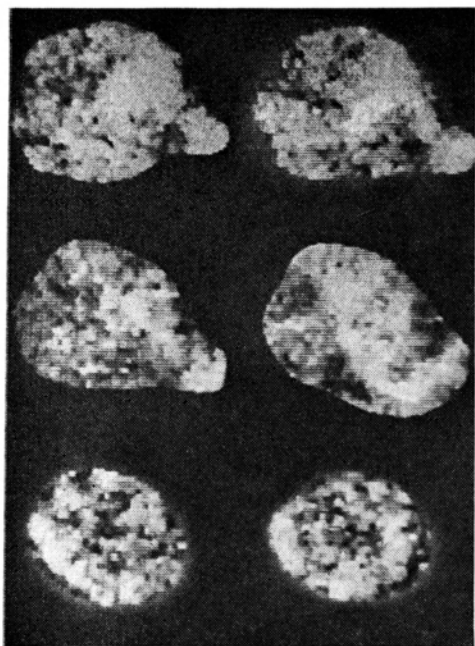
#### ЧТО ИЗВЕСТНО О ЯДРЕ СЕЙЧАС

Только результаты исследований, полученных с помощью космических станций, внесли ясность в морфологические и кинематические особенности ядра кометы Галлея. Ядро оказалось монолитным; полностью подтвердилось его покрытие тугоплавкой коркой; геометри-

ческое альbedo поверхности — приблизительно равно 0,04 (+0,02—0,01); ядро неправильной формы, продолговатое, его размеры  $14 \times 7,5 \times 7,5$  км. Период вращения равен  $53 \pm 3$  часа. Ось вращения находится в пределах  $\sim 15^\circ$  от оси наибольшего момента инерции ядра, которая приблизительно перпендикулярна плоскости орбиты (что дает направление, примерно совпадающее с принятым Бесселем). Все это справедливо в случае прямого

Изображение ядра и онолядерной области  
кометы Галлея. Снимок получен 9 марта  
1986 года с борта КА «Вега-2»  
(расстояние 8 тыс. км)





Изображения ядра кометы Галлея, полученные 6 марта 1986 года с борта КА «Вега-1». Снимки сделаны с расстояний: 12570, 9940, 9220, 10700, 8940 и 9700 км

ля скорее всего соответствует астероидам типа углистых хондритов, хотя для окончательного суждения надо знать еще показатель цвета ядра.

### ПЫЛЬ В АТМОСФЕРЕ КОМЕТЫ

Один из важнейших продуктов распада ядра — пылевые частицы. Именно они образуют излияния и оболочки в голове кометы, пылевые хвосты, метеорные потоки. Механическая теория движения пылевых частиц была заложена еще Ф. Бесселем и развита нашим соотечественником академиком Ф. А. Брехиным. На ее основе появилось несколько усовершенствованных теорий видимых очертаний пылевых форм, в том числе новейшая теория образования расширяющихся оболочек из отдельных квазистационарных излияний. Обнаружено, что ускорение пылевых частиц пропорционально квадрату их начальной скорости, приобретаемой при выходе из околоядерной области. Для достаточно больших частиц их ускорение и квадрат начальной скорости обратно пропорциональны размерам частиц. Наконец, из наземных наблюдений известно и распределение частиц по размерам, а также состав тугоплавких частиц. Спектры частиц содержат многочисленные линии металлов — Fe, Ni, Co, V, Mn, Cu, а также Ca и Ca<sup>+</sup>. Некоторые сложности возникли, когда попытались объяснить природу ледяной пыли. В последние десятилетия уверенность в ее существовании стала всеобщей; разрабатывался механизм выделения ледяной пыли, регистрировалось образование ее в лабораторных условиях, детально рассчитывалось время жизни в условиях комет. Однако все имевшиеся наблюдательные подтверждения оказывались недостаточно достоверными.

Только исследования из космоса позволили установить, что до 80% пылевых частиц богаты легкими элементами H, C, N, O и, возможно, состоят из подвергшихся облучению льдов без минеральных добавок или с ними; остальные — минеральные частицы, по составу

вращения ядра, когда орбитальное движение и вращение ядра происходят в одном направлении. Определена и зависимость блеска ядра от фазового угла (угол «Солнце — объект — наблюдатель»), оказавшаяся близкой к такой же зависимости для Луны.

Важная характеристика — температурный режим ядра. С Земли его можно определить только численным моделированием. Получаемые результаты варьируют в пределах 400—180 К (для поверхности ядра, которое находится на расстоянии в 1 а. е. от Солнца). Температура поверхности ядра кометы, полученная с помощью космических станций «Вега-1» и «Вега-2», равна 300—400 К, что вполне согласуется с наличием темного тугоплавкого поверхностного слоя. Радиолокационный способ определения глубинного хода температуры ядра пока не был реализован, подобно большому числу других экспериментов, намного превосходящих возможности космических станций. Хотелось бы, чтобы этот способ был осуществлен в одном из последующих полетов.

Предварительные оценки плотности ядра δ весьма неопределенны, но все они сходятся на том, что  $\delta < 1 \text{ г/см}^3$ .

Минералогический тип ядра кометы Гал-



ву соответствуют хондритам типа C1<sup>1</sup>. Это приводит на мысль о слоистом строении поверхности ядра и о квазисовременном разрушении разных слоев. Но по этим сведениям, дающим атомный состав пылевых частиц, еще невозможно установить их точный молекулярный состав, так как могут существовать различные соединения атомов в молекулы. Исследование распределения частиц в пространстве по размерам и массам показало, что оно зависит от расстояния до ядра: большие частицы обладают меньшими скоростями. Распределение частиц по размерам, экстраполированное до поверхности ядра кометы, показывает гранулометрический состав верхнего слоя ядра, оно оказалось близким к предсказанному нами. Подтвердилась также и анизотропия истечения из ядра. Как и предполагалось, излияния были обильны (особенно зафиксированные станцией «Вега-1») и исходили из активных областей на освещенной стороне ядра (Земля и Вселенная, 1986, № 5, с. 5.—Ред.).

#### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОМЕТНОЙ АТМОСФЕРЫ

Значительных успехов достигла наземная и околоземная спектроскопия комет. К настоящему времени ее методами в атмосферах комет обнаружены атомы H, O, C, S, Na, K, Ca, V, Mn, Fe, Co, Ni, Cu; двухатомные молекулы C<sub>2</sub>, <sup>12</sup>C<sup>13</sup>C, CH, CN, CO, CS, NH, OH, S<sub>2</sub>; трехатомные молекулы H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>, NH<sub>2</sub>, HCN, HCO, H<sub>2</sub>O; многоатомные молекулы: NH<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>CN, ионы C<sup>+</sup>, Ca<sup>+</sup>, CO<sup>+</sup>, CH<sup>+</sup>, CO<sub>2</sub><sup>+</sup>, N<sub>2</sub><sup>+</sup>, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup>, H<sub>2</sub>S<sup>+</sup>, OH<sup>+</sup>; заподозрены формальдегид H<sub>2</sub>CO, цианополлины HC<sub>n</sub>CN, углекислота CO<sub>2</sub> и др. Особенно детально 22 декабря 1985 года был исследован у кометы Галлея основной компонент кометных газов — молекула H<sub>2</sub>O. В области длин волн 2,63—2,67 мкм, где спектр H<sub>2</sub>O имеет сравнительно простой вид, отождествлены четыре яркие линии колебательного спектра воды, доплеровски смещенные относительно линий H<sub>2</sub>O, присутствующих в земной атмосфере. В более далекой инфра-

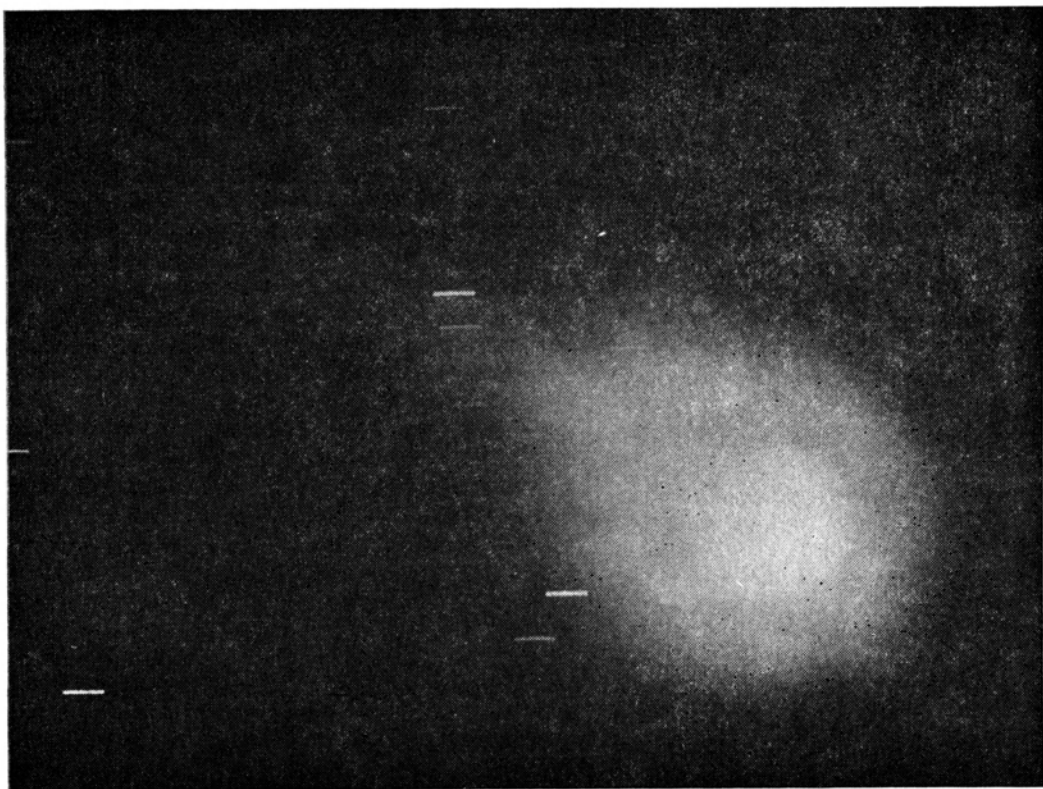
красной области обнаружено несколько широких максимумов около 3,4 мкм, 10 мкм, 18—20 мкм. Максимумы около 10 и 20 мкм обычно приписывают силикатам.

Масс-спектральные измерения молекулярно-ионного состава, проведенные непосредственно в атмосфере кометы, позволили установить, что основные компоненты газов действительно — H<sub>2</sub>O и другие легкие составляющие. На расстоянии ~150 тыс. км от ядра обнаружили H<sub>2</sub>O, гидроксил OH и атомарный кислород O. H<sub>2</sub>O оставалось главной газовой составляющей в течение всего времени сближения аппаратов с ядром кометы. Верхний предел содержания углекислоты, аммиака и метана относительно H<sub>2</sub>O составлял соответственно 3,5; 10 и 7%. Содержание H<sub>2</sub>O относительно общего выхода газа ~80%. Первые ионы O<sup>+</sup> были зарегистрированы на расстоянии ~550 тыс. км от ядра, ионы углерода C<sup>+</sup> и гидроксила OH<sup>+</sup> — соответственно на 400 и 350 тыс. км. Наряду с известными были открыты новые кометные ионы H<sup>+</sup>, H<sub>2</sub><sup>+</sup>, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, C<sub>2</sub><sup>+</sup>, <sup>32</sup>S<sup>+</sup>, <sup>34</sup>S<sup>+</sup>, <sup>56</sup>Fe<sup>+</sup>, что значительно обогатило представления об ионном составе. Предполагается также присутствие кометных ионов: CH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NH<sub>2</sub><sup>+</sup>, <sup>13</sup>C<sup>+</sup>, H<sub>3</sub><sup>+</sup>. Обнаружено множество других ионных масс-спектральных пиков (в том числе тяжелых ионов), еще ждущих расшифровки<sup>2</sup>. Инфракрасные спектры, полученные станцией «Вега-1», кроме хорошо изученного водяного пика около 2,7 мкм и силикатной полосы 9—11 мкм подтвердили пик около 3,4 мкм. Была выявлена полоса поглощения водяного льда в районе 3 мкм, обнаружена эмиссия CO<sub>2</sub> около 4,25 мкм и полоса с максимумом 7,5 мкм.

Скорость возникновения пыли, газа и ионов определялась наземными методами — фотометрированием спектров кометы или снимков кометы, снятых через светофильтры. Данные, полученные с космических станций, не только подтвердили порядок этих величин, но и уточнили и дополнили их. Общее количество газа, выделяемого ядром и измеренное станциями «Вега-1» и «Вега-2», оказалось равным 1,3·10<sup>30</sup> мол/с, что в расчете на водяной газ составляет 40 т/с; второй по обилию

<sup>1</sup> Хондриты типа C1 — это каменные метеориты, отличающиеся наличием мелких (до 1—2 мм) силикатных шариков (хондр) и большим содержанием летучих элементов, в том числе C, S и воды; количество летучих соединений убывает от типа C1 к типам CV, CO.

<sup>2</sup> В последнее время среди них отождествлены углеводородные ионы вида CH<sub>n</sub><sup>+</sup>, C<sub>2</sub>H<sub>n</sub><sup>+</sup>, C<sub>3</sub>H<sub>n</sub><sup>+</sup>; содержащие серу CS<sup>+</sup>, H<sub>2</sub>S<sup>+</sup>, SO<sup>+</sup>; а также HCO<sup>+</sup>, HCO<sub>2</sub><sup>+</sup>, HCN<sup>+</sup> и др.



Голова кометы Галлея 19 марта 1986 года. В средней части головы видна внутренняя оболочка. Снимок получен Г. П. Черновой и К. В. Тарасовым на 1-метровом телескопе (гора Санглон)

молекулой скорее всего является  $\text{CO}_2$ . Поток частиц с массами в пределах от  $10^{-16}$  до  $10^{-6}$  г по данным станции «Вега-1» составил  $10^7$  г/с, но уже во время прохождения «Веги-2» поток уменьшился вдвое.

Определить с поверхности Земли отношение «пыль/газ» чрезвычайно трудно, поэтому данные космических станций особенно ценны. Отношения эти принимают значения от 0,1 до 0,25.

Среди ионов, формирующих ионизационные хвосты комет, чаще всего встречаются  $\text{CO}^+$ ,  $\text{CO}_2^+$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+$ . Из более редких ионов аномально обильными оказались ионы углерода  $\text{C}^+$ , что свидетельствует о каких-то дополнительных источниках этих ионов. Скорее всего они выделяются прямо с поверхности

ядра или из пылевых частиц (а не только образуются путем ионизации нейтральных частиц газа).

#### ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОМЕТЫ С СОЛНЕЧНЫМ ВЕТРОМ

Важный цикл процессов в кометах обусловлен взаимодействием их ионизированной компоненты с солнечной плазмой — солнечным ветром. Солнечный ветер — среда чрезвычайно разреженная. Он состоит из протонов и почти равного количества электронов (должна соблюдаться, как говорят физики, квазинейтральность), причем плотность частиц в окрестностях Земли составляет всего 5—10 протонов на  $1 \text{ см}^3$ . Скорость солнечного ветра зависит от гелиоцентрического расстояния, и если оно равно 1 а. е. (150 млн. км), то скорость спокойного ветра составляет 300—500 км/с.

При такой большой скорости и малой плотности столкновения кометных ионов с прото-

нами солнечного ветра чрезвычайно редки, и эти частицы совершенно «не замечали» бы друг друга, если бы не магнитное поле, переносимое солнечным ветром.

Почти 30 лет назад шведский астрофизик лауреат Нобелевской премии Х. Альфвен выдвинул гипотезу, согласно которой магнитное поле играет важную роль в динамике ионизованной компоненты кометных атмосфер, и, как было показано позднее в теоретических работах, эта роль весьма многоплановая.

Магнитное поле солнечного ветра невелико. В спокойных условиях его величина 5—7 нанотесл (нТ) — примерно в тысячу раз меньше магнитного поля у поверхности Земли. Но даже такое слабое поле способно существенным образом влиять на процессы в межпланетной среде. Самое интересное состоит в том, что разреженная среда в присутствии поля приобретает свойства сплошной среды. Солнечный ветер можно рассматривать как своего рода жидкость или газ, в котором могут распространяться различные волновые возмущения, в том числе и ударные волны. Всем известно о существовании ударной волны впереди какого-нибудь тела (например, самолета), движущегося со сверхзвуковой скоростью в атмосфере Земли. Эту ударную волну называют иногда **головной**. Благодаря межпланетному магнитному полю, сообщаемому «сплошности» потоку протонов, в солнечном ветре впереди больших планет образуется головная ударная волна.

Хотя плотность ионов в кометах значительно превосходит плотность солнечного ветра (приблизительно  $10^4$  частиц/см<sup>3</sup> в голове и  $10^2$  частиц/см<sup>3</sup> в хвосте), без магнитного поля они тоже не образуют сплошной среды — свойства «сплошности» им придает магнитное поле. Взаимодействие частиц, которое осуществляется через магнитное поле, носит название бесстолкновительного. Перед кометой, также как перед магнитосферой Земли, образуется головная **ударная волна** бесстолкновительного типа. Однако, как показали результаты исследований с космических станций, она гораздо слабее земной. Это объясняется так называемым эффектом «нагружения» солнечного ветра. Объяснить эффект «нагружения» ветра можно следующим образом.

Нейтральная молекула (например, СО или Н<sub>2</sub>О), из которой впоследствии под действием солнечного света образуется кометный ион,

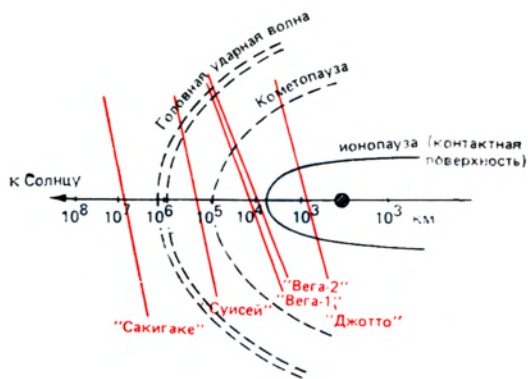


Схема поверхностей раздела плазмы в голове кометы Галлея. По горизонтали даны расстояния от ядра кометы в километрах (масштаб логарифмический). Прямые линии — траектории космических аппаратов

некоторое время существует именно в виде нейтральной молекулы. Все силы, действующие на такую молекулу весьма слабы, и она движется свободно, не замечая ни магнитного поля, ни заряженных частиц. После ионизации возникший молекулярный ион сразу оказывается в плену электромагнитных сил. Солнечный ветер его захватывает, но при этом неизбежно тормозится сам. Такой заторможенный или «нагруженный» солнечный ветер должен образовывать более слабую ударную волну. Космические исследования подтвердили эти расчеты. На расстоянии приблизительно 1 млн. км от ядра все аппараты зарегистрировали широкую область ударной волны, где наблюдались флуктуации магнитного поля и характеристик плазмы.

После прохождения ударной волны заторможенный («нагруженный») солнечный ветер обтекает ионизованную атмосферу (ионосферу) кометы. Советские космические аппараты обнаружили границу раздела между ионосферой кометы и солнечным ветром, названную **кометоплазой**. Она расположена на расстоянии 100 тыс. км от ядра.

Существенно ближе к ядру находится вторая поверхность раздела — **ионоплаза**. Космический аппарат «Джотто», глубже других проникший в атмосферу кометы, обнаружил ионоплазу на расстоянии примерно 4700 км от ядра. Ионоплаза ограничивает область, куда не проникает магнитное поле солнечного вет-



## Состав верхней мантии Земли

**Прямое изучение изверженного субстрата — естественного вещества мантии, лабораторные исследования горных пород, при которых имитируются условия в земных недрах, а также теоретические разработки — все это привело к созданию нескольких моделей вещественного состава верхней мантии Земли.**

### КАК УЗНАТЬ СОСТАВ?

В учебнике по геологии и минералогии, вышедшем в нашей стране в 20-е годы под редакцией академика Ф. Ю. Левинсон-Лессинга, можно прочесть: «...мы должны допустить, что центральная часть земного шара, находящаяся на глубине 300—400 километров от земной поверхности, должна быть газообраз-

ра. Эта область характеризуется низкой температурой ионов, которая практически внезапно уменьшается с 10 тыс. до 1300 К.

Таким образом, в окрестности кометы обнаружено 3 границы раздела: ударная волна, кометопауза и ионопауза.

Чрезвычайно интересной оказалась структура магнитного поля кометы. Все космические аппараты обнаружили область усиленного поля — магнитный барьер, существование которого было предсказано Х. Альфвеном еще 30 лет назад. Как и ожидалось, величина поля в барьере такова, что он представляет своего рода стенку для солнечного ветра, то есть магнитное давление барьера приблизительно равно динамическому давлению ветра. Линии поля изгибаются в форме подковы, охватывая голову кометы, и уходят в хвост I типа, образуя две его доли с противоположным направлением полярности. Ось симметрии «подковы» лежит на линии «комета — Солнце», и изгиб, таким образом, совпадает с подсолнечной точкой ионосферы. Первые признаки барьера обнаружены космическим аппаратом «Джотто» на расстоянии 130 тыс. км от ядра. Магнитное поле здесь внезапно возрастает до величины 30 нТ. Затем его значение постепенно удваивается, но не монотонно, обнаруживая глубокие минимумы. Максимальное значение поля, по данным «Джотто», 57 нТ — на входящей траектории

станции и 65 нТ — на исходящей. Магнитометр «Веги-1» зарегистрировал рост магнитного поля от 8 нТ (солнечный ветер) до 75 нТ, а «Веги-2» — до 80 нТ. Неожиданным оказалось обнаруженное космическими аппаратами изменение направления магнитного поля в области, окружающей точку максимального сближения аппаратов с кометой. Вектор поля как бы вращается вокруг траектории космического аппарата.

Таким образом, многое в природе кометы Галлея стало более ясным. Однако многое еще нужно узнать: причины, порождающие внезапные изменения в кометах, например внутреннее строение и механизм деления ядер; причины вспышек блеска; особенности отрыва хвостов комет; что вызывает причудливые изгибы хвостов некоторых комет и так далее. Поэтому сейчас планируются новые полеты к кометам для более длительного сопровождения вдоль всей или значительной части их орбиты. В Кентерберри (Англия) уже состоялось в июле 1986 года первое рабочее совещание по доставке на Землю образцов кометных ядер. Новейшие кометные конференции в Гейдельберге (ФРГ) в октябре 1986 года и в Брюсселе (Бельгия) в апреле 1987 года также должны стимулировать проекты новых увлекательных космических полетов к другим кометам.



ной». А вот цитата еще из одного научного издания начала века, книги немецкого профессора М. Неймайера: «Вокруг ядра с надкритической температурой образуется, по-видимому, газовая оболочка, которая постепенно переходит в жидкую массу, а еще дальше находится пластическое вещество, составляющее переход к твердой коре (литосфере). Такое представление о свойствах внутренности Земли, конечно, гипотетического характера, но оно удовлетворяет физиков, а также помогает геологам объяснить вулканические явления и процессы горообразования».

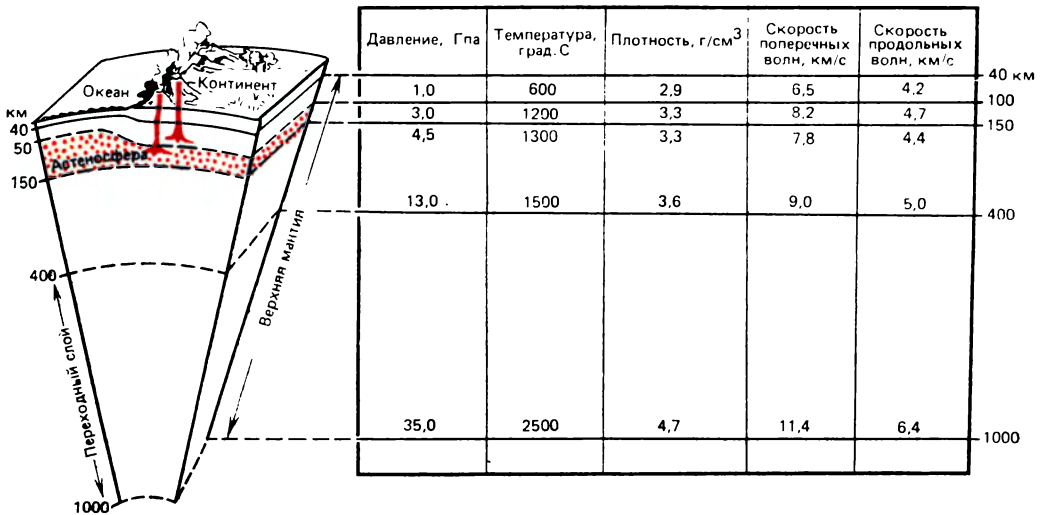
Прошло несколько десятилетий и в научных публикациях начинает обсуждаться не только строение Земли, но совершенно иные, более тонкие вопросы: насколько химический и минеральный состав первичного вещества верхней мантии («неистощенная» мантия) отличается от вещества, из которого выделилась базальтовая магма («истощенная» мантия)? Каковы в верхней мантии соотношения пироксенов и оливина — главных минеральных составляющих мантийных пород? При какой степени плавления и на какой глубине образуются базальтовые магмы разного химического состава? Так продвинулись наши знания о недрах Земли. Какими же способами они получены?

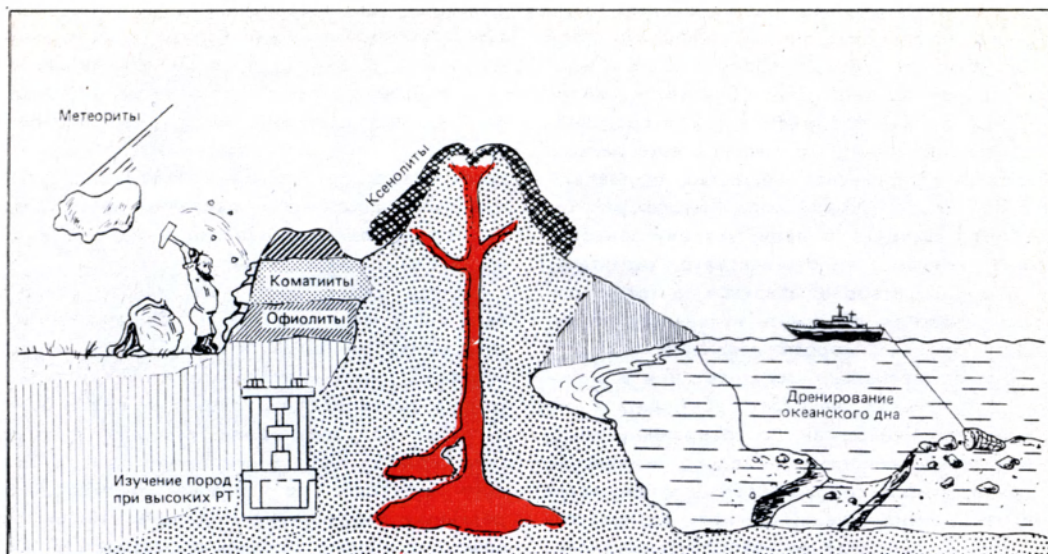
Прямой метод изучения глубинного состава Земли только один — бурение сверхглубоких скважин. Но пока этот путь чрезвычайно громоздкий и дорогостоящий. Уникальным

примером его реализации служит Кольская сверхглубокая скважина (Земля и Вселенная, 1986, № 1, с. 5.—Ред.), но даже и ее глубина — меньше половины толщины земной коры на континентах. Мантии же она не достигает, так что в обозримое время на этот метод рассчитывать не приходится. Все остальные методы — косвенные и основаны на модельных представлениях. Однако именно с ними и связаны главные успехи.

Много сведений о том, каково должно быть вещество мантии, дали лабораторные исследования: минералы и горные породы подвергались высоким давлениям и температурам, то есть имитировались условия, существующие в глубинных зонах Земли. Ясно, что физические свойства любого гипотетического глубинного субстрата не должны противоречить реальным геофизическим данным. Например, вещество мантии должно продуцировать базальтовые магмы, а значит, содержать соответствующие базальтовые компоненты. Так что дунит или гарцбургит, эти широко распространенные в мантии ультраосновные породы, богатые оливином, но зато лишенные базальтовых компонентов — титана, кальция, щело-

Верхние оболочки Земли — кора и верхняя мантия — и физические характеристики вещества на границах раздела оболочек: давление, температура, плотность, скорости распространения продольных и поперечных волн





### Методы изучения состава верхней мантии

чей, не могут слагать всю верхнюю мантию или представлять ее «неистощенную» часть. Именно такое заключение и привело австралийского исследователя А. Рингвуда в середине 60-х годов к гипотетическому модельному веществу мантии — **пиролиту**. По химическому составу это смесь «истощенного» альпийского перидотита и базальта в отношении примерно 3:1.

Ученые давно пытались найти природное вещество, похожее на вещество глубинных зон Земли. Многие из них обратились к метеоритам. Каменные метеориты — **хондриты** и **ахондриты** — долгое время считались прямым аналогом мантийного вещества, железные же сопоставлялись с металлическим земным ядром. Но позднее выяснилось, что вещество мантии существенно отличается от любого известного метеоритного вещества.

Самые заметные успехи в разработке моделей вещественного состава Земли дало изучение **горных пород и минералов, сформировавшихся непосредственно в мантии**. Эти древние ультраосновные магматические породы были впервые найдены в Африке и представляют, по мнению ряда ученых, продукт почти полного плавления верхней мантии. Процессам в верхней мантии обязаны своим образованием также массивы ультраосновных пород,

развитые в древних офиолитовых поясах Земли и корневых частях подвижных тектонических зон. Такое же происхождение имеют и океанические ультраосновные породы, отобранные в рифтовых областях срединно-океанических хребтов. И наконец, разнообразные по химическому и минеральному составу глубинные породы и минералы — **ксенолиты** и **ксенокристаллы** — выносятся на поверхность Земли щелочными базальтами и кимберлитами. Эти магматические породы выкристаллизовываются из мантийных расплавов.

Таким образом, в руки исследователей попадает вещество земных недр. Нужно теперь определить, на какой глубине оно залегает, и понять, какие процессы привели к образованию тех или иных минеральных видов и их ассоциаций.

### ИЗ ЧЕГО ЖЕ СОСТОИТ ВЕРХНЯЯ МАНТИЯ?

Как мы уже знаем, гипотетическое вещество мантии должно обладать такими физическими характеристиками, которые не противоречили бы реальным сведениям о мантийной среде. С этими реальными данными сравнивается модельная плотность, упругие свойства, электропроводность и некоторые другие параметры. Считается, что в глубинных областях мантийный субстрат должен быть твердым, однако на уровне астеносферы (зоны пониженных скоростей упругих волн и пони-

женной вязкости) он испытывает частичное плавление — примерно 5—10%.

Вещество мантии в принципе должно соответствовать некоторым геохимическим характеристикам первичного протопланетного вещества — метеоритам, и наконец, минеральный состав предполагаемого субстрата должен быть устойчивым при тех давлениях и температурах, которые существуют на огромной глубине. Иными словами, фазовая устойчивость минералов, слагающих горные породы, должна учитываться при выборе вещественной модели глубоких зон Земли.

Совокупность всех возможных способов изучения состава земных недр и требований, предъявляемых к глубинному веществу, привела к четырем принципиально возможным вещественным моделям верхней мантии: **метеоритной, базальтовой (эклогитовой), пироксенитовой и ультраосновной — ЛЕРЦОЛИТОВОЙ**. Конечно, в мантии могут находиться разные по составу породы, но преобладает все же какой-либо один тип глубинного вещества.

Метеоритный состав близок к пироксенит-лерцолитовому: хондриты почти не отличаются от оливин-пироксеновых ультраосновных пород (лерцолитов), тогда как ахондриты ближе по составу к базальтам и пироксенитам. Хондритовая и ахондритовая модели состава верхней мантии развивались практически одновременно. В 1966 году Б. Мэйсон и А. Рингвуд опубликовали разработанные ими модели хондритового состава, взяв за основу различные типы метеоритов. По Мэйсону, состав мантии близок к силикатной части бронзитовых хондритов, а земное ядро образовалось из железоникелевой составляющей этих метеоритов. Рингвуд исходил из состава углистых хондритов, а железное ядро, по его представлениям, захватило при своем образовании часть кремнезема.

Но поскольку хондриты сильно отличаются от пород верхней мантии, группа зарубежных геохимиков пришла к представлениям об ахондритовом составе мантии. Так, установили, что ахондриты значительно ближе к земным породам по величинам изотопных отношений, чем хондриты. Однако геохимические данные оказались противоречивыми и неоднозначными, поэтому доказать правильность ахондритовой модели оказалось не легче, чем хондритовой.

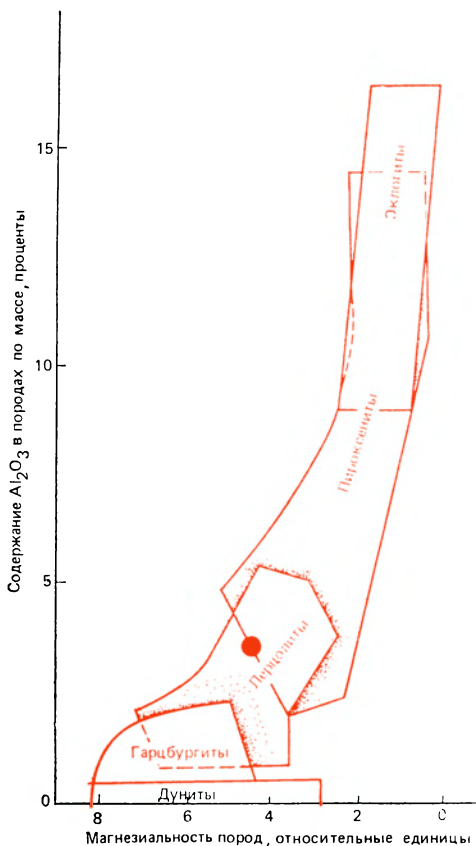
Эклогитовую модель выдвинул в начале

нашего столетия американский геолог Л. Фермор. Появилась она уже после того, как была установлена граница между корой и мантией Земли, на которой резко возрастает плотность вещества и скорость распространения упругих волн. Л. Фермор предположил, что граница эта связана с фазовым переходом интрузивных базальтовых пород (габбро) к высокоплотной гранат-пироксеновой породе — эклогиту. Переход этот происходит в нижних частях земной коры под действием высокого давления.

Потребовалось около пятидесяти лет, чтобы экспериментально доказать реальность такого превращения и установить его термодинамические параметры. Сначала это сделали американские исследователи из Геофизической лаборатории Карнеги — Ф. Бойд, Дж. Ингланд, Х. Йодер, К. Тилли, и только позднее превращение минералов низкого давления в эклогитовые минералы высокого давления стали подробно изучать в других странах.

Однако дальнейшее накопление данных привело скорее к отрицанию эклогитового состава всей верхней мантии. Поскольку эклогит содержит много граната — минерала с высокой упругостью и плотностью, его свойства плохо соответствуют данным о физических параметрах верхней мантии. К тому же появилась еще одна трудность. В мантии распространены различные по составу базальтовые магмы и богатые оливином ультраосновные породы. Так как по химическому составу эклогит близок к базальтам, то базальтовая магма должна образовываться практически при полном плавлении эклогита. Но геофизические данные показывают иное: не существует в верхней мантии обширных зон, где было бы в значительной мере, а тем более полностью, расплавленное вещество. Даже в областях массового излияния базальтов — на срединно-океанических хребтах.

По этим же соображениям трудно принять в качестве основного вещества верхней мантии и пироксенит — породу, состоящую главным образом из моноклинного и ромбического пироксенов с небольшой долей оливина, шпинели, граната и других фаз. Правда, в отличие от эклогита, пироксениты образуют обширную по соотношениям минералов группу пород, и области существования пироксенитовых и перидотитовых (существенно оливиновых) пород на различных геохимических диаграммах часто перекрываются.



Группы мантийных пород, различающиеся по минеральному и химическому составам. Поля разных по составу типов пород перекрываются. Дуниты и гарцбургиты — породы, богатые оливином, но обедненные базальтовыми компонентами. Постепенно — к эклогитам — в породах мантии нарастает содержание базальтовых компонентов. Жирный кружок — средний исходный состав мантии Земли: гипотетический пиролит. Ему соответствуют реальные породы переходного типа от лерцолитов к пироксенитам

беже 50-х и 60-х годов даже выдвигалось предположение, что под континентами мантия сложена эклогитом, а под океанами — перидотитовыми породами. Сегодня, правда, эти крайние отличия состава кажутся чрезмерными.

На сегодняшний день считается, что преобладающий состав верхней мантии — лерцолитовый, однако ученые все же склонны признать: существуют значительные вертикальные и горизонтальная неоднородности мантийного субстрата, неоднородности даже в пределах однотипных структур.

Геофизические данные свидетельствуют о глубинной неоднородности верхней мантии под такими крупными структурами, как Восточно-Сибирская платформа, зона перехода от азиатского континента к Тихому океану и в других районах планеты. То, что состав верхней мантии Земли неоднороден, подтверждает и изучение распространенности ксенолитов. Так, в якутской кимберлитовой трубке «Мир» 95% всех найденных глубинных ксенолитов составляют ультраосновные породы, а в кимберлитовой трубке «Обнаженная» 62% составляют эклогиты. Исследуя минералогические и химические разновидности ксенолитов, группа новосибирских ученых под руководством академика В. С. Соболева пришла к выводу: существует по крайней мере восемь вещественных типов подкоровой верхней мантии. И действительно, прямое исследование ксенолитов в глубинных магматических породах, к которым принадлежат кимберлиты и базальты, выявило пестрый набор пород по типам минералов и общему химическому составу.

Необходимо оценить, сколько каждой из этих многочисленных разновидностей в общем составе мантии. Задача эта чрезвычайно трудная. В кимберлитах якутских трубок «Обна-

Единственная модель, которая отвечает всем критериям проверки, — это ультраосновная — лерцолитовая. Порода эта состоит из оливина (40—80%), ромбического и моноклинного пироксенов (15—50%) и небольшой доли шпинели и граната. В виде относительно редких, но важных в геохимическом отношении зерен в лерцолитах могут присутствовать слюда, апатит, ильменит, амфибол. Действительно, лерцолиты часто встречаются в недрах Земли, это самый распространенный вид включений в базальтах и кимберлитах на всех континентах и океанах.

### НЕОДНОРОДНОСТИ СОСТАВА

Самая крупная неоднородность поверхностных структур нашей планеты — океаны и континенты: их земная кора существенно неодинакова. Но отличается ли, и насколько, подкоровая мантия этих мегаструктур? На ру-

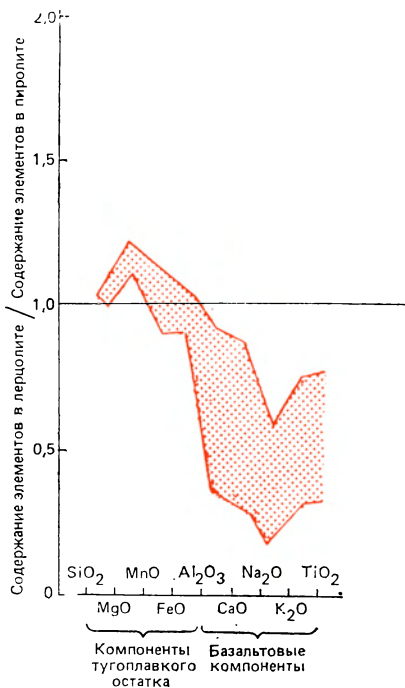


Сравнение составов лерцолитовых пород мантии, вынесенных на поверхность при извержениях вулканов, с пиrolитовым составом «неистощенной» мантии. Видно сильное обеднение лерцолитов базальтовыми компонентами (их доля в лерцолитах относительно пиrolита меньше 1) и обогащение тугоплавкими элементами

женная» и «Загадочная» или в африканской трубке «Робертс-Виктор» ксенолиты мантии представлены главным образом эклогитами. Но возникает вопрос: характерны ли именно эти породы для общего состава мантии в районах, где найдены трубки? Ответ во многом зависит от способа выноса ксенолитов на поверхность. Если они захватываются магмой из ближайших областей, то надо признать пространственную ограниченность в распространении ксенолитов. Многие из них вообще могут образовываться только в результате прямого воздействия магмы на окружающие породы. При обобщении результатов изучения ксенолитов в самых различных районах Земли выясняется: основная неоднородность вещественного состава верхней мантии обусловлена изменением состава и соотношением между минералами в определенной группе — оливиновых ультраосновных пород, представленных преимущественно лерцолитами.

Но обратимся вновь к двум важнейшим типам вещества мантии, обедненным и обогащенным базальтовыми химическими компонентами, — «истощенной» и «неистощенной» верхней мантии. Пиrolит А. Рингвуда — это прообраз исходного, первичного вещества мантии, из которого в течение геологической жизни Земли выделилась земная кора и выплавляются базальтовые магмы. А что же собой представляют в этом плане ксенолиты лерцолитов? Оказалось, что в целом все эти породы в той или иной степени обеднены базальтовыми компонентами. Но характер обеднения в разных районах Земли различен: больше всего истощена верхняя мантия под Восточной Африкой, меньше — под Центральной Азией. И что самое интересное: состав мантии под континентами и под океанами различается даже меньше, чем под одними только континентальными районами.

Основное отличие в химическом составе верхней мантии в разных частях Земли обусловлено прежде всего объемным соотношением между оливином и другими минералами



в породах. Чем больше оливина в породе, тем к более «истощенному» типу будет она принадлежать. Но при этом важную роль играют и малые компоненты, они-то и формируют собственно геохимический облик пород (редкоземельные элементы, щелочные, щелочноземельные и другие).

### ПОЧЕМУ ИЗМЕНЯЕТСЯ СОСТАВ ВЕРХНЕЙ МАНТИИ?

Как известно, один из мощнейших факторов преобразования мантийного вещества — плавление. Причины этого процесса — и разогрев земных недр, и снижение давления при подъеме к поверхности разогретых глубинных масс, и изменение флюидного режима, и многое другое. Вероятно, в астеносфере породы мантии подвергаются самым значительным изменениям, поскольку здесь они частично плавятся.

Необходимо, конечно, учитывать разную степень плавления (до 20—30% объема) и вещественное изменение мантии под влиянием восходящих горячих флюидов, богатых различными компонентами. Изменение, которое известно в земной коре как щелочной мета-

соматоз, по-видимому, подготавливает выплавление щелочных базальтовых и кимберлитовых магм и вносит большой вклад в формирование мантийных вещественных неоднородностей. Трудно, правда, представить себе, что этот процесс развивается в мантии повсеместно. Скорее всего он приурочен к зонам повышенной проницаемости, где, очевидно, интенсивно внедряются глубинные массы. Зоны эти часто называют **аномальной мантией** — в геофизических полях они проявляют себя большими отклонениями от средних характеристик.

Важную роль в динамике мантии — изменении вязкостных, упругих свойств, движении вещества — играют фазовые превращения, которые испытывают отдельные минеральные фазы и их ассоциации при изменении давления и температуры. Отчетливо фазовые превращения выявляются в переходном слое мантии, на глубине 400—1000 км. Здесь очень быстро, по сравнению с верхними слоями, нарастают плотность и скорость упругих волн. Но и на меньших глубинах, как уже говорилось, минералы лерцолитов вступают в реакции друг с другом, изменяя общий минеральный состав.

Теперь поступает все больше данных о том, что в изменении агрегатного состояния, химических свойств, структуры глубинных пород играют роль напряжения и деформации мантийного вещества. Они перекристаллизуют породы ксенолитов в целом, их отдельные части и даже минеральные зерна, причем характер минеральных преобразований указывает на то, что изменяются напряжения и температура. Такие **политермобарические преобразования** зафиксированы в перидотитовых и эклогитовых породах верхней мантии.

## ЕСЛИ ПОДВЕСТИ ИТОГИ

Итак, весь комплекс имеющихся геологических и геофизических данных не оставляет сомнений, что вещество верхней мантии имеет ультраосновной, лерцолитовый состав. Все же остальные типы глубинных горных пород не играют определяющей роли в формировании геофизической и геологической структуры земных недр ниже земной коры. Доказана также реальность вещественной неоднородности верхней мантии, обусловленной изменением химического состава и минералогии

мантийных пород. Все эти знания позволяют существенно сузить круг научных гипотез о процессах в недрах Земли и о механизмах, управляющих жизнью и развитием нашей планеты.

Как мы видим, вещество верхней мантии чрезвычайно динамично. Сейчас накоплен огромный объем информации, которая говорит о способности его быстро менять состав и свойства. Более того, данные показывают, что верхняя мантия в физико-химическом отношении активно взаимодействует с земной корой, они вскрывают глубокие причинные связи поверхностных и внутрикоровых тектономагматических процессов с состоянием мантийного вещества. В этой области исследований весьма плодотворны разработки, сделанные членом-корреспондентом АН СССР В. В. Белоусовым. Они относятся к эндогенным режимам и глубинным источникам перехода от одного тектонического режима к другому (Земля и Вселенная, 1982, № 3, с. 2.— Ред.). В настоящее время интенсивно развиваются идеи о глубинном преобразовании вещества, все чаще появляются новые находки необычных ксенолитов, которые многое говорят о характере глубинных процессов.

В последние годы проведено несколько международных симпозиумов, на которых обсуждались результаты изучения глубинного вещества, представленного ксенолитами в кимберлитах и базальтах. Советский Союз выступил инициатором проведения работ по проекту «Ксенолит», сейчас проект реализуется в нашей стране. Большое развитие получают разработки региональных физико-химических моделей состава глубинного вещества, которые в нашей стране отличаются комплексностью подхода, использованием и обобщением колоссального объема геолого-геофизических и петролого-геохимических данных.

Но, как это бывает в науке, новые результаты не всегда подкрепляют существующие точки зрения, часто они заставляют скорее в них сомневаться. Чем больше мы знаем, тем труднее отстаивать сложившиеся представления. Будем помнить мудрые слова И. В. Гете: «Человек ошибается до тех пор, пока ищет истину».





## Как открыли новую комету

В начале июня 1986 года, когда комету Галлея уже невозможно было наблюдать даже в южных районах нашей страны, было решено начать поиски новых, еще не открытых комет. С этой целью регулярно из ночи в ночь вместе с В. В. Солодовниковым я проводил фотографическое патрулирование избранных областей неба в созвездиях Стрельца, Змееносца, Водолея и Козерога. Особое внимание уделялось созвездию Стрельца, где в июне—июле 1986 года находилась вспыхивающая короткопериодическая комета Швассмана—Вахмана I.

Патрулирование начали 10 июня, причем наблюдения проводили на двух различных телескопах попеременно. Один телескоп — 50-сантиметровый менисковый рефлектор — расположен в Астрофизическом институте (АФИ) АН КазССР (близ Алма-Аты), другой — 46-сантиметровый телескоп Шмидта — на Корональной станции АФИ АН КазССР, в горах Заилийского Алатау (район Большого Алма-Атинского озера). 14 июля на одном из семи негативов, которые были получены с помощью телескопа Шмидта, мы обратили внимание на два кометоподобных объекта блеском  $\sim 13^m$ . Один располагался вблизи звезды  $\iota$  Водолея ( $\alpha \approx 22^h 10^m$ ;  $\delta = -13^\circ$ ), другой — на северо-запад от звезды  $\mu$  Козерога ( $\alpha \approx 21^h 53^m$ ;  $\delta = -12,5^\circ$ ). Первый объект удалось отождествить еще на одной пластинке, снятой В. В. Солодовниковым 12 июля.

Здесь объект имел координаты  $\alpha \approx 22^h 15^m$ ;  $\delta = -15,5^\circ$ .

15 июля объекты наблюдал В. В. Солодовников на Корональной станции, а я — в Астрофизическом институте АН КазССР. Каждый получил по 7 негативов. Объект с предполагаемым собственным движением на северо-запад в расчетном месте мы не обнаружили. Зато второй был прекрасно виден на двух пластинках, снятых 15 июля. Его координаты были переданы 17 июля по телесу директору Центра малых планет Международного бюро астрономических телеграмм Б. Марсдену (США). В тот же день, но несколько позже, Б. Марсден получил сообщения от других наблюдателей, заметивших комету. Наблюдения Н. С. Черных подтвердили координаты новой кометы, и она получила предварительный индекс 1986 i.

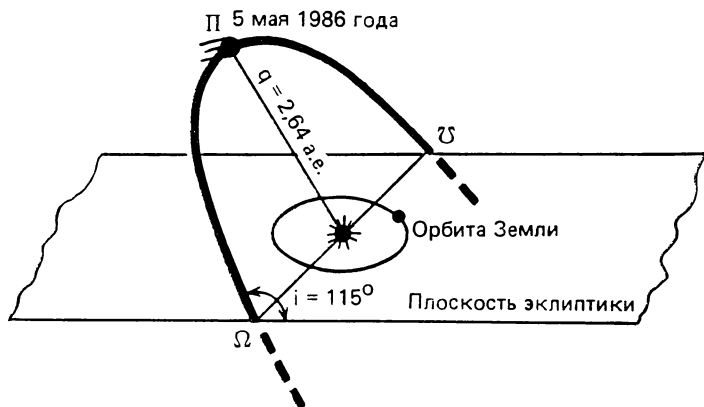
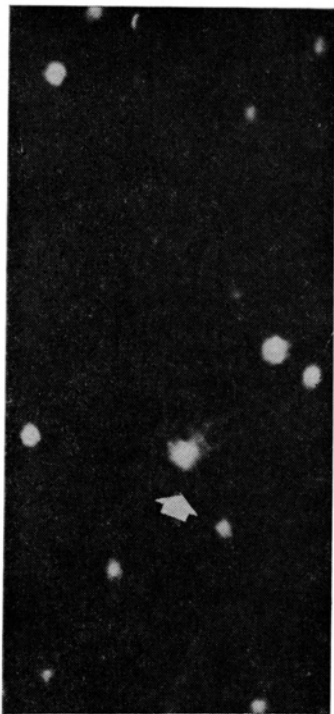
14 и 15 июля у кометы была видна крупномасштабная структура. На снимке от 14 июля хорошо заметно несколько искривленных лучей и хвост длиной  $\sim 1'$  (позиционный угол его  $\sim 323^\circ$ ). На расстоянии  $\sim 19''$  хвост кометы резко изгибается почти на  $60^\circ$ . Может быть, эта деформация связана с отрывом хвоста?

19 и 20 июля на обсерватории Университета штата Виктория (США) комету 1986 i сфотографировал Дж. Б. Татум, а визуально ее наблюдал Ч. Моррис. 19 июля на обсерватории Уиттекер Пик (США) с помощью 26-сантиметрового рефлектора Моррис оценил

блеск кометы ( $12,8^m$ ), определил диаметр комы ( $1,3'$ ) и длину хвоста ( $\sim 1'$ ) в позиционном угле  $\sim 280^\circ$ . 27 июля комету сфотографировал Дж. Б. Татум; в этот же день камерой, установленной на 91-сантиметровом телескопе обсерватории Китт Пик в Аризоне (США), ее снял Т. Герелс.

С 5 по 10 августа вместе с В. Н. Киткиным я снимал новую комету с помощью 40-сантиметрового астрографа Цейса на Северокавказской астрономической станции Казанского университета (поселок Нижний Архыз). Комета выглядела компактным диффузным объектом с яркой центральной конденсацией и коротким широким хвостом. Несмотря на низкое положение кометы над горизонтом, Н. А. Тихонов (САО) сфотографировал ее 9 и 10 августа в прямом фокусе 6-метрового телескопа БТА.

С 11 по 18 августа я провел серию наблюдений кометы на 50-сантиметровом менисковом телескопе Астрофизического института АН КазССР. Комета к этому времени переместилась из созвездия Козерога в созвездие Микроскоп и находилась очень низко над горизонтом. В ночь на 17 августа наблюдениям сильно мешал свет Луны, тем не менее комету удалось сфотографировать, используя желтый фильтр ЖФ-1 и панхроматическую эмульсию ORWO ZP3. Комету 1986 i наблюдали на разных обсерваториях нашей страны: в КраО — Н. С. Черных, в Душанбе — С. И. Герасименко,



в Китае — Э. Рахматов. На основании этих наблюдений Б. Марсден вычислил элементы параболической орбиты кометы:

$T$  — момент прохождения кометы через перигелий — 6 мая 1986 года;  $q$  — перигелийное расстояние — 2,641 а. е.;  $\omega$  — аргумент перигелия —  $157,652^\circ$ ;  $\Omega$  — долгота восходящего узла —  $133,918^\circ$ ;  $i$  — наклонение орбиты —  $114,92^\circ$ .

Стало ясно, что комета 1986  $i$  движется по очень вытянутой орбите с наклонением  $\sim 115^\circ$  к плоскости эклиптики. Она перемещается обратным движением, подобно тому, как движется по своей орбите комета Галлея. Еще одна особенность кометы 1986  $i$  — ее перигелий находится в поясе астероидов, поэтому не исключено, что своим происхождением она каким-то образом обязана кольцу астероидов.

Вверху: так выглядела комета 1986  $i$  в момент ее открытия 14 июля 1986 года.

Внизу: снимок кометы на следующий день.

Виден узкий плазменный хвост  $I$  типа с резким изломом на расстоянии  $19''$  от ядра

Элементы орбиты кометы Чурюмова — Солодовникова

Заметим, что начиная с 1975 года, советские астрономы примерно раз в три года открывают новые кометы (1975 I — Т. М. Смирнова и Н. С. Черных; 1978 I — Н. С. Черных; 1980 I — К. Т. Чернис и Й. З. Петраускас; 1983 I — К. Т. Чернис; 1986  $i$  — К. И. Чурюмов и В. В. Солодовников).

Надо сказать, в последние годы открывать новые кометы становится все труднее, поскольку за небом внимательно следит известный открыватель комет Вильям Бредфилд (Австралия), обнаруживший в одиночку 12 новых комет за 10 лет, а в 1983 году сильную конкуренцию «ловцам» комет составил инфракрасный спутник «ИРАС», открывший 6 новых комет, в том числе комету «ИРАС-АРАКИ-ОЛКОК 1983 d». С 1983 по 1986 годы сенсацию среди первооткрывателей комет вызвали супруги К. и Е. Шумейкеры, обнаружившие менее чем за 3 года 8 новых комет! Поэтому тем более приятно сткрыть комету, ускользнувшую из удачливых сетей Бредфилда и Шумейкеров.



## «Космические» возможности географии

**«...Одновременно с фотографированием земной поверхности со станции „Салют-7“ идет съемка с искусственных спутников Земли, самолетов-лабораторий, вертолетов, работают наземные пункты наблюдений». Такие и подобные сообщения теперь, пожалуй, никого уже не удивляют. А за этими, столь обычными фразами — целый этап в развитии науки, исследующей поверхность земного шара, — географии.**

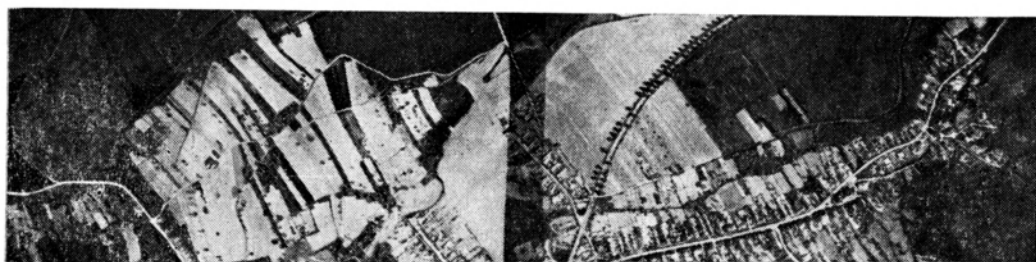
### «ПРОКЛЯТИЕ ТОЧКИ» ПРЕОДОЛЕВАЕТСЯ

Порой развитие науки дает поразительные по своей ясности и четкости доказательства основных законов марксистско-ленинской диалектики. Так произошло в современной географии. Все последние годы, стремясь шагнуть в ногу с веком НТР, географы прилагали максимум усилий, чтобы заменить столь привычные прежде «образные описания» своих объектов их количественными характеристиками, полученными за счет средств и методов «точных» наук — прежде всего физики и химии. И вдруг опять — «образы геосистем», их состояний... Появление в арсенале науки космических методов исследования поверхности Земли дало географам возможность получить «образ» изучаемого ими природного или хозяйственного комплекса, измеренный в очень широком диапазоне электромагнитных волн, включая не только весь видимый — оптический диапазон, но и далеко-далеко за его пределами — в зонах теплового и радиоизлучения.

Такой «образ» несет огромное количество информации о природном объекте. Причем, что чрезвычайно важно, это не сведения о какой-то отдельной точке на поверхности Земли, как было при проведении географических исследований традиционными наземными экспедиционными или даже более современными

стационарными методами, а сразу о некоем географическом пространстве — геосистеме, размеры которой зависят от высоты съемки и разрешающих возможностей используемого для измерения прибора. Действительно, при съемке с высоты в несколько сот километров точка на изображении будет соответствовать как минимум нескольким сотням квадратных метров, а то и километров на Земле. Так безо всяких усилий со стороны наблюдателя преодолевается колоссальная трудность в правильной характеристике любого географического объекта, отличающегося главным образом тем, что он имеет площадь — территорию. Ведь еще недавно при обычных наземных методах исследований параметры измерялись действительно в точках, а характеризовать с их помощью надо было целую территорию. «Проклятие точки» (так образно именовали эту проблему географы) вечно висело над конечными результатами географических исследований. Конечно, ученые не сидели сложа руки и не ждали «манны небесной»: была создана масса способов преодоления этого «проклятия», прежде всего карты — на них по наблюдениям в отдельных точках строились линии распределения одинаковых величин по территории (изолинии), выделялись районы с одинаковыми или схожими свойствами. Довольно давно появились на вооружении географов и фотографические методы изучения ландшафтов.

Уже несколько десятилетий назад применялась фототеодолитная съемка в горах для изучения движения ледников и обломочного материала на склонах — прообраз современного дистанционного зондирования. Для этого приходилось тащить на себе тяжелую треногу и громоздкое устройство, которое соединяло в себе теодолит и фотоаппарат, преодолевать головокружительные подъемы и совершать не менее сложные спуски — только для того, чтобы сделать один или в лучшем случае не-



Снимки сельскохозяйственных угодий, которые были получены с самолета-лаборатории, работавшего по программе «Интеркосмос»

сколько снимков изучаемого объекта. И за столь скудную информацию надо было платить весьма дорогую цену. Трагические происшествия в горах с тяжело нагруженными путешниками на нехоженых маршрутах — дело обычное. Успешно развивалась и аэрофотосъемка территории. Все современные топографические карты страны построены на основе съемок с самолетов. Без нее нечего было бы думать о подробных и точных картах всех малообжитых и труднодоступных районов, которых так много в нашей стране — в высоких горах, дальней тайге или в арктической пустыне. А теперь такие карты есть. И не очень задумываясь над тем, как и кем они получены, ими пользуются все — от строителей БАМа и капитанов атомных ледоколов, прокладывающих путь к Северному полюсу, до туристов всех мастей и разрядов. Однако съемки с самолетов, летящих на высоте 5—8 км, коренного изменения в методах географических исследований произвести не могли. Информация, получаемая от аэрофотосъемки, была ограничена по пространству, но, что самое главное, — по времени и содержанию. А все (или почти все) географические объекты весьма динамичны: их состояние меняется постоянно — со скоростью от секунд до тысячелетий, но постоянно. И информация о состоянии, например, полей пшеницы, получаемая хотя бы с интервалом в две-три недели (что вообще-то практически неосуществимо в масштабах нашей страны из-за малого площадного охвата территории при аэрофотосъемках с такой высоты), становится ненужной

или малоценной для руководителей агропромышленного комплекса, так как ее, пшеницу, либо уже не спасешь от болезней или засухи, если они были, либо ее всю убрали и никакая информация, кроме размеров и качества урожая, никому теперь не нужна. И так практически со всеми изменениями состояния геосистем, связанными с ростом и развитием растений. Сходная картина и с различными гидрометеорологическими явлениями — наводнениями на реках, катастрофическими подвижками ледников в горах, движением воздушных масс над большими пространствами страны. Да и почти все изображения получались лишь в видимом диапазоне спектра, а он для исследования динамики геосистем недостаточно информативен.

Лучше всего возможности аэрофотосъемки соответствовали потребностям картографии, отображающей на топографических картах наиболее устойчивые географические объекты — весьма медленно меняющийся, как правило, рельеф Земли: горы и равнины, холмы и речные долины, берега морей и океанов; хотя и увеличивающиеся, но «стоящие на месте» населенные пункты всех размеров — от мегаполисов до отдельных хуторов; железные и шоссейные дороги; озера и реки и многое, многое другое, что входит в содержание топографической карты территории. Следует, однако, помнить, что составление карты такой страны, как СССР, на основе материалов аэрофотосъемки — дело величайшей сложности в научном, техническом и особенно экономическом отношении, требующее много, очень много времени и огромных материальных затрат. В ходе этих работ были созданы приборы и методы, оказавшиеся весьма и весьма полезными, когда наступило время изучения Земли из космоса.

## ЗЕМЛЯ ИЗ КОСМОСА

Первые результаты исследования Земли из космоса были ошеломляюще интересны. Еще бы — разломы земной поверхности, которые по наблюдениям на Земле представлялись разрозненными, не связанными друг с другом образованиями, предстали из космоса строго упорядоченными, прослеживающимися на огромных расстояниях геологическими структурами, а отдельные элементы речной и овражно-балочной сети на равнинах во многих местах сложились в правильные кольцевые структуры; колоссальные океанические вихри, захватывающие в свою орбиту неисчислимые объемы морской воды (существование таких вихрей ученые только предсказывали по аналогии с атмосферными вихрями — циклонами и антициклонами) — все это оказалось легко различимым из космоса! А сами циклоны и антициклоны, о механизме возникновения и существования которых прежде рассуждали лишь специалисты, теперь известны всем, поскольку каждый, слушая прогноз погоды по телевидению, не раз мог видеть космические снимки облачных систем.

И ведь это не просто картинки — это отличные исходные данные для организации поиска полезных ископаемых или составления прогноза погоды — лишь малая толика того, что дал наукам о Земле первый взгляд из космоса. На его основе зародилось новое научное направление — **космическое землеведение**, раздел географии, изучающий наиболее общие законы строения и существования географической оболочки Земли. В результате Институт географии Академии наук СССР в содружестве с десятками других научных и производственных учреждений смог организовать огромное дело — новое издание географического «Атласа мира», благодаря снимкам Земли из космоса уточненное (и существенно!) по сравнению со всеми предыдущими подобными изданиями. На этой же базе в ходе совместных работ создаются национальные атласы Монголии и Вьетнама.

Но, как принято говорить, «аппетит приходит во время еды». Космическая техника открывает перед географией широчайшие горизонты и в других отраслях: она позволяет получать информацию о состоянии природных комплексов — геосистем — постоянно и практически через любой необходимый интер-

вал времени. А это для современной географии, пожалуй, не менее (и даже более) важно, чем первые одномоментные космические фотоснимки земного шара. Тем более, что из космоса стала поступать информация отнюдь не только в оптическом диапазоне: установленные на космических аппаратах приборы улавливают отражение-излучение земной поверхности во всех диапазонах волн, от теплового (инфракрасного) до радиоизлучения, причем не как человеческий глаз, а в узких зонах спектра, что чрезвычайно увеличивает возможности последующего анализа полученных изображений — электромагнитных «образов» геосистем.

## ГЕОГРАФИЯ «ПО-НОВОМУ»

Вообще надо иметь в виду, что вторая половина XX века поставила географию перед проблемой коренного пересмотра своих задач и методов их решения. На протяжении предыдущих столетий к географии предъявлялось одно главное требование — увидеть, добросовестно описать и, по возможности, объяснить. Теперь же социальный заказ общества, вступившего в эпоху научно-технической революции и в своих взаимодействиях с природой превратившегося, по крылатому выражению В. И. Вернадского, в «геологическую силу», поставил перед древней наукой ряд сложных задач: участие в планировании и проектировании разных по масштабу и времени осуществления, но всегда важных и ответственных по результатам схем использования природных ресурсов и условий; необходимость прогнозировать (и часто на весьма отдаленные сроки!) состояние различных географических объектов; разрабатывать географические аспекты управления взаимодействиями в системе «население — хозяйство — природная среда». Так возникла «конструктивная география» академика И. П. Герасимова, призванная решать эти проблемы.

Вместе с тем развитие науки и новые измерительные и вычислительные возможности, полученные от смежных наук, стимулировали применение в географии системных подходов к изучаемым объектам. «Учение о геосистемах» академика В. Б. Сочавы синтезировало эти новые теоретические представления географии.



Участники эксперимента «Курск-85» — специалисты из разных стран, сотрудничающих по программе «Интеркосмос», — проводят сравнительную тарировку спектрометрических приборов, посредством которых будут выполняться измерения на первых трех этапах «высотной этажерки»

Дистанционные методы исследования Земли могут дать количественно определенную информацию практически о любой по размерам территории — от отдельного предприятия или сельскохозяйственного поля до целого полушария Земли, с любой реально необходимой частотой. Однако дело обстоит совсем не так просто, как кажется на первый взгляд. Данные, как мы уже говорили, поступают в распоряжение специалистов в виде электромагнитных (спектральных) «образов» конкретных геосистем разного масштаба, находящихся в конкретном состоянии. Как понять, что отразило это изображение? Задача оказалась весьма сложной и трудоемкой. Гео-

графии пришлось воспользоваться опытом практически всех физико-технических наук, имеющих дело с анализом электромагнитных излучений-отражений.

#### «КУРСК-85»

Одним из важнейших инструментов для достижения поставленной цели — содержательного дешифрирования дистанционной информации — стали комплексные многоуровневые эксперименты на специализированных полигонах. Что они дают — можно проиллюстрировать на примере международного эксперимента «Курск-85».

На курской земле Институт географии АН СССР в содружестве со многими другими природоведческими учреждениями и организациями работает давно. Базой этих работ стала Курская модельная область (около 80% Курской области — в пределах водосборного бассейна реки Сейм), избранная географами



Космонавты В. В. Коваленок (в центре) и Б. Фаркаш (справа) во время наземных работ по дистанционному зондированию



стран СЭВ для исследований, помогающих оценить влияние человека на природу. Ключевой участок территории, где ведутся наиболее подробные исследования, — Центрально-Черноземный государственный заповедник имени проф. В. В. Алехина. Это уникальный кусочек природы девственной лесостепи — естественного сочетания луговой степи и водораздельных дубрав. Здесь влияние человека на природу минимально. Условно его можно принять за «нуль отсчета» во всех последующих оценках величины подобного воздействия. Ведутся наблюдения и на окружающих заповедник сельскохозяйственных полях, на территориях городов Курска, Железногорска и Курчатова, Михайловского горнообогатительного комбината с его огромным железорудным карьером и Курской атомной электростанции с крупным водоемом-охладителем. Развитие и углубление работ предопределили включение заповедника вместе с созданной здесь Курской биосферной станцией института в состав международной сети биосферных заповедников, а широкие возможности проведения на этой, столь характерной для Центральной России и хорошо изученной, территории методических работ — превращение в один из аэрокосмических полигонов нашей страны.

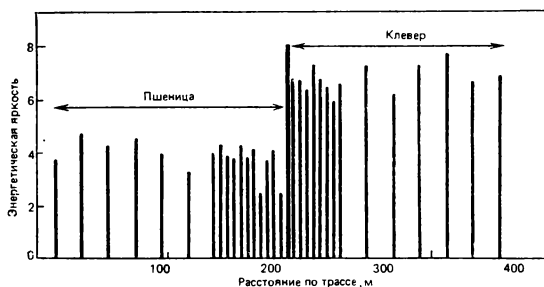
#### «ВЫСОТНАЯ ЭТАЖЕРКА»

Летом 1985 года сюда прибыли почти на целый месяц специалисты из семи социалистических стран — участники работ по международному целевому комплексному проекту «Изучение динамики геосистем дистанционными методами», осуществляемому в рамках программы «Интеркосмос». В поле выехали автомашины с международными тематическими группами — биометристов, микроклиматологов, гидрологов, почвоведов. «Первый этаж» дистанционных приборов составили спектрометры из различных стран, поднятые над теми же полями на треногах и вышках спецавтомашин; взлетели в воздух вертолеты и самолеты АН-2 — «второй этаж» обеспечивал

съемки с помощью таких же спектрометров, радиометров, тепловизоров и многоканальных фотокамер; на больших высотах работал «третий этаж» — самолеты-лаборатории ТУ-134СХ и АН-30 с приборами — аналогами тех, что стоят на космических аппаратах, обеспечивающих основной «четвертый этаж» дистанционного зондирования: в него входили искусственные спутники Земли типа «Метеор» и серии «Космос» и орбитальный комплекс «Салют-7» — «Союз Т-13».

Успешную работу измерительной аппаратуры на всех «этажах», на этот раз исключая космический (но члены «космической семьи» — венгерский космонавт Б. Фаркаш и советский космонавт В. В. Коваленок — успешно работали на Земле и «первых этажах» дистанционного зондирования), обеспечивали международные коллективы спектрометристов, радио- и теплофизиков, фотометристов. Их приборы измеряли многочисленные характеристики растительного и почвенного покрова, запасы воды в почвогрунтах, температуру поверхности растений, почв и водных объектов.

Такая концентрация усилий на одном весьма динамично развивающемся объекте — полях пшеницы, ячменя, кукурузы, сахарной свеклы и многолетних трав — давала уникальную возможность всем арсеналам средств дистанционного зондирования, а также методов наземных биометрических, геофизических и геохимических наблюдений измерить в развитии основные характеристики этой сельскохозяйственной геосистемы. То есть получить как бы траекторию изменения ее состояния во времени и открыть перед агрономами возможность построения прогноза будущих урожаев.

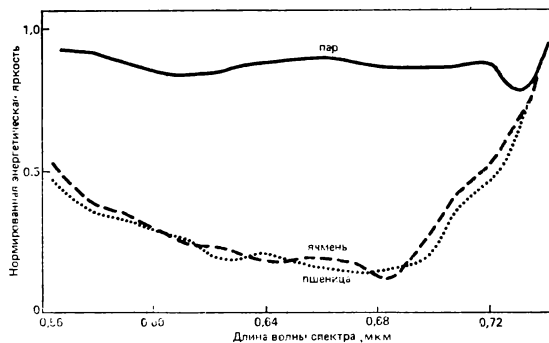


Спектроэнергетические характеристики двух агросистем, полученные в ходе измерений с самолета аппаратурой — аналогом работавшей на орбитальном космическом комплексе «Салют-7» — «Союз Т-13».

Анализ таких графиков позволяет оценить состояние той или иной системы — фазу развития культуры, ее цвет и биомассу растительного покрова, влажность растительности и почв, а также другие биофизические характеристики

В рамках «Курска-85» шло деловое творческое единение науки и производства. Опыт, приобретенный в ходе этого эксперимента, будет положен в основу создаваемой общесоюзной системы контроля за состоянием сельскохозяйственных полей. Только на базе

Спектрограммы трех типичных агросистем Курского аэрокосмического полигона, полученные трассовым спектрометром — аналогом работавшего на борту орбитального космического комплекса «Салют-7» — «Союз Т-13». Хорошо видна разница между посевами зерновых культур и паром. Отличия между ячменем и пшеницей менее заметны, но легко обнаруживаются при анализе с помощью ЭВМ



полученной из космоса и правильно расшифрованной информации можно, маневрируя техникой и материальными ресурсами, успешно бороться с крупными очагами болезней сельскохозяйственных растений, с последствиями локальных засух и других стихийных бедствий, организовывать своевременную уборку поспевающих хлебов в крупных регионах страны и осуществлять еще многое другое в сложной системе агропрома.

Участники «Курска-85» не только вели наблюдения имеющимися у них приборами, но обменивались данными своих измерений и методами их первичной обработки. Провели взаимное эталонирование приборов — теперь измерения, проведенные в любой из социалистических стран, могут быть легко сопоставлены и использованы в другой стране. Советские ученые, стремясь усилить эффект совместных работ, не только предоставили в распоряжение ученых из других социалистических стран все лаборатории и вычислительный центр Курской биосферной станции Института географии АН СССР, но своими силами провели еще две серии наблюдений — в мае, сразу после всходов, и в июле — перед уборкой зерновых культур. Все полученные при этом материалы были переданы другим участникам «Курска-85».

Случались у руководителей и участников международного эксперимента и тревожные дни. Ведь в программу «Курска-85» была включена работа орбитальной станции «Салют-7»... Теперь все знают, сколько мужества и умения потребовалось славным «Памирам» — В. А. Джанибекову и В. П. Савиных, чтобы в сообщениях Центра управления полетом появились слова, приведенные в начале этой статьи.

## ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Прошло некоторое время, и участники «Курска-85» начали анализировать полученную информацию, строить столь необходимую ныне науке и практике систему дешифрирования дистанционной информации о состоянии сельскохозяйственных геосистем. Уже весной 1986 года, собравшись в Москве, ученые из стран — членов «Интеркосмоса» могли обсу-

дить первые результаты обработки материалов «Курска-85». В качестве одного из примеров успешного использования трассовых спектрометров советские специалисты продемонстрировали графики.

Первый из них показывает возможности четкого разделения полей, занятых разными сельскохозяйственными культурами,— прибор практически мгновенно среагировал на смену «зеленой» в это время пшеницы таким же «зеленым» клевером. Однако «зеленость» их была для прибора разной— яркость двух изображений отличается в среднем не менее чем на две единицы измерения (пшеница ~5, а клевер ~7 единиц) и нет ни одной совпадающей по величине яркости в измерениях на пшенице и клевере. Таким образом, полная достоверность в разделении на полученном изображении полей пшеницы и клевера обеспечена.

Второй график дает возможность более тонкого анализа на основе примененного метода. Видно, что наиболее информативны (для решения задачи разбиения изображений по сельскохозяйственным культурам) диапазоны волн от 0,62 до 0,69 микрон, где контрасты относительной яркости достигают наибольших величин. На синтезированных спектральнональных снимках венгерские специалисты продемонстрировали возможности оценок влажности и состояния биомассы сельскохозяйственных полей. Чем «красней» изображение— тем больше биомасса растений на этих полях, а там, где растений нет,— чем «черней», тем выше влажность почвы на пару.

#### «ГЕОЭК-86»

«Курск-85» — не последний эксперимент на трудном пути к эффективному использованию дистанционной географической информации в науке и народном хозяйстве. Так, в 1986 году на территории ГДР подобные работы проводились по программе «Геоэк-86». Междуна-

родный коллектив изучал районы, для которых характерна высокая концентрация населения, промышленности и интенсивного сельского хозяйства. В отличие от Курска, где исследовалась единая территория полигона, немецкие ученые предложили для проведения работ четыре полигона в разных частях ГДР. Наибольший интерес представляли два полигона с существенно различной степенью увлажнения почвогрунтов: один — сухой, песчаный, другой — переувлажненный, местами даже заболоченный, но и тот и другой — интенсивно используемые в сельскохозяйственном производстве. Анализ полученных здесь материалов позволит сделать еще один шаг к достижению основной цели проекта — созданию космической системы оперативного слежения за состоянием и развитием природно-антропогенных геосистем крупных регионов стран социалистического содружества.

#### СЛУЖБА КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

А впереди перед географией и смежными науками еще более серьезные и ответственные задачи, в том числе создание на основе информации из космоса службы геосистемного мониторинга — системы слежения за состоянием всех природных и хозяйственных комплексов страны (а в последующем и мира) с целью подготовки данных для органов контроля, прогноза и управления этим состоянием. Но прежде чем такая система начнет работать, географы должны проделать колоссальную работу по созданию научных основ содержательного дешифрирования материалов дистанционного зондирования, построить модели современного функционирования и прогноза развития, а затем и наиболее сложное — управления состоянием основных геосистем Земли. Но все это возможно осуществить прежде всего лишь на базе информации из мирного космоса.

●



## Навигация и геофизические поля

**Степень совершенства навигационных комплексов ныне во многом определяет широту эксплуатационных возможностей космических и летательных аппаратов, а также морских кораблей. При этом особую роль играют корреляционно-экстремальные навигационные системы (КЭНС), использующие данные о геофизических полях.**

### СВОЙСТВА КЭНС

Развитие современной науки и техники, в том числе и космической, позволяет теперь в целях навигации и ориентации движущихся объектов все активнее применять геофизические поля, такие, как поле рельефа, оптическое, тепловое, поле коэффициента отражения радиоволн, магнитное и гравитационное поле Земли. Именно их все чаще используют в качестве источников информации, когда необходимо определить местоположение, скорость и угловую ориентацию космических и летательных аппаратов и морских судов. Короче, применение геофизических полей во многом стимулирует развитие и внедрение совершенных навигационных систем. Их несомненные достоинства — предмет повышенного внимания со стороны все большего числа специалистов.

В 1961 году А. А. Красовский впервые предложил принципиально новый метод навигации с применением корреляционно-экстремальных навигационных систем (КЭНС). В них для коррекции системы употребляются не астрономические приборы и не искусственно создаваемые навигационные поля (типа радионавигационного), а естественные геофизические поля. В основе таких систем — принцип сопоставления информации датчика навигационного геофизического поля (НГФП) с «картой» данного поля, хранящейся в блоке памяти бортового компьютера. Определение координат

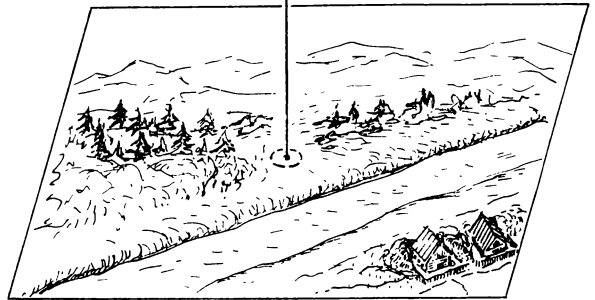
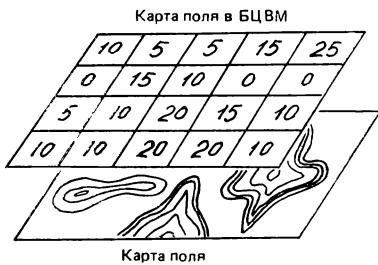
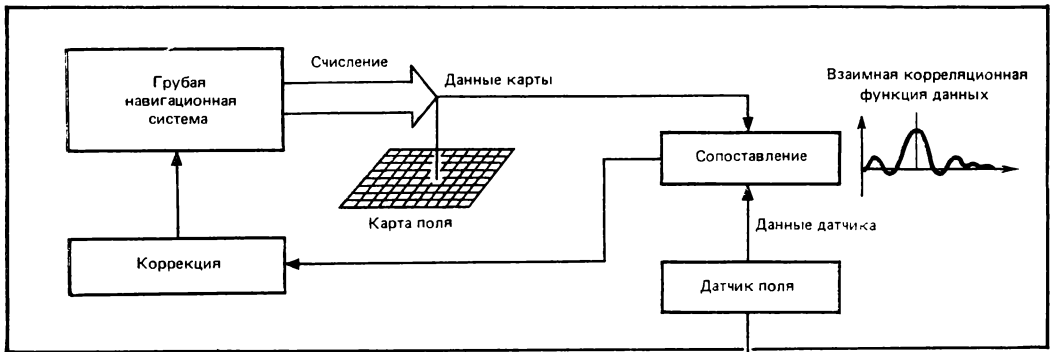
объекта ведется посредством отыскания экстремума их взаимной корреляционной функции (откуда и происходит наименование систем).

Такие качества КЭНС, как полная автономность, высокая точность навигации и помехозащищенность, независимость точности навигации от постоянных и медленно изменяющихся ошибок измерений навигационного поля и продолжительности полета, наиболее полно отвечают требованиям, предъявляемым к современным навигационным системам. Кроме того, КЭНС можно применять в любой метеорологической обстановке, вне зависимости от времени суток и сезона, на воде и под водой, на земле и под землей, на малых высотах в непосредственной близости к земной поверхности и на больших высотах, включая космическое пространство. В дальнейшем, вероятно, для навигации и ориентации космических аппаратов можно будет использовать также различные физические поля других небесных тел Солнечной системы.

### ТИПЫ ПОЛЕЙ

В качестве навигационного поля в КЭНС могут выступать раздельно или одновременно несколько геофизических полей, имеющих различную физическую природу. **Поверхностными** полями Земли, параметры которых определены лишь для земной поверхности, служат тепловое и оптическое поля, а также поля рельефа местности и коэффициента отражения радиоволн. **Пространственные** поля Земли, чьи параметры определены в каждой точке околоземного пространства, — это магнитное и гравитационное поля. Отметим, что к настоящему времени структура и свойства поля рельефа и магнитного поля Земли изучены лучше всего.

Имея различную физическую природу, геофизические поля обладают достаточной ин-



### Принцип действия КЭНС

формативностью, стабильностью во времени, зависимостью от времени суток и сезона, помехозащищенностью. Однако они имеют разную ценность относительно применения их в средствах навигации вообще и в составе конкретных летательных аппаратов в частности. Кроме того, при практическом использовании геофизических полей в навигации важны и такие аспекты, как существование и конструктивная простота бортовых измерителей полей, наличие по данному полю картографического материала достаточной полноты и подробности, простота аппаратного построения системы в целом. И в настоящее время наиболее перспективными с этих позиций геофизическими полями можно считать поля рельефа, гравитационное и магнитное.

**Поле рельефа земной поверхности** характеризуется определенным расположением высот, то есть перепадами местности относительно какого-либо уровня, например уровня моря. Измерение параметров такого поля с бор-

та летательного аппарата осуществляется посредством радиовысотомеров или дальномеров, использующих сигналы барометрических или инерциальных измерителей высоты, чтобы задавать уровень отсчета профиля рельефа. Поле рельефа Земли наиболее изучено, оно стабильно во времени. Для него имеются отработанные средства и методики картографирования и есть возможность создания датчиков поля почти в любом диапазоне электромагнитного спектра. Указанные факторы определили то, что поле рельефа стало первым геофизическим полем, применяемым в КЭНС. Однако, используя поле рельефа, невозможно установить местонахождение объекта над морскими акваториями.

**Гравитационное поле Земли** характеризуется силой притяжения. Действие соответствующих бортовых датчиков (гравиметров) основано на измерении силы притяжения к земной поверхности в данном месте различных эталонных масс, находящихся на летательном аппарате. Гравитационное поле Земли отличается чрезвычайно высокой стабильностью,

практически полной помехозащищенностью, возможностью использования в любых районах земного шара и в любых средах для целей навигации. Вместе с тем отсутствие простых и надежных бортовых датчиков гравитационного поля Земли с требуемой чувствительностью и недостаточность картографического обеспечения затрудняет в настоящее время применение этого поля в КЭНС.

**Оптическое поле земной поверхности** образуется отдельными объектами и их взаимным расположением в видимом диапазоне излучений и характеризуется геометрическими, яркостными и спектральными признаками изображения. Бортовые измерения параметров этого поля осуществляются оптическими или телевизионными средствами.

**Тепловое поле земной поверхности** создается электромагнитным излучением отдельных ее элементов (почвы, воды, растительности, металлических и железобетонных сооружений) в инфракрасном, сантиметровом и миллиметровом диапазонах волн и характеризуется кажущейся температурой этих объектов. Данная температура измеряется на достаточно больших расстояниях, зависящих от поглощения радиации, специальными бортовыми радиометрами, которые работают в соответствующих диапазонах волн.

**Поле коэффициента отражения (поглощения) радиоволн (поле радиолокационного контраста)** определяют отражательные свойства местности в радиодиапазоне. Количественные показатели коэффициента отражения радиоволн измеряются бортовыми радиолокаторами со сканирующим лучом или с синтезированной апертурой.

## ГЕОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ

В настоящее время считается, что для глобальной навигации подвижных объектов в качестве навигационного поля КЭНС наиболее целесообразно и эффективно использовать магнитное поле Земли. Но в отдельных, особо важных случаях достоинства поля рельефа, оптического и теплового полей, поля радиоконтрастов также делают возможным и актуальным их применение, несмотря на существенные ограничения. Бортовые измерения ведутся разного рода магнитометрами и магнитными градиентометрами. Магнитное поле Земли достаточно подробно изучено, имеет высо-

кую стабильность и помехозащищенность, его можно использовать в любых районах земного шара и почти в любых средах. Применение магнитного поля Земли, впрочем, также несколько затруднено, поскольку нужно вводить статистическую фильтрацию случайных возмущений, свойственных данному полю, а кроме того, необходимо защищать датчики поля от магнитных помех носителя. Хотя в смысле стабильности, помехозащищенности и универсальности магнитное поле Земли значительно уступает гравитационному полю планеты, на сегодня его использованию свойственно то преимущество, что измерения обеспечены достаточно чувствительными бортовыми датчиками.

Магнитное поле Земли можно рассматривать как сумму постоянного и наложенного на него переменного поля, причем уровень последнего на несколько порядков меньше уровня первого. Переменное магнитное поле порождается, в частности, процессами, протекающими в ионосфере. С точки зрения навигации по магнитному полю Земли его переменная составляющая — неизбежный мешающий фактор. Полезную информацию дает только постоянное магнитное поле, которое обусловлено источниками, находящимися внутри земного шара, и поэтому имеет потенциальный характер.

Многолетние исследования физических причин и особенностей пространственного распределения геомагнитного поля позволили установить, что вектор напряженности постоянного поля — это сумма векторов напряженности нескольких полей:

$$\vec{T} = \vec{T}_0 + \vec{T}_m + \vec{T}_a.$$

Первое слагаемое из входящих в правую часть уравнения — наибольшее по величине поле  $\vec{T}_0$ , называемое **дипольным**, обусловлено однородным намагничиванием земного шара. Второе слагаемое  $\vec{T}_m$  — **материковое поле** — связано с магнитными свойствами неоднородных внутренних слоев Земли. Сумму  $\vec{T}_0 + \vec{T}_m$  принято называть **нормальным геомагнитным полем**.  $\vec{T}_a$  — **аномальное поле**, порожденное намагничиванием пород земной коры.

Нормальное геомагнитное поле имеет практически регулярный (гладкий) в пространственном отношении характер для Земли или крупных ее регионов. Модель нормального

поля описывается относительно просто, и для ее «хранения» требуется небольшой объем памяти бортового цифрового вычислительного комплекса (БЦВК). Но для навигации, в силу своего сглаженного характера, это поле мало информативно. Кроме того, материковые аномалии не остаются постоянными — они медленно и незакономерно изменяются по интенсивности, а центры их перемещаются относительно поверхности планеты. Медленным вековым изменениям подвержено также и дипольное геомагнитное поле, что связано с вековыми изменениями величины магнитного момента Земли и его направления относительно оси ее вращения. Поэтому магнитные карты нормального поля, построенные по достоверным данным, с течением времени перестают отражать реальное распределение поля по земной поверхности.

В корреляционно-экстремальной навигации, как правило, используется аномальное геомагнитное поле, оно выступает как высокочастотная или мелкоструктурная в пространственном отношении составляющая магнитного поля Земли. Величина напряженности аномального поля по отношению к величине напряженности нормального — весьма мала, но это поле содержит значительный объем информации, если рассматривать его в масштабах регионов или всей планеты. Модели аномального поля достаточно сложны, их удовлетворительное описание требует больших объемов памяти БЦВК. Вместе с тем у аномальной части геомагнитного поля есть и положительная особенность, а именно то, что в отличие от нормальной части этого поля аномальная сравнительно жестко привязана к поверхности Земли и существенно не изменяет своей интенсивности в пределах длительных отрезков времени.

## КЭНС СЕГОДНЯ

Долгое время активному внедрению КЭНС (и магнитных, в частности) препятствовали следующие обстоятельства:

— сказывалось отсутствие бортовой вычислительной техники, способной обеспечивать решение сложных алгоритмов и сохранять в памяти значительный объем априорных данных (цифрованную карту маршрута или района местности);

— далеко не сразу появились необходимые бортовые датчики для измерения элементов магнитного поля Земли с требуемой чувствительностью и помехозащищенностью;

— налицо была явная недостаточность картографического материала, отражающего распределение мелкоструктурного аномального геомагнитного поля;

— не существовало оптимальных алгоритмов оценки данных магнитных измерений и пересчета их по высоте (для сравнения с наземной картой поля);

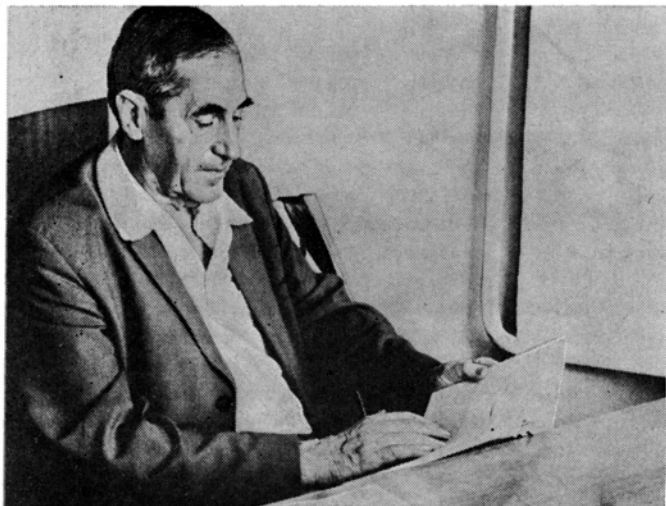
— на пути разработчиков КЭНС вставали немалые трудности, связанные с компенсацией магнитных помех носителя и статистической фильтрацией случайных помех.

Реализация методов корреляционно-экстремальной навигации потребовала использования обширного арсенала технических средств измерения и статистической обработки информации. Этому способствовали крупные достижения в области вычислительной техники, создание высокочувствительных бортовых датчиков на основе не применявшихся ранее физических принципов, использование искусственных спутников Земли для глобального картографирования геофизических полей, получение новых экранирующих материалов и математических методов уменьшения магнитных полей носителя.

Разработка сверхпроводниковых квантовых интерферометрических датчиков-магнитометров решила проблему измерения элементов магнитного поля Земли с требуемой точностью. Применение искусственных спутников Земли позволит справиться с исключительно трудоемкой задачей глобального картографирования мелкоструктурного аномального геомагнитного поля и других геофизических полей. Тем самым открываются реальные перспективы внедрения КЭНС на космических и летательных аппаратах, а также морских судах.

●

# Памяти Евгения Павловича Федорова



Евгений Павлович Федоров (1909—1986)

Советская астрономия понесла тяжелую утрату. 8 ноября 1986 года скончался видный ученый в области фундаментальной астрометрии и изучения вращения Земли, лауреат Государственной премии УССР, академик АН УССР Евгений Павлович Федоров.

Научная и научно-организационная деятельность Е. П. Федорова оказала большое влияние на развитие во всем мире исследований по комплексной астрономической и геофизической проблеме «Изучение вращения Земли». Он достойно продолжил дело, начатое в нашей стране его учителем А. Я. Орловым — одним из зачинателей той области науки, которая в последние годы получила название геодинамики. Е. П. Федоров — основатель и широко известной «киевской школы широтников», внесшей весомый вклад в исследование изменчивости широт, теорию и практику построения систем координат, связанных с Землей, Луной и другими объектами космического пространства. Богатое творческое наследие

Е. П. Федорова еще не раз будет предметом всеобщего пристального внимания.

Е. П. Федоров родился 26 июня 1909 года в Иркутске, в семье врача. В 1926 году после окончания средней школы начал трудовую деятельность чертежником на заводе. На всю жизнь он сохранил любовь к этой профессии, и впоследствии, уже будучи академиком АН УССР, он самостоятельно и с особой тщательностью выполнял графические работы для своих научных статей. В 1931 году Е. П. Федоров был призван в армию и для прохождения службы направлен в Мичуринск, где оставался до 1933 года. После уволь-

нения в запас Евгений Павлович возвращается в Иркутск и поступает сразу на второй курс физико-математического факультета Иркутского государственного университета имени А. А. Жданова.

Еще студентом Е. П. Федоров проявил интерес к научной работе. Во время прохождения производственной практики в лаборатории ядерной физики Харьковского физико-технического института он выполнил свои первые исследования по рассеянию и поглощению фотонейтронов (совместно с А. И. Лейпунским и Д. В. Тимошук). После окончания с отличием университета Е. П. Федоров в течение ряда лет преподавал в университете сначала физику, а затем теоретическую механику. Он читал курсы теории упругости, гидродинамики и механики твердого тела, занимался исследованиями в области теоретической сейсмологии. В эти годы и был заложен тот фундамент, на котором базировались все будущие исследования Е. П. Федорова по теории вращения Земли с учетом ее реального строения.



С 1939 по 1941 год Евгений Павлович исполнял обязанности директора Астрономической обсерватории Иркутского университета. С сентября 1941 года он снова в армии — сначала в войсках Южного фронта, а затем в Генеральном штабе. По ходатайству академика АН УССР А. Я. Орлова и Президиума АН СССР в мае 1944 года Е. П. Федоров был уволен из армии и принят в аспирантуру только что организованной Главной астрономической обсерватории АН УССР (ГАО АН УССР). Для прохождения практики и подготовки диссертации его направили в Полтавскую гравиметрическую обсерваторию АН УССР, где Евгений Павлович работал под руководством А. Я. Орлова. К середине 1947 года он закончил подготовку кандидатской диссертации на тему «Теория движения полюсов и колебания широты Полтавской обсерватории за время 1945.5—1946.7», которую блестяще защитил в том же году в Ленинградском университете. Скупой на похвалы А. Я. Орлов писал: «...официальные оппоненты высказались за присуждение ему ученой степени доктора, и только из-за отсутствия третьего оппонента вопрос о присуждении Е. П. Федорову степени доктора отложен на некоторое время».

В конце 1947 года А. Я. Орлов обращается в Президиум АН УССР с просьбой утвердить молодого ученого старшим научным сотрудником ГАО АН УССР. Он пишет: «...Е. П. Федоров обладает широким научным кругозором, так как работал не только в области астрономии, но также занимался физикой, сейсмологией и теоретической механикой».

К тому времени в Полтавской гравиметрической обсерватории, директором которой был А. Я. Орлов, сложилась хорошая творческая атмосфера, и Е. П. Федоров остается в штате этой обсерватории. Полтавский период жизни Евгения Павловича (1948—1959 гг.) — время творческих удач и свершений. Здесь он «при хорошей теоретической подготовке проявил себя отличным наблюдателем» (А. Я. Орлов). И действительно, изучение теоретических и наблюдательных аспектов проблемы движения полюсов Земли в работах Е. П. Федорова органически взаимосвязаны. Чтобы проверить предсказания и выводы теории вращения Земли, необходимо располагать добротным наблюдательным материалом об изменяемости широт. Поэтому Е. П. Федоров для определения цены оборота винта микро-

метра зенит-телескопа предложил так называемые шкальные пары, составленные из Вашингтонских зенитных звезд. В это же время он одним из первых поставил и решил теоретическую задачу о влиянии колебаний уровня океана на движение полюсов Земли.

В 1951 году Е. П. Федоров выдвинул новую программу широтных наблюдений (получившую название Полтавской), предназначенную для изучения периодических и медленных движений земных полюсов. Эта программа имела ряд преимуществ по сравнению с принятой тогда программой Международной службы широты. Полтавская программа широко использовалась и до сих пор используется в некоторых советских и зарубежных обсерваториях. Как известно, в наблюдаемых изменениях широты проявляются различные особенности вращения Земли, обусловленные ее внутренним строением и влиянием окружающего Землю космического пространства. Это так называемые «полярные» колебания широты. Кроме того, имеются и «неполярные» колебания, вызванные ошибками в определении координат звезд, неточностью принятых при редукции наблюдений теорий и констант, в частности теории нутационного движения Земли.

Большую известность Е. П. Федорову принес цикл работ по определению коэффициентов главных и полумесячных членов нутации в наклонности и долготе из наблюдений за изменяемостью широт и сопоставлению этих коэффициентов с их теоретическими значениями. Последние были вычислены на основании новой теории вращения Земли как упругого тела, разработанной Евгением Павловичем. Результаты его исследований послужили основой докторской диссертации ученого и опубликованы в книге «Нутация и вынужденное движение полюсов Земли по данным широтных наблюдений», изданной в 1958 году и переведенной в 1960 году на английский язык под редакцией видного геофизика Г. Джеффриса.

В эти же годы Е. П. Федоров ведет большую научно-организационную работу. Признание его научного авторитета выразилось в том, что он был избран президентом комиссии № 19 «Изучение вращения Земли» Международного астрономического союза на два срока (1955—1961), возглавлял оргкомитет симпозиума, рассматривавшего вопросы

реорганизации Международной службы широты и совершенствования международного сотрудничества ученых в этой области науки. Евгений Павлович активно пропагандировал идеи советских ученых, в частности метод А. Я. Орлова для определения координат полюса, Полтавскую программу широтных наблюдений и др.

В 1959 году Е. П. Федоров избирается директором Главной астрономической обсерватории АН УССР, в которой проработал до последних дней жизни. Еще работая в Полтаве, он обратил внимание на несовершенство применяемых методов обработки широтных наблюдений и оценки их точности. Это затрудняло объективную оценку точности наблюдений на отдельных станциях и определение координат полюса. Так возник второй цикл исследований Е. П. Федорова, в котором он совместно с учениками разработал новые методы анализа широтных наблюдений, основанные на теории случайных функций. Эти методы использованы при обработке огромного массива наблюдений широты во многих обсерваториях мира и при определении сводки координат полюса за 80 лет в однородной системе широко известной во всем мире как «Киевская система координат полюса Земли».

В 1972 году Евгений Павлович и его ученики опубликовали книгу «Движение полюса Земли с 1890.0 по 1969.0». При написании первых глав этой книги Е. П. Федоров столкнулся с проблемой неадекватности некоторых принятых определений, касающихся задания и построения координатных систем. Данной проблемой он активно занимался все последующие годы. Ученый предложил общий подход к определению ориентации координатных систем в космическом пространстве, рассмотрел возможность построения в астрометрии координатной системы, не зависящей от поступательно-вращательного движения Земли, изучил вековое движение условного международного начала. Эти работы Е. П. Федорова поражают тщательностью формулировок, глубоким пониманием оснований астрометрии и особенно тех революционных изменений, которые происходят в данной области науки в связи с внедрением принципиально новых методов измерений (лазерная локация, радионтерферометрия и др.).

В сборнике статей «Геодинамика и астрометрия», посвященном 100-летию со дня рож-

дения А. Я. Орлова, Евгений Павлович писал в 1980 году: «...обстановка на переднем крае этой науки быстро и существенно меняется... при этом часто обнаруживается необходимость укрепить ее фундамент путем пересмотра и уточнения тех принципов, понятий и определений, из которых он складывается». Именно уточнению «принципов астрометрии» и выяснению ее роли во всей системе астрономической науки были посвящены последние работы Е. П. Федорова.

Киевский период жизни ученого совпадает с бурным развитием в нашей стране астрометрии в связи с успехами в освоении космического пространства. Что, безусловно, не могло не отразиться на деятельности ГАО АН УССР: активизировались работы по селенодезии, физике Солнца и тел Солнечной системы, теоретической астрофизике, начались работы по созданию крупного астрофизического филиала обсерватории на Кавказе. Развитию Главной астрономической обсерватории АН УССР Е. П. Федоров уделял много внимания. Двери директорского кабинета были открыты для всех, кто хотел поделиться своими мыслями и заботами, внести свежие идеи и предложения, а его хозяин мог служить примером внимательного и терпеливого слушателя, доброго и мудрого руководителя.

Хорошо известна редакторская деятельность Е. П. Федорова в эти годы — практически все статьи сотрудников ГАО АН УССР и все издания обсерватории прошли через его руки и несут отпечаток его требовательности к печатному слову.

В Киеве Е. П. Федоров продолжил большую научно-организационную работу в качестве председателя комиссии по изучению вращения Земли Астрономического совета АН СССР (1962—1966 гг.), члена МАС и многих его рабочих групп и комиссий, активного участника международных форумов по проблемам вращения Земли и астрометрии.

Евгений Павлович был замечательным лектором и популяризатором астрономических знаний. Он хорошо знал историю астрономии, любил музыку и стихи. Его научно-популярные статьи публиковались в журналах «Природа», «Земля и Вселенная», «Наука і суспільство». Е. П. Федоров редактировал «Короткий астрономический календарь» и вел обширную переписку с любителями астрономии, выступал по радио и телевидению.

В ходе подготовки празднования 500-летия со дня рождения Н. Коперника он написал статью «Размышления над звездным каталогом Коперника», а его последняя работа (в соавторстве с И. Г. Колчинским) посвящена выдающемуся русскому ученому М. В. Ломоносову.

Евгений Павлович был замечательным воспитателем молодых ученых — добрым, отзывчивым человеком, щедрым на идеи, но и принципиально требовательным к результатам научной работы. Многие советские и зарубежные ученые считали большой честью обсудить результаты своих исследований с Евгением Павловичем. За большие научные достижения в 1961 году Е. П. Федорова избрали членом-корреспондентом АН УССР, а в 1969 году — действительным членом АН УССР. Ученый награжден орденами Трудового Красного Знамени, Октябрьской Революции, золотым знаком ордена «За заслуги» ПНР и многими медалями.

В 1983 году Е. П. Федоров в составе авторского коллектива был удостоен Государственной премии УССР за цикл научных трудов «Разработка теории и практическое построение координатных систем для геодинамических, селенодезических и космических исследований».

Евгений Павлович Федоров прожил необычайно богатую событиями жизнь. Он стал признанным во всем мире авторитетом в избранной им области науки. Е. П. Федорову было присуще редкое сочетание твердости убеждений и гибкости интеллекта, а его чисто человеческие качества снискали ему любовь и уважение окружающих. Светлая память об этом талантливом ученом и удивительном человеке навсегда сохранится в сердцах его коллег и учеников, всех, кто знал Евгения Павловича или хотя бы изредка встречался с ним.

Группа товарищей

## Модель рентгеновской новой

Иногда на «рентгеновском» небе вспыхивают яркие источники, которые через несколько недель исчезают — это **временные источники** (или рентгеновские новые). Некоторые из них удалось отождествить с двойными системами, где компонентами являются нейтронная звезда и голубая звезда типа Ве. Правда, были обнаружены и другие временные источники, у которых спутником нейтронной звезды являлся красный карлик. Если объяснить вспышку рентгеновской новой в системе со звездой типа Ве относительно просто (эта звезда теряет вещество, нестабильность аккреции приводит к вспышкам), то ситуация с красными карликами куда более загадочна. Ведь красный карлик не заполняет своей полости Роша и вовсе не должен терять вещество.



Дж. Хамеури, А. Кинг и Дж. Ласота (США) предложили объяснение природы временных источников, снимающее указанное противоречие. Да, действительно, в нормальном состоянии красный карлик не заполняет полости Роша, хотя и близок к ее заполнению. Через внутреннюю точку Лагранжа перетекает мало вещества, и рентгеновское излучение невелико, не больше  $10^{33}$  эрг/с. Обнаружить такой слабый источник на расстоянии в несколько килопарсек почти невозможно. Однако рентгеновский источник «освещает» фотосферу красного карлика и рентгеновские фотоны нагревают внеш-

ние слои звезды. Разогрев постепенно приводит к тому, что радиус красного карлика немного возрастает. Этого вполне достаточно, чтобы звезда заполнила свою полость Роша. Вещество начинает интенсивно перетекать к нейтронной звезде, около которой образуется аккреционный диск, — вспыхивает яркий рентгеновский источник. Но именно появление диска служит «сигналом» к уменьшению переноса вещества, он как бы загораживает от жесткого излучения поверхность красного карлика. Фотосфера остывает, радиус карлика уменьшается до прежнего размера, и перетекание вещества почти прекращается. Вспышка завершилась, процесс начинается заново...

Astronomy and Astrophysics,  
1986, 162, 1

# Космическая биология и медицина

(к 20-летию сотрудничества  
по программе «Интеркосмос»)

**В практике космических полетов медико-биологическим исследованиям всегда отводилась очень важная роль. С появлением пилотируемой космонавтики количество экспериментов возросло. Качественно новым этапом в развитии космической медицины и биологии стали работы, проводимые по программе «Интеркосмос».**

## ПЛОДОТВОРНОСТЬ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ

Почти три десятилетия отделяют человечество от начала космической эры, открытой 4 октября 1957 года запуском в Советском Союзе первого искусственного спутника Земли. Выход в космос из исключительного события превратился в постоянно действующий фактор, а освоение космического пространства вошло в планомерное, деловое русло.

Ярким примером, образцом международного сотрудничества в космосе, несомненно, стала реализация программы «Интеркосмос», принятой на совещании в Москве в апреле 1967 года. За прошедшие 20 лет в странах — участницах этой программы появились научные и производственные коллективы, которые способны решать сложные задачи, связанные с созданием приборов и научной аппаратуры, подготовкой и проведением космических исследований. Широкий обмен опытом и знаниями, постоянное увеличение объемов и количества направлений совместных работ способствуют динамичному повышению научно-технического уровня сотрудничества стран социализма в освоении космического пространства.

Важное место в программе «Интеркосмос» занимают совместные исследования ученых в

области космической биологии и медицины, ведущиеся по трем направлениям — «Космическая физиология и биология», «Космическая психология», «Радиационная безопасность космических полетов». В целях успешной реализации научных программ разрабатываются планы двух- и многосторонних соглашений по конкретным научно-исследовательским темам. Всю работу координирует постоянно действующая рабочая группа. Совещания этой группы ежегодно проходят в одной из стран-участниц. Ученые имеют возможность подвести итоги сделанного, обменяться мнениями по актуальным проблемам развития космической биологии и медицины, разработать и обсудить планы дальнейших совместных действий. На специальных научных симпозиумах в широких обстоятельных дискуссиях ученые обсуждают результаты исследований, проведенных во время пилотируемых космических полетов, в ходе выполнения научной программы на биологических спутниках Земли серии «Космос», в наземных экспериментах с моделированием влияния факторов космического полета на живой организм.

На первом этапе сотрудничества важными элементами его были деловые встречи ученых и специалистов социалистических стран на различных международных конференциях и симпозиумах, обмен результатами научных исследований, проведение совместных лабораторных экспериментов, подготовка планов и разработка аппаратуры для осуществления исследований в условиях реальных космических полетов.

Вершиной нашего космического сотрудничества с полным основанием можно назвать осуществленные в 1978—1981 годах полеты международных экипажей с участием космонавтов-исследователей из стран социализма —

Приборы, использовавшиеся в космических полетах по программе «Интеркосмос»:

«Оксиметр» — предназначен для исследования кислородного снабжения тканей человека

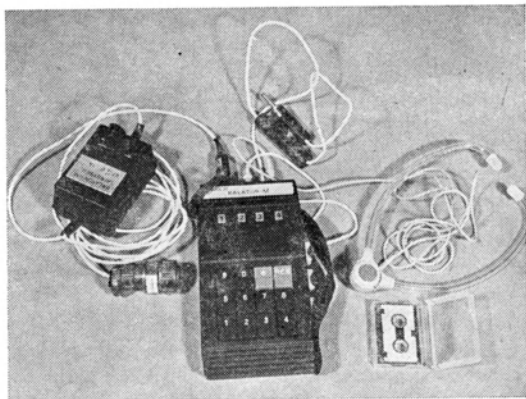


на космических кораблях «Союз» и орбитальной научной станции «Салют-6». В ходе этих полетов была выполнена обширная программа медико-биологических исследований и экспериментов, для обеспечения которых в странах-участницах разработано и создано около 40 приборов и устройств.

Следует отметить, что многие приборы — например, «Оксиметр» (ЧССР), «Электрогустометр» (ПНР), «Балатон» (ВНР), «Средец» (НРБ), «Эльба» (ГДР), «Пилле» (ВНР), «Минидоза» (СРП), «Контакт» (Куба) и другие — с успехом использовались не только во время полета космонавта данной страны, но и в последующих международных экспедициях, а также советскими космонавтами во время длительных полетов.

Таким образом, преемственность выполненных на орбите исследований стала, пожалуй, наиболее важной чертой этого этапа. Полет каждого международного экипажа в значительной мере расширял и обогащал ис-

«Балатон» — с его помощью изучают эффективность операторской деятельности человека

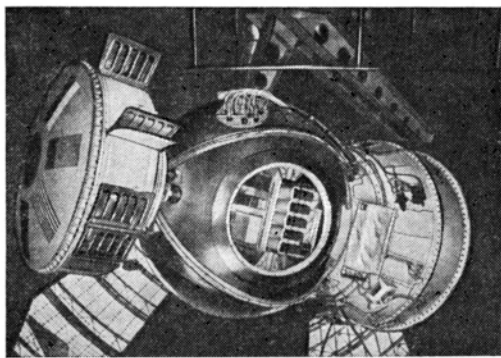


«Средец» — на нем проводились психофизиологические исследования

следования, проведенные предыдущими экипажами. И результаты каждого полета становились достоянием всех участников программы.

## НА ОРБИТЕ — БИОСПУТНИКИ

Весомый вклад в успешную реализацию медико-биологических программ космических полетов вносят эксперименты, проводимые на



Биологический спутник серии «Космос»

советских биологических спутниках Земли серии «Космос». С 1973 года было запущено семь биоспутников. Специалисты стран-участниц программы «Интеркосмос» для ряда экспериментов готовили свои биообъекты, бортовую научно-исследовательскую аппаратуру, принимали активное участие в разработке программ научных исследований; в до- и послеполетном изучении биообъектов и анализе полученных данных. Все это, в конечном итоге, способствовало увеличению объема проводимых исследований и повышению их научной значимости.

В результате совместных исследований во время пилотируемых полетов, экспериментов на биоспутниках и в модельных опытах получен ряд принципиально новых данных, исключительно важных как для решения фундаментальных проблем космической биологии и медицины, так и для совершенствования системы медицинского обеспечения космических полетов. Хотелось бы остановиться на некоторых итогах этих исследований.

Чтобы уточнить механизмы развития космической формы «болезни движения» была разработана программа эксперимента «Оптокинез» — в его основе унифицированная методика (НРБ, ВНР, СССР) оптокинетической стимуляции. Успешное выполнение этого эксперимента во время полета космонавтов на станции «Салют-7» позволило впервые количественно оценить динамику изменений вестибулярной и глазодвигательной функций на различных этапах полета. Полученные данные могут служить фундаментом для разработки

методов оценки профессионально значимых изменений в деятельности сенсорных систем, а также создания профилактических средств, повышающих надежность операторской деятельности в условиях полета.

Всесторонне изучались метаболические изменения, в частности водно-солевой обмен. Полученные во время полетов международных экипажей данные экспериментов «Стресс-индикация», «Метаболизм», «Стресс» (ВНР, ГДР, Куба, СССР) во многом уточнили процессы биохимической адаптации человека к кратковременному действию измененного уровня гравитации. Плодотворно изучается гормональная регуляция в условиях космического полета (ВНР, ГДР, ПНР, СССР, ЧССР). В эксперименте «Обмен», в котором был использован прибор «Плазма» (ЧССР), получены данные об изменениях метаболизма стероидных гормонов.

Детальные исследования животных после полетов на биоспутниках позволили выяснить механизмы изменений водно-солевого обмена в невесомости и глубже понять закономерности неспецифической адаптации организма к действию факторов космического полета. Можно полагать, что обнаруженное в эксперименте на животных замедление роста костей скелета и процессов их минерализации, снижение прочностных характеристик костей скелета обусловлены, в числе других причин, общим изменением баланса кальция в организме животных, находящихся в полете.

Исследования двигательного аппарата (ВНР, НРБ, Куба, СССР) показали: у человека в условиях невесомости способна изменяться чувствительность различных сенсорных механизмов, это может быть причиной расстройства движений и функциональной атрофии мышц, что наблюдается после космических полетов. Результаты экспериментов на животных в полетах биоспутников позволили рационализировать использование в пилотируемых полетах динамических и статических физических нагрузок. Кроме того, они дали возможность обосновать некоторые рекомендации по выбору диагностических приемов оценки состояния опорно-двигательного аппарата человека в космическом полете и в период реадaptации.

Посредством разработанного комплексного метода (ВНР, ГДР, НРБ, ПНР, СССР, ЧССР)

по определению напряжения кислорода в органах и тканях и одновременно в артериальной крови (оксигенотопография) проводится изучение кислородного режима организма человека, что существенно расширяет возможности функциональной диагностики в условиях невесомости.

В результате проведенных по программе «Интеркосмос» научных изысканий были разработаны бортовые методики и аппаратурное обеспечение — с их помощью выявляются различные аспекты психофизиологического состояния по субъективной оценке, временным и психомоторным показателям. Полученные в совместных исследованиях данные положены в основу рекомендаций, направленных на совершенствование режима труда и отдыха и средств обеспечения досуга во время космических полетов.

Набор методов и аппаратуры, разработанных по программе «Интеркосмос», дополнительно к ранее существовавшим, позволяет детально исследовать радиационную обстановку и проверять различные модели, регламентирующие возможную радиационную опасность в космосе.

Значительный интерес для дальнейшего развития пилотируемой космонавтики представляют исследования, связанные с поиском и обоснованием эффективных средств профилактики неблагоприятного влияния невесомости на организм человека. Проведенное на биоспутниках изучение биологических эффектов искусственной силы тяжести, создаваемой вращением животных на бортовой центрифуге, показало, что ее использование в определенной степени предотвращает некоторые отрицательные последствия невесомости. По-видимому, искусственную силу тяжести наряду с другими методами можно рассматривать в качестве одного из перспективных средств поддержания оптимального состояния человека в длительных космических полетах.

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

По мере увеличения длительности полетов человека в космос все более актуальной становится проблема создания на борту космических аппаратов биологических систем жизнеобеспечения, включающих различные растительные и животные организмы. Для решения

этой задачи в опытах на биоспутниках и в пилотируемых космических полетах по программе «Интеркосмос» исследовали особенности механизмов адаптации различных биологических систем к невесомости, в частности ее влияние на процесс роста и развития.

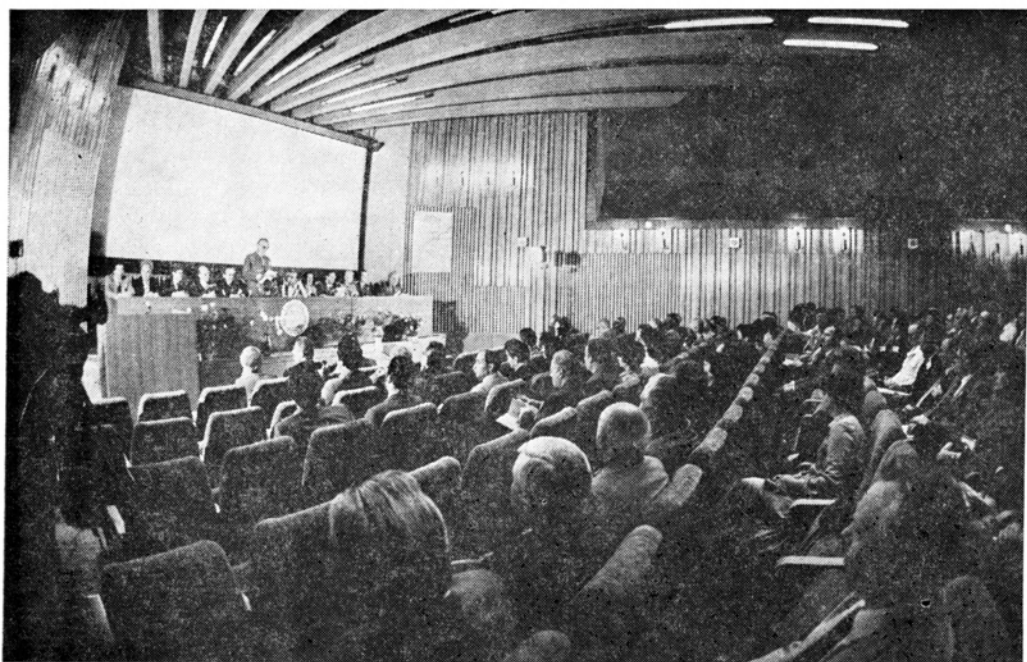
В настоящее время созданы и изучаются экспериментальные модели замкнутых экологических систем, на которых показана принципиальная возможность использования их в качестве биологических систем жизнеобеспечения космических полетов. Проведенные работы позволили сформулировать основные требования к аппаратуре, необходимой для следующего этапа исследований. Сейчас в ЧССР разрабатывается установка для одноклеточных водорослей, а для высших растений создается в НРБ нового типа космическая оранжерея «Свет».

Большое значение имеют эмбриологические эксперименты, проведенные на биоспутниках. Так, во время эксперимента на биоспутнике «Космос-1514» впервые решен принципиальный вопрос о возможности развития плода млекопитающих при действии невесомости на материнский организм. Благодаря совместным усилиям специалистов разных стран (ВНР, ГДР, НРБ, ПНР, СРР, СССР, ЧССР) получен большой объем уникальной информации о состоянии внутренних органов, развитии анализаторных систем и поведенческих реакциях у млекопитающих, прошедших часть периода пренатального развития в условиях космического полета.

Важно подчеркнуть, что исследования живых организмов в условиях космического полета, проводимые по программе «Интеркосмос», не только имеют большое практическое значение для медико-биологического обеспечения полетов человека в космос, но и вносят существенный вклад в обогащение теории об общих закономерностях адаптации организмов к условиям окружающей среды, в развитие представлений о роли гравитации в происхождении и эволюции жизни на Земле.

## ГОРИЗОНТЫ СОТРУДНИЧЕСТВА

20-летний опыт успешных совместных исследований в рамках программы «Интеркосмос» свидетельствует о высокой эффективно-



Открытие XVIII совещания постоянно действующей рабочей группы социалистических стран по космической биологии и медицине (Гагры, 1985 год)

сти такой формы сотрудничества в изучении и освоении космического пространства. Главный смысл программы «Интеркосмос» — это использовать наиболее сильные стороны партнеров для общего блага. Дальнейшее развитие сотрудничества в области космонавтики и, в частности, решение все более сложных задач космической биологии и медицины требует постоянного совершенствования форм и методов совместных исследований.

В ближайшей перспективе намечены новые совместные работы. Будут продолжаться исследования процессов адаптации человека к невесомости и поиски эффективных методов и средств поддержания его высокой работоспособности на всех этапах полета. Важное место отводится изучению механизмов развития вестибуло-вегетативных расстройств, изменений обмена в невесомости и разработке методов их купирования. Для выяснения детальных причин действия невесомости большое значение имеет разработка и сравнитель-

ная оценка различных методов моделирования физиологических эффектов невесомости.

Значительную роль в перспективных планах сотрудничества играют научные изыскания, связанные с созданием на борту космических аппаратов биологических систем жизнеобеспечения. С этой целью будут продолжены исследования на различных растениях и животных для выяснения закономерностей приспособления биологических систем к условиям невесомости.

С увеличением продолжительности полетов большое значение приобретают психологические исследования, направленные на обеспечение работоспособности человека при длительной работе в условиях невесомости, особенно связанной с внекорабельной деятельностью экипажей. Будут совершенствоваться пути и средства обеспечения радиационной безопасности космических полетов.

Самое серьезное внимание в перспективе сотрудничества уделяется внедрению методов и аппаратуры, созданных в рамках программы «Интеркосмос», в практику здравоохранения. Уже сегодня очевидны огромные возможности космонавтики, и в частности космической медицины, которые с успехом могут быть использованы для «земной» медицины.



И в этом направлении в рамках сотрудничества сделаны первые шаги. Например, прибор «Оксиметр», разработанный для исследования изменений кислородного снабжения тканей человека во время космического полета, применяется в некоторых клиниках для диагностики ряда заболеваний: в стоматологической практике — при пародонтозах; в хирургической — при пластических операциях по пересадке кожи (для определения готовности того или иного участка кожи к пересадке); в терапевтической — при язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки; в кардиологической — при ишемической болезни сердца с целью выявления предрасположенности сосудистой системы к спазмам.

Прибор «Балатон», созданный для оценки операторской деятельности и умственной работоспособности, применяется в различных областях профессионального труда, связанного с большими эмоциональными нагрузками, требующего большого умственного напряжения.

Многочисленные исследования по космической медицине дали огромный научный материал, всесторонне характеризующий «ответ» организма человека на длительное ограничение подвижности. Теперь мы знаем, что гипокинезия вызывает универсальные реакции практически со стороны всех физиологических систем организма, приводит к изменениям систем регуляции. Полученные сведения о механизмах функциональных сдвигов, вызванных гипокинезией, учитываются при лечении больных, на долгое время прикованных к постели, при назначении постельного режима — его строгости, продолжительности. Разработанные космической медициной средства и методы предупреждения детренированности различных систем организма при гипокинезии помогают в борьбе с весьма распространенным в наше время явлением малой физической активности человека.

Космической медициной накоплен большой опыт активного управления процессами адаптации организма и стабилизации здоровья человека, что представляет несомненный интерес для теории и практики общей медицины и различных направлений прикладной физиологии.

Немало может почерпнуть практическое здравоохранение и из результатов исследований в области космической психологии. Научно обосновано и внедрено в практику понятие «психологической совместимости», которое раскрывает характер и особенности межличностных взаимоотношений при коллективных действиях, особенно в автономных условиях. В настоящее время уже имеется опыт подбора коллективов различного назначения, такой подбор основан на разработанном космической психологией принципе психологической совместимости, учет которого повышает эффективность групповой деятельности и улучшает психологический климат в группе. Речь идет, в частности, об экипажах летательных аппаратов, подводных лабораторий, полярных станций, спортивных командах, многих производственных группах (в медицине, например, это бригады скорой помощи и реанимационной службы).

Но, несмотря на определенный вклад космической медицины в практику здравоохранения, она еще в долгу у земной медицины — то есть больше воспользовалась ее опытом, чем отдала. И в этом направлении многое еще предстоит сделать, в том числе в рамках программы «Интеркосмос».

Мы связываем большие надежды с перспективами использования достижений в космосе для содействия экономическому и социальному прогрессу, решения многих проблем, стоящих перед человечеством, в том числе такой, как предотвращение и ликвидация ряда болезней. Продвижение к этим целям лежит на пути мирного освоения космического пространства в условиях его немилитаризации. Лишь тогда различные государства смогут реализовать перспективные научные программы и результаты этой деятельности будут служить процветанию всех народов, населяющих нашу планету.

●



# Южный полюс, начало века

(к 75-летию открытия Южного полюса)

Кажется, внимание всего мира было тогда приковано к полюсам планеты. «Последнее белое пятно», «Большой приз», «Международные скачки к полюсу» — кричали заголовки газетных статей. В сентябре 1909 года, когда американцы Фредерик Кук и Роберт Пири почти одновременно заявили, что Северный полюс покорен, разразился совершенно беспрецедентный в истории географических открытий скандал. Оба соперника не стеснялись ни в выборе средств, ни в выборе выражений. Скандал охотно раздувала падкая до сенсаций буржуазная пресса. Заседания специально созданной комиссии, заседания суда, заседания американского конгресса... Кук или Пири? Пири или Кук?

Но оставался еще другой полюс — Южный. Летом того же 1909 года из Антарктиды возвратился англичанин Эрнст Генри Шеклтон. Его попытка достичь Южного полюса окончилась неудачей. Подошли маньчжурские лошадки, которых предполагали использовать в качестве тягловой силы, и людям пришлось самим впрягаться в сани. Они жестоко страдали от холода — морозы достигали 50—55°, от голода — при тяжелой физической работе пища явно было недостаточно. «За нами по пятам идет смерть», — писал в дневнике Шеклтон. Но, так

или иначе, четверо англичан достигли рекордной широты — 88°23'. До полюса — 179 километров. Кто следующий?

13 сентября 1909 года Роберт Скотт объявил об организации новой антарктической экспедиции: «Главной целью является достижение Южного полюса, с тем, чтобы честь этого свершения досталась Британской империи». К тому времени в Антарктике уже работала французская экспедиция Жана Батиста Шарко, туда также собирались немецкая экспедиция Вильгельма Фильхнера, шотландская экспедиция Уильяма Брюса, австралийская экспедиция Дугласа Моусона, японская экспедиция лейтенанта Тиоку Ширазе.

В ноябре 1909 года о своем намерении покорить Южный полюс объявляет Роберт Пири. Он готовится к борьбе: «Начнутся самые волнующие и головокружительные гонки, какие выдывал свет». Газеты неистовствуют: «Англия против Америки!» Участники экспедиции лейтенанта Ширазе, словно в плохом романе, подписывают обязательство собственной кровью: первым на полюсе должен быть японец!

И наконец, уже по дороге в Антарктиду, в Мельбурне, Роберт Скотт получает телеграмму норвежца Рувала Амундсена: «Имею честь уведомить Вас отправляюсь Антарктику»... Три четверти века прошло с

той поры и мы хорошо знаем, чем закончились «антарктические гонки». 15 декабря 1911 года Южного полюса на собачьих упряжках достигли пятеро норвежцев: Руал Амундсен, Оскар Вистинг, Хелмер Хансен, Сверре Хассель, Олаф Бьяланд. Через месяц, 17 января 1912 года, туда пришли пятеро англичан: Роберт Скотт, Эдвард Уилсон, Генри Боуэрс, Лоуренс Отс, Эдгар Эванс. Семьдесят девять дней шагали они, налегая на постромки тяжело нагруженных саней. Они сделали все, что могли, но на полюсе уже развевался флаг Норвегии.

«Великий Боже! — записывал в дневнике Скотт. — Что это за ужасное место и каково нам понимать, что за все труды мы не вознаграждены даже сознанием того, что пришли сюда первыми!.. Мы воздвигли гурий, водрузили наш бедный обиженный английский флаг... Прощайте, золотые грезы!»

Пожалуй, не было в истории географических открытий такого откровенного соперничества, такой откровенной борьбы за приоритет. Говорят — победителей не судят. Судят, и еще как! И сейчас — три четверти века спустя — нередко раздаются голоса: Амундсен нарушил «полярную этику», он не имел права вступать в соперничество. Однако еще в то время Роберт Скотт как истый

джентльмен сам ответил на нелепые обвинения в адрес своего соперника: «Нарушением этики может считаться только намерение какой-либо экспедиции отправиться в пункт, который был уже публично объявлен базой другой экспедиции». Амундсен же, как известно, устроил свою базу на шельфовом леднике Росса — в сотнях километров от базы Скотта. Он шел своим, еще неизведанным маршрутом, и пути их пересеклись только у полюса.

Надо сказать, что мысль о зимовке на шельфовом леднике до Амундсена никому не приходила в голову — слишком уж велика опасность. Дело в том, что нижний конец шельфового ледника всегда выдвинут в море, находится на плаву. И при сползании ледника огромные его куски — айсберги — отламываются и уплывают в океан. Кто может поручиться, что такого не произойдет во время зимовки?

Однако, читая отчеты антарктических мореплавателей, Амундсен заметил: в районе Китовой бухты конфигурация ледника за 70 лет (со дня ее открытия) практически не изменилась. Объяснение может быть только одно — ледник покоится на неподвижном основании какого-то «подледного» острова. Значит, можно на нем зимовать!

Это смелое решение еще до начала «гонок» обеспечило Амундсену некоторое преимущество. Узнав, что норвежцы высадились в Китовой бухте, Скотт записал в дневнике: «Не подлежит сомнению, что план Амундсена является серьезной угрозой нашему. Амундсен находится на 60 миль ближе к полюсу, чем мы. Никогда я не



Руал Амундсен (1872—1928)

думал, чтоб он смог благополучно доставить на барьер столько собак».

У Амундсена — 120 собак. Готовя полюсный поход, норвежцы еще осенью занялись организацией продовольственных складов. К восьмидесятой параллели было заброшено более 700 килограммов продуктов и топлива, к восьмидесяти первой — 560, к восьмидесяти второй — 620 килограммов.

План полюсного похода, тщательно разработанный Амундсеном, может поразить и мудрой предусмотрительностью, и холодной жестокостью. Впрочем, уместно ли говорить о «жестокости», когда в борьбе с полярной природой на карту ставится жизнь человека? «Так как эскимосская собака дает около 25 килограммов съедобного мяса, легко было рассчитать, что каждая собака, взятая нами на юг, означала уменьшение на

25 килограммов продовольствия как на нартах, так и на складах. В расчете, составленном перед окончательным отправлением на полюс, я точно установил день, когда следует застрелить каждую собаку, то есть момент, когда она переставала служить нам средством передвижения и начинала служить продовольствием. Этого расчета мы придерживались с точностью приблизительно до одного дня и до одной собаки. Более чем что-либо другое, это обстоятельство явилось главным фактором достижения Южного полюса и нашего счастливого возвращения к исходной путевой базе».

Дело, конечно, не только в собаках. Выбор места зимовки, предварительная заброска складов, использование лыж, более легкое и надежное, чем у Скотта, снаряжение — все сыграло свою роль в конечном успехе норвежцев. Вот только один пример. Сани Амундсена и Скотта, изготовленные одной и той же фирмой, были прочными и тяжелыми — в расчете на торосы. Такая прочность излишня для гладкой поверхности ледника, и Бьяланд по указанию Амундсена переделал сани, уменьшив их вес с 75 до 25 килограммов. Выигрыш немалый. И так во всем. Когда все до мелочей продумано, неожиданности не должно возникнуть. Путешествие без приключений — вот высшее проявление полярного профессионализма. В этом смысле полюсный поход Амундсена — эталон. Приключений не было! Если угодно, обо всем путешествии можно рассказать в трех фразах.

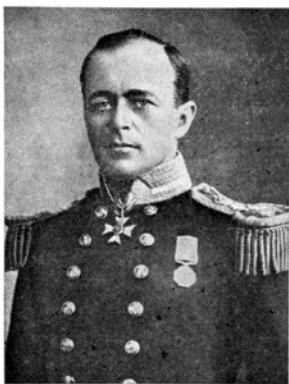
20 октября 1911 года норвежцы стартовали с четырьмя нартами, с четырьмя упряжками

по 13 собак. 15 декабря достигли полюса с двумя нартами и 17 собаками. 26 января 1912 года с 11 собаками возвратились на базу. Все по плану, даже с некоторым опережением плана — 3000 километров за 99 дней...

Когда читаешь дневники Амундсена, невольно создается впечатление, что трудностей вообще не существовало. Обманчивое, конечно, впечатление. Прав Нансен: «Когда приходит настоящий человек, все трудности исчезают, так как каждая в отдельности предусмотрена и умственно пережита заранее. И пусть никто не является с разговорами о счастье, о благоприятных стечениях обстоятельств. Счастье Амундсена — это счастье сильного, счастье мудрой предусмотрительности».

План Скотта, в отличие от плана Амундсена, был разработан только в самых общих чертах. Скотт привез в Антарктиду три мототягача, девятнадцать низкорослых, но выносливых маньчжурских лошадей и тридцать пять собак. Но один тягач затонул при разгрузке, а осенью и зимой погибли по разным причинам девять лошадей и десяток собак. Впрочем, всем этим «видам транспорта» Скотт отводил только вспомогательную роль. Главная «тягловая сила» — люди.

Осенью англичане сумели заложить только один склад — склад «Одной тонны» на широте 79°30' S. Предполагалось, что весной мототягачи доставят грузы для склада на широте 80°30' S, а лошади и собаки смогут дойти по крайней мере до ледника Бирдмора — до широты 83,5° S. Правда, все эти расчеты даже у само-



Роберт Скотт (1868—1912)

го Скотта вызывали большие сомнения — он не верил ни в надежность тягачей, ни в силу собак, не знал, как лошади перенесут морозы и пургу. Поэтому даже окончательный план содержал в себе многочисленные «если». Если моторы сломаются, не дойдя... Если удастся сохранить силы лошадей... Если снег будет не слишком глубоким для собак... Кстати сказать, уже в Антарктиде Амундсен предложил передать Скотту половину своих собак. Скотт отказался.

Фактически англичане так и не использовали «собачий транспорт». «С моей точки зрения, — писал Скотт, — ни одно путешествие на собаках не может принести таких результатов, как поход, участники которого преодолевают трудности, опасность и лишения, полагаясь лишь на собственные силы, проводят в тяжелом физическом труде дни и недели, чтобы проникнуть в некоторые тайны великого неведомого. Несомненно, что в последнем случае победа достигается более благородным способом, становится более блистательной».

Что ж, они действительно вели себя героически. Эдгар

Эванс, провалившись в ледниковую трещину, получил, видимо, сотрясение мозга. Вдобавок он обморозился, обессилел, тащить сани уже не мог. Но день за днем — до самой кончины — упрямо брел по санному следу — падая, и снова поднимаясь.

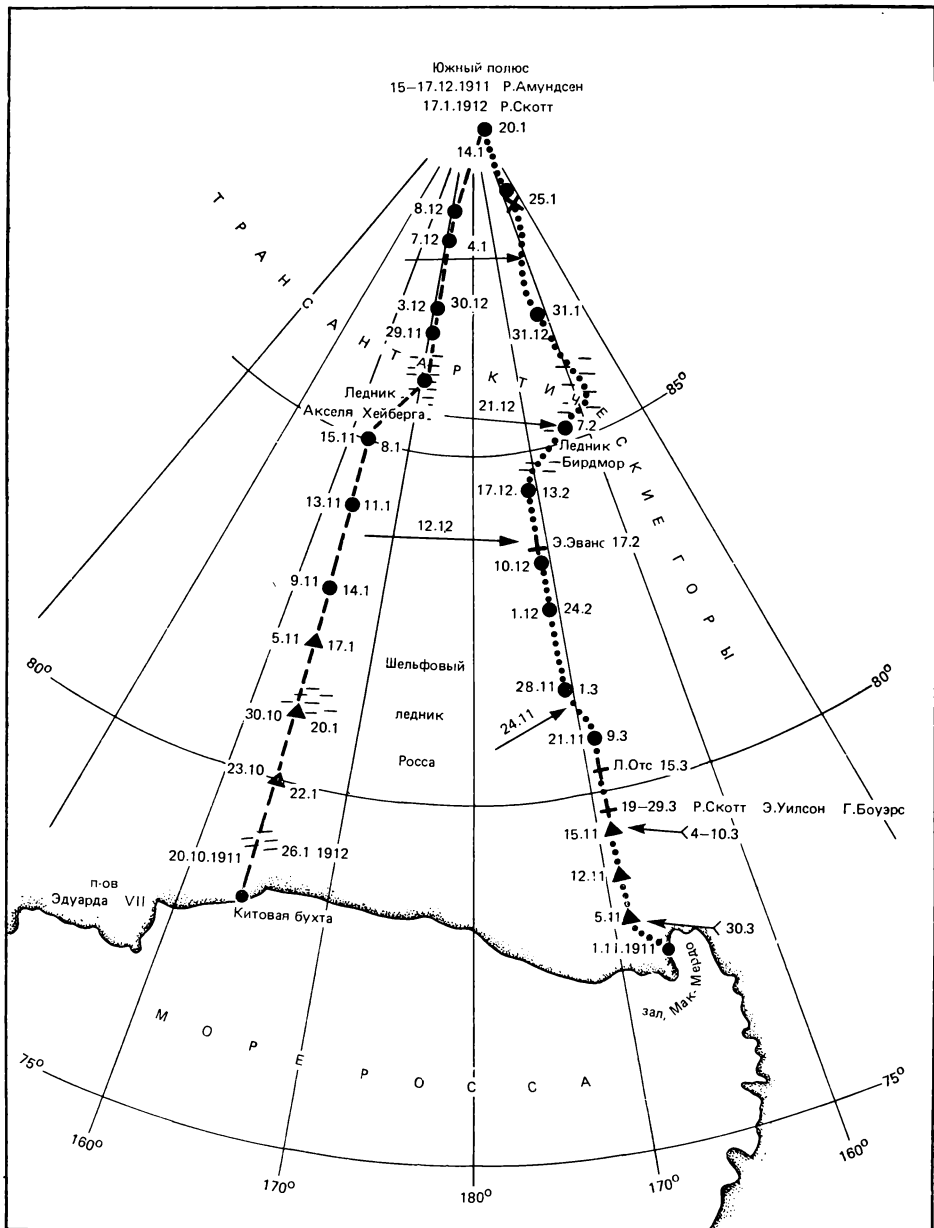
Лоуренс Отс обморозил ноги. Началась гангрена, но никто не слышал от него ни единой жалобы. Как и Эванс, он мужественно брел за санями, больше всего страдая от того, что стал обузой для отряда. Однажды утром, когда все проснулись, он расстегнул палатку:

— Пойду пройдуся. Может быть, не скоро вернусь.

«Он вышел в метель, и мы его больше не видели, — пишет Скотт. — Мы знали, что бедный Отс идет на смерть, и отговаривали его, но в то же время создавали, что он поступает как благородный человек и английский джентльмен. Мы все надеемся так же встретить конец, а до конца, несомненно, недалеко».

К вечеру 19 марта до большого, заложенного еще осенью склада «Одной тонны» оставалось всего 11 миль. Все обессилели, у всех обморожены ноги, сам Скотт записывает в дневнике: «Лучшее, на что я теперь могу надеяться, это ампутация ноги; но не распространится ли гангрена? — вот вопрос». И все же они по-прежнему готовы к борьбе. Если бы не шторм... День за днем, десять дней подряд... Кончились продукты, кончился керосин...

Маршруты экспедиций Р. Амундсена и Р. Скотта к Южному полюсу (схему составил В. С. Корянин)



- Маршрут Р.Амундсена
- Маршрут Р.Скотта
- Склады, организованные по маршруту:
- во время маршрута
- до его начала
- участки трещин
- места гибели участников экспедиции
- места и даты возвращения вспомогательных отрядов
- места и даты ожидания отряда Р.Скотта спасательными отрядами
- место возвращения экспедиции Э.Шеклтона в 1909 г.

Только через восемь месяцев спасательная партия обнаружила почти занесенную снегом палатку. Скотт, видимо, умер последним — спальный мешок распахнут, рука лежит поперек тела товарища... Три записных книжки дневника лежали у него под плечами..

Давно уже изданы и многократно переизданы дневники Роберта Скотта, дневники Руала Амундсена. Но вновь и вновь в десятках книг и в сотнях статей проводится подробный разбор «антарктических гонок», вновь и вновь обсуждаются причины трагедии англичан.

Стефан Цвейг, включивший новеллу о Роберте Скотте в свой исторический цикл «Звездные часы человечества», был убежден, что первопричина — чисто психологическая: «...стальная пружина воли ослабла. В походе к полюсу их окрыляла великая надежда осуществить заветную мечту всего мира; сознание бессмертного подвига придавало им нечеловеческие силы. Теперь же они борются только за спасение собственной жизни, за собственное существование, за бесславное возвращение, которого они в глубине души, быть может, скорее страшатся, чем желают...»

Конечно, тяжелым был моральный удар, ненужное соперничество стало для Роберта Скотта и его товарищей началом трагедии. Но все-таки объяснить гибель отряда только моральным фактором было бы и несправедливо, и даже унижительно для мужественных англичан. Сам Роберт Скотт в своей предсмертной записке «Послание обществу» писал: «Причины катастрофы не вызваны недостатками ор-

ганизации, но невезением в тех рискованных предприятиях, которые пришлось предпринять».

В общем-то он называет единственную причину — катастрофическая непогода. Но в действительности «непогода» — это и есть обычная антарктическая погода в марте. Рыхлый снег, пурга, морозы до минус сорока на последнем участке пути — всего этого можно было ожидать. Нет, не в невезении тут дело!

Успех или поражение любой экспедиции, а полярной в особенности, складывается из сотен мелочей. А впрочем, неверное это слово — мелочей в экспедиции не бывает! Важно все — застужка на анорачке, форма шипов на ботинке, прокладка в канистре... Нансен, например, сумел уговорить Скотта взять с собой лыжи и даже рекомендовал ему прекрасного инструктора, норвежца Триугве Грана, который стал участником экспедиции. Но никто из англичан так и не пожелал научиться ходить на лыжах. Позже, во время полюсного похода, когда люди, увязая по колено, будут тащить сани по рыхлому снегу, Скотт вспомнит о советах Нансена: «Одно средство — лыжи, а мои упрямые соотечественники питают против них такое предубеждение, что не запаслись ими».

На обратном пути, на спуске по леднику Бирдмора, они заблудились, не могли найти в тумане очередной склад продовольствия. «То нам казалось, что мы взяли слишком вправо, то... слишком влево... Были минуты, когда казалось, что найти выход из этого хаоса почти невозможно... мы ежеминутно стали попадать в

трещины. Великое счастье, что все обошлось без беды». Вечером, после двенадцатичасового блуждания впервые пришлось уменьшить рационы. Утром обнаружили старый след, и... опять сбились с пути. Угодили в настоящий лабиринт трещин. Вновь полуголодная ночевка. Провизии осталось всего на один раз. Где же склад?

На следующий день, когда склад был уже найден (пищи здесь всего на три с половиной дня), когда они — почти сытые — сидели в палатке, Скотт записывал: «Вчера мы пережили самое тяжелое испытание, какое приходилось испытывать за все путешествие. Оно оставило в нас жуткое ощущение угрожающей опасности. Опасность теперь миновала, но ясно одно — нужно спешить...» Теперь в дневнике почти постоянно — до склада столько-то миль, продуктов на столько-то дней. Они сократили рационы, сократили время на сон. «Ташимся через силу, подстрекаемые страхом голода...»

Амундсен предвидел: на обратном пути — в тумане, во время пурги — разыскивать склады продовольствия будет нелегко. Поэтому у каждого он заранее выставил по два десятка шестов — через 900 метров друг от друга, восемнадцатикилометровым рядом. Каждый шест маркировали. Мало того, вдоль всего пути к полюсу норвежцы через каждые 9 километров строили двухметровые снежные башни. Нелегкая работа — вырезать девять тысяч снежных глыб, сложить сто пятьдесят башен. Нелегкая, но необходимая.

Амундсену пришлось-таки

тратить время на поиски складов. Но он тратил на это десятки минут, тогда как англичане — часы и дни. И вот здесь-то уж действительно — психологический мотив. Поиски складов стали для англичан проклятием. Боязнь не найти очередной — дамокловым мечом, призраком голодной смерти. А сколько других подобных «мелочей». Раз за разом, например, англичане с ужасом убеждались, что канистры с бензином, которые на пути к полюсу они оставляли в хранилищах, на обратном пути оказывались полупустыми. Англичане мерзли по ночам, страдая от недостатка воды, возможно даже от обезвоживания организма.

«Мы все-таки справились бы, несмотря на погоду, — писал Скотт, — если бы не болезнь второго нашего сотоварища... и не нехватка горючего на наших складах, причину которой я не могу понять». К сожалению, Скотт, по его собственным словам, был «горестно несведущ» в литературе о полярных странах. Амундсен, да и другие полярные путешественники еще раньше сталкивались с этим «непонятым» явлением — исчезновением бензина. Легко понять — все дело в прокладках. У Амундсена были прокладки, предотвращающие утечку. Одну из его канистр нашли у восьмидесяти шестой параллели через полсотни лет. Ее содержимое полностью сохранилось!

Можно приводить еще десятки примеров. Можно сопоставлять степень подготовленности норвежцев и англичан к полюсному маршруту. Можно сравнивать продуманность планов, качество снаряжения. И всегда такие сравнения бу-

дут не в пользу английской экспедиции. Думается, что причина их трагедии не в невезении или непогоде. Она — в незнании специальной литературы, в отсутствии полярного опыта. «Мужества, твердости, силы им было не занимать. Немного больше опыта — и их предприятие увенчалось бы успехом» — так оценил Амундсен подвиг экспедиции Скотта.

Правильно говорят: «В победе человек показывает, что он может, в поражении — чего он стоит». Дневник Скотта не блещет изяществом стиля, он и не предназначался для публики. Но в дневнике есть то, что важнее литературных красот — правда жизни и величие духа Человека.

Когда умирал Эдгар Эванс, когда умирал Лоуренс Отс, никто не предложил использовать шанс — простой и бесчестный: покинуть больных, чтобы попытаться выжить. «Мы выполнили свое задание, достигнув полюса, и сделали все возможное, вплоть до самопожертвования, чтобы спасти больных товарищей».

Перед смертью, уже потеряв надежду, трое писали письма родным, близким.

Уилсон — жене: «Мы боролись до конца, и нам не о чем жалеть. Все хорошо».

Боуэрс — матери: «Замечательно умереть с такими товарищами, как у меня... и ты должна знать, что конец был спокойным, все равно, как сон на морозе».

Скотт — жене: «Я полагаю, что шансов на спасение нет. Мы решили не убивать себя, бороться до конца, пробиваясь к этому складу, но в борьбе этой наступил безболезненный конец... Заинтересуй мальчика естественной историей, если

сможешь; это лучше, чем игры... Больше всего он должен остерегаться лени, и ты должна охранять его от нее. Сделай из него человека деятельного... Как много я мог бы рассказать тебе об этом путешествии! Насколько оно было лучше спокойного сидения дома в условиях всяческого комфорта! Но какую придется платить за это цену!... Скажи сэру Маркхему, что я часто его вспоминал и ни разу не пожалел о том, что назначил он меня командовать «Дискавери»».

И последняя запись — 29 марта: «Жаль, но не думаю, чтобы я был в состоянии еще писать». Ниже — подпись; по черк, кажется, совсем не изменился. А еще ниже, уже без даты, — две строки, трагические и мужественные: «Ради Бога, не оставьте наших близких...»

Три четверти века прошло с той поры. Десятки стран, не соперничая — сотрудничая, принимают теперь участие в исследовании Антарктиды, континента без государственных границ, континента мира и дружбы.

И если посмотреть на карту Антарктиды, то можно найти и море Амундсена, и Землю Скотта, и горы Скотта. Можно также найти и пик Кучина — это название дано в честь русского участника экспедиции Амундсена, молодого океанографа Александра Степановича Кучина. Бухта Омельченко названа в честь Антона Лукича Омельченко, который в экспедиции Скотта ухаживал за пони. А пик Дмитрия — в честь каюра английской экспедиции Дмитрия Семеновича Гирёва. (При обратном переводе с английского фамилия его не-

редко искажалась — Горев, Геров, и на картах появились остров и пик Горева.)

Теперь, десятилетия спустя, странным и ненужным кажется ажиотаж «гонок к полюсу».

Не так уж важно, кто был первым. И норвежцы, и англичане одержали победу, только англичане заплатили за нее жизнь. И как признание их общей победы, научно-иссле-

довательская станция на Южном полюсе, которая работает уже три десятка лет, носит название «Амундсен — Скотт»!

## Загадочность камерунской трагедии



21 августа 1986 года более полутора тысяч жителей из поселков, окружающих озеро Ниос на северо-западе Камеруна, погибли в результате выброса ядовитых газов со дна озера. Длинной в полтора километра и шириной в 900 м — это озеро представляет собой заполненный водой кратер вулкана. Вулкан расположен в северной части Камерунской вулканической цепи, протянувшейся до Атлантического побережья, а затем еще на 700 км по дну Гвинейского залива. К Камерунской цепи принадлежит и вулканическое озеро Мунун, на берегах которого в 1984 году также произошли трагические события, унесшие жизни 37 человек.

Эта вулканическая цепь — зона ослабленной земной коры, где вулканическая активность началась около 200 млн. лет назад и продолжается до наших дней. Последнее мощное извержение ныне действующего здесь вулкана Камерун (в 275 км от озера Ниос) было в октябре — ноябре 1982 года. С 1983 года к юго-востоку от вулкана произошло два ощутимых землетрясения, а с 1984 года тут регистрировали в среднем около двух слабых толчков каждые трое суток.

Как показывают наблюдения, температура воды в озере Ниос почти не меняется по всей глубине и составляет около 23°С. Поверхностный слой содержит много кислорода, который ниже 10-метрового уровня практически исче-

зает. На глубине вода прозрачная и насыщена железом. Породы дна окрашены в темно-коричневый цвет и серного запаха не имеют!

Ученые опросили пострадавших и очевидцев трагедии, они рассказали: все началось со взрыва, шум которого доносился со стороны озера, а через несколько минут вокруг уже лежали мертвые тела. В живых остались лишь те, кто оказался либо на возвышенном месте, либо в случайно образовавшихся воздушных «карманах», либо вообще несколько минут не дышал. Так, один крестьянин, почувствовав удушье... опустил голову в ведро с водой. Когда он через минуту-другую поднялся, все члены семьи были мертвы. Обследование показало, что люди умерли от отравления газом, у некоторых возникли также ожоги на коже.

Позднее установили, что облако газа, двигаясь от озера, заполняло низины. Одна его часть достигла поселка Ниос, где и стала причиной гибели людей. Другая, двигаясь на запад, заполнила долину реки Ча в 25 км от озера, здесь также все погибли. В иных местах были даже повалены кукурузные и банановые посадки.

Перед самой катастрофой, как сообщили некоторые из опрошенных жителей, на берегу озера наблюдались необычные явления. Один свидетель рассказал о «светящемся

облаке», висевшем над водой, другой утверждал, что видел высокую волну, захлестывающую полуостров на северном берегу. Листья растений и скальные выступы на следующий день, согласно еще одному сообщению, были покрыты белым налетом. До 24 августа уровень воды в озере — ниже обычного, затем вернулся к норме. Выделение газа с водной поверхности продолжалось несколько суток — это увеличило число жертв.

Окончательных выводов о том, что было первопричиной выделения газа со дна и каков механизм процесса, ученые пока не сделали. Однако отмечено: нет никаких свидетельств вулканических или сейсмических явлений, которые могли бы вызвать подобные выделения. (Правда, ближайший сейсмограф находился в 150 км от места событий.) Высказывается такая гипотеза: низкотемпературные магматические газы, насыщенные CO<sub>2</sub>, сначала медленно просачивались, а затем последовал резкий выброс газа. Еще одна версия: в озере, ранее обладавшем четкой стратификацией водных слоев, внезапное перемешивание воды привело к резкому подъему насыщенных газом слоев из глубины на поверхность.

Изучение причин необычного и трагического события продолжается. По мнению известного французского вулканолога Гаруна Тазиева, посетившего Камерун, необходимо эвакуировать население из окрестных районов.

Smithsonian Institution SEAN  
Bulletin, 1986, 11, 8





# Клавдий Птолемей — выдающийся астроном древности или... фальсификатор науки?

С именем Клавдия Птолемея, александрийского астронома II века нашей эры, связывают обычно его геоцентрическую систему мира, просуществовавшую громадный с исторической точки зрения срок — полтора тысячелетия. Общепринятая и официально признанная (как наукой, так и христианской церковью), теория Птолемея только в XVI—XVII веках уступила свои позиции гелиоцентрической системе мира Коперника.

Многие знают, что и геоцентрическая система, и ряд других астрономических работ Птолемея вошли в одно большое сочинение, получившее известность под названием «Альмагест». Однако это название было дано не Птолемею, оно — позднейшего, притом арабского, происхождения. Сам же Птолемей писал по-гречески и назвал свое сочинение «Μεγάλη σύνταξις» («Μεγάλη синтаксис», или «Большое сочинение»). Впрочем, слово «синтаксис» имеет несколько значений. Его можно перевести еще и как «трактат», и как «построение».

Птолемей в ссылках на свой труд также часто называл его

«Μαθηματικὴ σύνταξις»,

что означает «математическое сочинение». Арабские переводчики труда Птолемея — из ува-

жения ли к автору, или просто по небрежности — превратили «μεγάλη» («большое») в «μεγίστη» («величайшее»), так что у арабов книга Птолемея стала именоваться сокращенно «Al Magisti» — откуда и произошло название «Альмагест».

История не оставила нам никаких сведений о жизни Птолемея. Из его сочинения известно: жил и работал он в Александрии, свои астрономические наблюдения начал в 127 году нашей эры и вел их до 141 года, а свой труд закончил к 146—147 годам. Отсюда можно сделать предположение, что Птолемей родился между 87 и 100 годами н. э. и умер между 160 и 175 годами. В таких пределах и указывают годы жизни Птолемея большинство авторов. Уточнить эти даты пока не представляется возможным.

Однако нам кажется, что год рождения Птолемея ближе все-таки к 100 году, чем к 87, поскольку вряд ли он приступил к своим наблюдениям только в возрасте сорока лет — скорее, он начал их в 27—30 лет. С другой стороны, в 165 году по Египту прокатилась страшная эпидемия чумы, и с большой степенью вероятности тот год мог быть последним годом жизни Клавдия Птолемея.

ЧТО ЖЕ СОБОЙ  
ПРЕДСТАВЛЯЕТ  
«АЛЬМАГЕСТ»?

Это весьма обширное сочинение — его английский перевод занимает более 600 страниц большого формата. «Альмагест» был разделен самим Птолемею на 13 книг. Впоследствии переписчики, переводчики или комментаторы разделили каждую книгу еще и на главы (от 5 до 19 глав в каждой книге). В том, что деление на главы не принадлежит самому Птолемею, убеждает отсутствие в тексте каких-либо ссылок на номера или названия глав.

Книга I — вводная. В ней утверждается, что небесный свод движется как единая сфера. Земля шарообразна и неподвижна, находится в центре небесной сферы и имеет по сравнению с ней ничтожно малые (точечные) размеры. В книге приводятся основы птолемеевой сферической тригонометрии, дается ряд полезных таблиц, а также описание некоторых простых угломерных приборов.

В книге II приводятся решения некоторых общих задач сферической астрономии. Движение Солнца по эклиптике и солнечная аномалия (происходящая, как мы теперь знаем, от неравномерности движения



Александрийский астроном и географ  
Клавдий Птолемей  
(рисунок взят из книги А. А. Гурштейна  
«Извечные тайны неба»)

Земли вокруг Солнца по эллиптической орбите) рассматриваются в книге III, а в книге IV — видимое движение Луны и его аномалии. В книге V Птолемей строит свою теорию движения Луны, основанную на комбинации нескольких круговых движений, для чего использует понятия об эксцентре и эпицикле, введенные ранее (в III книге).

Книга VI посвящена теории солнечных и лунных затмений, базирующейся на расчетах моментов сизигий (новолуний и

полнолуний), а также особенностях движения Луны, связанных с тем, что ее орбита наклонена к плоскости эклиптики на небольшой угол ( $5^\circ$ ). Здесь же приведены таблицы затмений.

В VII и VIII книгах приводятся описания созвездий, видимых с территории Греции и Александрии, и, кроме того, каталог звезд, составленный Птолемеем на основе собственных наблюдений и наблюдений Гиппарха (II век до н. э.). В этом каталоге даны положения 1025 звезд.

Сама же знаменитая «система мира Птолемея», которая описывается (далеко не всегда правильно) во всех учебниках астрономии и во многих популярных книгах, содержится в IX—XI книгах «Альмагеста».

В книге XII Птолемей рассматривает попятные движения планет на небесной сфере и находит, что охватываемые ими дуги находятся в согласии с его теорией. Здесь же приводится таблица точек стояния планет (где планета меняет прямое движение вдоль эклиптики на попятное или наоборот). В XIII книге рассказывается о движении планет по широте.

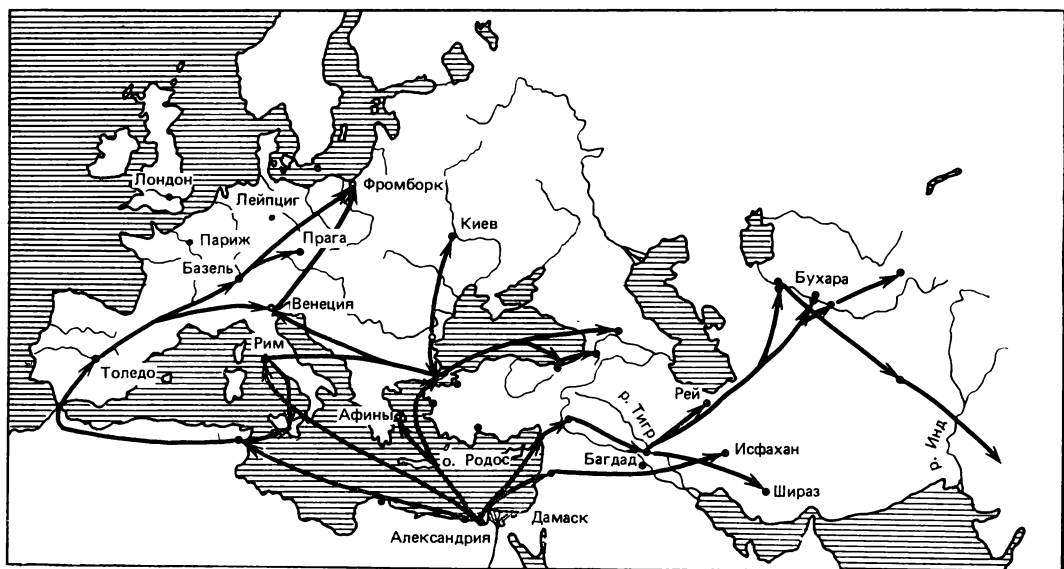
Это краткое перечисление, разумеется, не охватывает всех вопросов, изложенных в труде Птолемея.

#### СУДЬБА «АЛЬМАГЕСТА»

Наблюдения самого Птолемея, о которых говорится в его труде, выполнялись с 127 до 141 года н. э. «Альмагест» был закончен автором в 146 или 147 году и издан около 150 года.

Слово «издан» надо понимать не так, как мы его понимаем теперь. Закончив свой труд, Птолемей передал его переписчикам, они от руки должны были сделать с него несколько копий. Такие копии рассылались в крупнейшие библиотеки, отдельным ученым и влиятельным особам. В дальнейшем с этих первых копий снимались новые. Переписчики не всегда точно следовали оригиналу: допускали описки, а иногда брали на себя смелость делать сознательные поправки и даже дополнения.

Известно, что «Альмагестом» наряду с трудами Гиппарха



Карта распространения «Альмагеста» во II—XVII веках

пользовались многие современники Птолемея, например римский естествоиспытатель и врач Гален (129—201), антиохийский астролог Веттий Валент (II в. н. э.). В III веке древнегреческий математик и механик Папп Александрийский написал комментарии к «Альмагесту». К сожалению, эти комментарии до нас не дошли, но из других трудов Паппа известно, что к началу IV века н. э. книга Птолемея считалась стандартным учебником астрономии, каковой она и оставалась в течение еще 1300 лет. Спустя полвека после Паппа комментарии к «Альмагесту» написал известный математик того времени Теон Александрийский. Позднее в составлении комментариев к III книге «Альмагеста» принимала участие и дочь Теона, знаменитая женщина-математик Гипатия, трагически погибшая при нападении в 415 году на Александрийскую библиотеку толпы фанатиков-христиан (Земля и Все-

ленная, 1970, № 1, с. 72.— Ред.). В огне погибла часть библиотеки с многими сочинениями древних ученых, в том числе труды Гиппарха и Птолемея. В 640 году по приказу халифа Омара библиотека была окончательно уничтожена фанатиками-мусульманами.

Но, к счастью, «Альмагест» хранился не только в Александрийской библиотеке. Его копии попали, как мы знаем, в Рим, а также в Персию, где в годы правления царя Шапура I (241—272) «Альмагест» перевели на среднеперсидский язык (пехлеви). Во второй половине VII века «Альмагест» был переведен на сирийский язык (перевод не сохранился), затем на арабский. Вообще известны два арабских перевода «Альмагеста». Первый был сделан в 827—828 годах арабским математиком Хадждажем ибн-Юсуфом ибн-Маттаром (786—833). Он сохранился благодаря копии XI века и находится сейчас в библиотеке

Лейденского университета. Второй перевод был выполнен полвека спустя, в 879—890 годах, Исхаком ибн-Хунаймом ан-Насрани (умер в 910—911 гг.) и затем обработан выдающимся сирийским математиком Сабитом ибн-Коррой (836—901). Копии этого перевода имеются в национальных библиотеках Туниса, Франции и Испании. В Париже и Ватикане есть также три греческих копии IX—X веков.

Первый дошедший до нас перевод «Альмагеста» на латинский язык (научный язык средневековья) сделал в 1175 году Герард из Кремоны. В 1515 году перевод напечатали в Венеции. (Незадолго до этого в Сицилии был выполнен другой перевод, но он утерян.) Греческий текст «Альмагеста» попал в Европу лишь в XV веке. Австрийский астроном и математик Георг Пурбах (1423—1461), а затем его ученик Иоганн Региомонтан (1436—1476) подготовили краткое из-

ложение «Альмагеста» (издан в 1473 году). Полный греческий текст «Альмагеста» опубликовал в 1538 году Гервагиус (г. Базель).

В 1898 и 1903 годах в Лейпциге появился заново пересмотренный греческий текст «Альмагеста» (под редакцией И. Л. Гейберга). Он послужил основой для дальнейших переводов на другие языки.

Первый перевод на французский язык сделал Н. Альма (1813 и 1816 гг., Париж). Гораздо лучше перевод К. Манициуса на немецкий язык, изданный в Лейпциге в 1912—1913 годах и переизданный полвека спустя под редакцией известного специалиста по истории науки древнего мира О. Нейгебауэра.

Наконец, только в 1984 году вышел весьма квалифицированный перевод «Альмагеста» на английский язык. Он выполнен историком науки Дж. Тумером.

Существует перевод «Альмагеста» и на русский язык. Он сделан известным историком науки профессором И. Н. Веселовским (1892—1975), но пока находится только в рукописи.

## «ПРЕСТУПЛЕНИЕ КЛАВДИЯ ПТОЛЕМЕЯ»

Так назвал свою монографию, увидевшую свет в 1977 году, ее автор — американский исследователь Роберт Ньютон.

В чем же состоит «преступление» Птолемея? По мнению автора, Птолемей подделывал свои наблюдения, умышленно вносил в них поправки. Так же Птолемей поступал с наблюдениями своих предшественников (Гиппарха, Тимохариса, вавилонских астрономов). Р. Ньютон тщательно анализирует наблюдательные данные тех лет

и находит в некоторых из них отличия от моментов или положений, рассчитанных по современной теории.

Для доказательства искажения Птолемеем той или иной величины в наблюдениях Р. Ньютон применяет много раз один и тот же прием. Он учитывает средние погрешности наблюдений той эпохи и вычисляет вероятность того, что установленные им отклонения объясняются случайными погрешностями наблюдений. Поскольку обычно отклонения в несколько раз превосходят среднюю погрешность, вероятность случайного происхождения этих отклонений оказывается весьма малой. Значит, говорит Р. Ньютон, наблюдение подделано.

Автор пользуется еще и таким рассуждением: допустим, говорит он, что Птолемей ни в чем не виноват, а подделывал наблюдения некий его ассистент, скрывая это от Птолемея. Но зачем это было нужно ассистенту? Логический анализ приводит Р. Ньютона к неизбежному выводу: таким мифическим ассистентом мог быть... только сам Птолемей. Что можно сказать по данному поводу? Количественный анализ Р. Ньютона опровергнуть трудно.

Тогда поставим вопрос иначе: если Птолемей сам вносил поправки в свои и чужие наблюдения, то зачем это ему было нужно?

Мы знаем, что в геоцентрической системе мира Птолемея движения Луны, Солнца и пяти планет вокруг Земли описываются сложной комбинацией равномерных круговых движений. В действительности же планеты и Луна движутся неравномерно и по эллипсам, да

еще воздействуют друг на друга, вызывая дополнительные отклонения. Но и после открытия закона всемирного тяготения Исааком Ньютоном создание теории движения Луны представляло одну из труднейших задач даже для таких ученых, как Эйлер, Клеро, Даламбер и других. И основная причина этих трудностей — учет возмущений, создаваемых Солнцем. А ведь Птолемей и понятия не имел о законе тяготения, о движении Луны по эллипсу, о действии возмущений. Изучая видимое движение Луны, он выделил основные «неравенства», то есть отклонения от равномерного кругового движения, и попытался описать их введением эксцентрически расположенного круга — эксцента и малого круга — эпицикла, по которому и движется Луна.

Теория Птолемея в принципе не могла точно описать видимые движения Луны, планет и Солнца. Птолемей понимал это и тем не менее не мог отказаться от равномерных круговых движений и искать истинную форму планетных орбит и законы движений небесных тел по этим орбитам.

Птолемей пошел по другому пути. Он решил «исправить» те наблюдения, которые недостаточно хорошо согласовывались с его теорией.

Конечно, поступок Птолемея противоречит всем нашим представлениям о научной этике. Подгонка результатов наблюдений или экспериментов «под теорию» — грубейшее нарушение моральных принципов научного исследования. Но можно ли утверждать, как делает Р. Ньютон, что эти в сущности мелкие поправки, внесенные Птолемеем в свои и

чужие наблюдения, нацело перечеркивают значение его труда, и было бы лучше для науки, если бы «Альмагест» до нас не дошел?

Нет, с таким утверждением согласиться нельзя. И для этого есть серьезные основания.

## ЗНАЧЕНИЕ «АЛЬМАГЕСТА» В АСТРОНОМИИ

Мы уже говорили, что в определенном смысле «Альмагесту» сильно повезло. В отличие от многих других сочинений классиков древней науки, сочинений, оказавшихся для нас утраченными навсегда, «Альмагест» сохранился, да еще в нескольких копиях. Это последнее обстоятельство очень важно потому, что не все копии содержат полный текст «Альмагеста». Так, одна из парижских копий содержит только книги с I по VII, а копия, хранящаяся в Эскориале, — книги с V по VIII. Наличие же нескольких разных копий одного и того же текста позволяет уточнить смысл неясного выражения или выявить ошибку переписчика.

Ведь только благодаря «Альмагесту» дошли до нас все сведения о работах Гиппарха и более ранних астрономов Вавилона и Греции, и среди них — звездный каталог Гиппарха. Кропотливые исследования этого каталога были выполнены в 1982—1984 годах австралийским астрономом Д. Роулинсом и советскими астрономами Ю. Н. Ефремовым и Е. Д. Павловской. Советские ученые применили остроумный метод: они изучили положения звезд с большим собственным движением (о котором ни Гиппарх, ни Птолемей не имели ни малейшего

представления) и по их координатам вычислили эпоху составления каталога: 150 год до н. э. (с возможной погрешностью  $\pm 40$  лет). Это совпадает с периодом деятельности Гиппарха. Роулинс, в свою очередь, доказал, что наблюдения положений звезд выполнены на широте Родоса (где работал Гиппарх), а не в более южной Александрии. Птолемей лишь сделал поправку на прецессию в координатах звезд каталога Гиппарха. Существуют, однако, и другие доводы, сформулированные еще в 1917 году английским астрономом И. Л. Дрейером, согласно им по крайней мере часть звезд каталога наблюдал сам Птолемей. Нет ничего удивительного в том, что Птолемей измерял координаты тех же самых звезд, что и Гиппарх. Возможно, он это делал именно для того, чтобы определить постоянную прецессии, которую он получил, правда, с большой ошибкой (36'' вместо правильного значения 50'' в год).

Каталог Гиппарха — Птолемей не раз использовался другими астрономами. Так, арабский астроном аль-Баттани (858—929) составил на его основе каталог 533 звезд на эпоху 880 года, приняв постоянную прецессии равной 54,5'' в год вместо значения 36'', выведенного Птолемеем. Затем иранский астроном Абд ар-Рахман ас-Суфи (903—986) опубликовал координаты 1017 звезд каталога Птолемея с учетом поправки на прецессию и определил их блеск. Новый критический пересмотр этого каталога осуществил хорезмийский ученый Абу Райхан ал-Бируни (973—1048). Все эти ученые отмечали наличие

ошибок и неточностей в каталоге. А арабский астроном Ибн ас-Салах (умер в 1154) озаглавил свой труд так: «Трактат о причине ошибок и описок в таблицах книг VII и VIII „Альмагеста“, а также возможные исправления к ним».

Итак, наличие ошибок и описок в каталоге Птолемея было известно уже астрономам Востока в IX—XII веках. Но, тем не менее, он оставался основным звездным каталогом до XV века, когда Улугбек составил новый каталог 1018 звезд по своим оригинальным наблюдениям на эпоху 1437 года.

О птолемеевой теории движения планет мы уже говорили — она была основной в науке до издания замечательного труда Николая Коперника «Об обращениях небесных кругов» (1543 г.). Но даже Коперник, перенес роль центра планетной системы с Земли на Солнце, сохранил многие построения Птолемея, поскольку он все еще рассматривал движения небесных светил как круговые.

Сам «законодатель неба» Иоганн Кеплер, приступая к поискам истинной формы планетных орбит, тоже исходил из построений Птолемея и установленных им закономерностей. В своей «Новой астрономии», изданной в 1609 году, Кеплер, идя довольно трудным путем и используя двадцатилетние наблюдения положений Марса на небе, выполненные в 1580—1600 годах Тихо Браге, решил поставленную перед собой задачу: найти геометрическое место точек, занимаемых планетой относительно Солнца. Так была найдена истинная форма планетных орбит — эллипс. Но нелегкий путь Кеплера к эллипсу был подготовлен

трудами его предшественников — Птолемея и Коперника, не говоря уже о Тихо Браге.

Из ученых нового времени одним из первых обратил внимание на ошибки и неточности «Альмагеста» французский астроном Жан Деламбр (1749—1822). И именно Деламбр заявил, что одного только открытия Птолемеем эвекции (второго по значению и величине «неравенства» движения Луны) достаточно, чтобы считать Птолемея великим ученым.

Научные заслуги Птолемея, по общему признанию, намного перевешивают допущенные им ошибки и даже намеренное исправление наблюдений. Поэтому попытки Р. Ньютона опорочить александрийского астронома и его труд не встретили сочувствия среди других ученых. В своей книге Р. Ньютон горько жалуется на то, что известные специалисты по истории науки О. Педерсен и О. Нейгебауэр даже не упоминают в своих монографиях о его работе. Можно привести также высказывание автора новейшего перевода «Альмагеста» на английский язык Дж. Тумера: «Задача (об операциях Птолемея с данными

наблюдений и вычислений.— В. Б.) представляет интерес и заслуживает содержательного и критического обсуждения. К сожалению, недавно вышедшая книга Р. Ньютона на эту тему не содержит ничего подобного, а скорее стремится дискредитировать весь труд». С резкой критикой выводов Р. Ньютона выступил также известный американский астроном О. Гингерич.

Если все наблюдения Птолемея, как утверждает Р. Ньютон, были фальшивыми или поддельными, спрашивается, на основании каких же данных Птолемей построил свою теорию? Очевидно, он сделал это на основе реальных наблюдений (как своих предшественников, так и собственных), а потому действительно «подправлял» те из них, которые плохо согласовывались с теорией.

Представим себе на миг, что было бы, если бы «Альмагест» не дошел ни до арабских и среднеазиатских ученых, ни до нас. Тогда арабским ученым пришлось бы разрабатывать теорию движения планет самим. Возможно, они сумели бы в чем-то превзойти Птолемея, но добиться полного со-

гласования теории с наблюдениями в рамках геоцентрической или даже гелиоцентрической системы, основанной только на круговых равномерных движениях, они тоже не смогли бы. И звездный каталог им пришлось бы составлять заново.

Если бы «Альмагест» не дошел до нас, мы знали бы намного меньше о древнегреческой и вавилонской астрономии, были бы значительно обеднены наши представления о культуре Древней Греции и эллинистического Египта. Многие астрономические и математические знания пришлось бы приобретать заново.

Теперь мы можем ответить на вопрос, поставленный в заголовке статьи. Клавдий Птолемей был выдающимся астрономом и математиком эпохи эллинизма. И те небольшие поправки, которые вносил Птолемей в данные наблюдений, ни на йоту не изменили представлений древних и средневековых ученых о строении мира, никак не повлияли на дальнейшее развитие астрономической науки.

**Для сведения тех читателей, которые заинтересуются личностью и научными трудами великого астронома античности Птолемея, сообщаем, что в начале 1988 г. в серии «Научно-биографическая литература» издательства «Наука» выйдет книга В. А. Бронштэна «Клавдий Птолемей» с послесловием доктора физ.-мат. наук А. А. Гурштейна. Объем книги — 14 авт. листов, ориентировочная цена — 1 рубль. Заказы на книгу следует направлять в отделения и в магазины конторы «Академкнига».**



# Обсерватория Николаевского пединститута

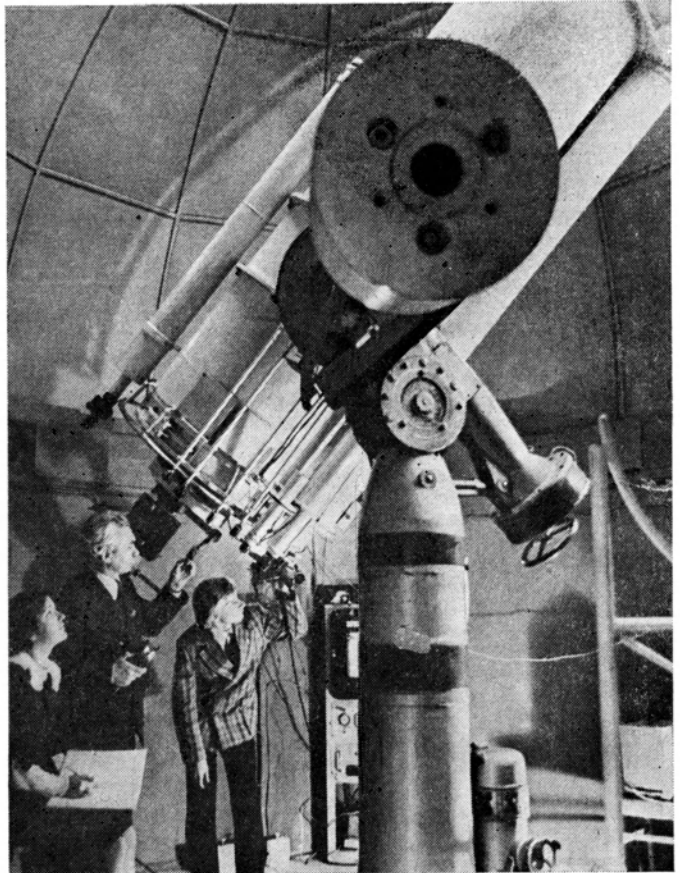
Уже свыше пятнадцати лет в Николаевском педагогическом институте имени В. Г. Белинского функционирует учебно-научная обсерватория. Разработка и изготовление ее оборудования производились в основном силами института, только в отдельных случаях пришлось прибегнуть к помощи местных промышленных предприятий. Зеркала телескопов были изготовлены в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР. Общий проект, необходимые расчеты оптики и механических конструкций телескопов и светоприемной аппаратуры, а также некоторых приборов лабораторного оборудования, составление технической документации и изготовление большинства механических частей и некоторой оптики выполнено автором данной статьи.

В институте до этих работ был телескоп-рефрактор АВР-2 (диаметр объектива 200 мм), который имел довольно ограниченные возможности для современных астрономических исследований. Однако значительную ценность представлял его параллактический штатив АПШ-6, способный нести телескоп массой до 600 кг. Штатив решили использовать для установки более крупного инструмента. Сначала это был телескоп-рефлектор системы Ричи-

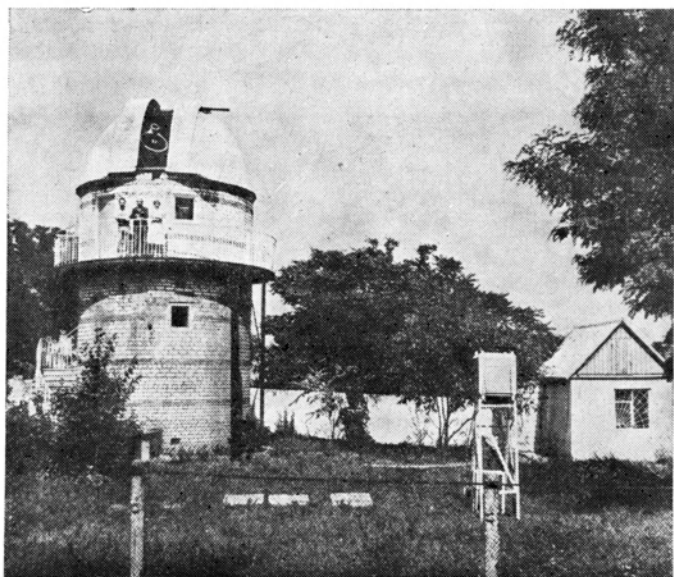
Кретьена диаметром 400 мм (зеркала для него сделал сотрудник Крымской обсерватории Г. М. Попов). Трубу рефлектора установили на трубе АВР-2 — с одной стороны от нее, а с другой стороны для уравнивания всего инструмента и выполнения некоторых фотографических работ — фотокамеру с объективом «Ин-

дустар-52» (диаметр 100 мм).

В таком варианте телескоп успешно использовался около пяти лет. В этот период были получены, в частности, снимки звездных полей для изучения переменных звезд и большая серия калиброванных снимков кометы Беннета. Но в процессе наблюдений выяснилось, что для работы в сочетании с но-



Подготовка к наблюдениям  
702-миллиметрового рефлектора.  
Слева направо:  
студентка Т. Баранова,  
автор статьи,  
студент С. Женовка



Башня 702-миллиметрового телескопа. Справа — «домик наблюдателя» и метеобудка

вой светоприемной аппаратурой, изготовленной к тому времени, — телескоп мал.

Тогда решили создать более крупный телескоп, примерно такой, как телескопы АЗТ-2 и АЗТ-8, успешно используемые в ряде обсерваторий. Руководство Лыткаринского завода оптического стекла пошло институту навстречу и отпустило необходимые блоки ситалла, а дирекция Крымской астрофизической обсерватории помогла в изготовлении из них главного и вторичного зеркал телескопа. Шлифовку и полировку зеркал выполнили знаменитый оптической лабораторией А. Г. Фролов и мастер-оптик А. Г. Назаров. Диаметр главного зеркала — 702 мм. Исследование зеркала по методу Гартмана показало его хорошее качество (техническая постоянная равна 1,03). Оптическая схема телескопа дает возможность наблюдать в первичном фокусе главного зеркала, в ньютоновском, кассегреновском и четырех нэсмитовских фокусах. Труба телескопа вместе с двумя телескопами-гидами (объектив одного из них от АВР-2) и была в 1975 году установлена на штативе АПШ-6 вместо находившихся на нем до это-

го телескопов. Он назван ЗТС-702 (зеркальный телескоп ситалловый диаметром 702 мм). На передней части трубы рефлектора установлена фотографическая астрокамера с объективом «Уран-16» (диаметр 210 мм).

При изготовлении механических частей телескопа и светоприемной аппаратуры всюду, где это допустимо, использованы алюминиевые сплавы для облегчения конструкций, а для обеспечения прочности конструкций применены различные укрепляющие устройства (типа ребер жесткости и другие); многие детали и узлы сделаны неразборными (сварными).

Пришлось перестроить и наблюдательный павильон для телескопа: достроили еще один этаж башни, так что телескоп оказался поднятым на высоту 12 метров над землей. Вокруг башни сделали балкон кругового обзора.

400-миллиметровый телескоп Ричи-Кретьена установлен теперь в отдельном павильоне с раздвижной крышей. Для него сделали новую параллактическую монтировку английского типа (в качестве часовой оси в ней использован переделанный задний мост грузо-

вого автомобиля). Монтировка позволяет направлять лучи, отраженные вторичным зеркалом телескопа, внутрь полой оси склонений и внутрь, также полой, часовой оси — в фокус кудэ. Часовой механизм, приводимый в действие синхронным электромотором СД-54, осуществляет редукцию скорости вращения с переходом от среднего времени к звездному. Дифференциальный механизм, включенный в кинематическую схему часового, позволяет осуществлять гидирование телескопа по прямому восхождению с помощью кнопочного пульта управления.

Для работ в сочетании с рефлекторами обсерватория имеет различные светоприемные приборы, в том числе:

- «широкощельный» дифракционный спектрограф для исследования слабых объектов, коллиматор которого представляет собой небольшой кассегреновский телескоп с обратным ходом лучей;

- фотоэлектрический дифракционный спектрофотометр (с регистрацией спектра на ленте электронного потенциометра ЭПП-09);

- сканирующий электрофотометр, приемная диафрагма которого может равномерно перемещаться перпендикулярно оптической оси телескопа со скоростью и по позиционному углу, выбираемыми наблюдателем (на ленте самописца получается «фотометрический разрез» исследуемого объекта);

- фотографическая камера системы Мейнела, превращающая телескопическую систему в светосильную (светосила 1:2 при полном отверстии телескопа);

- кварцевый спектрограф средней дисперсии, две электронно-оптические камеры, лунно-планетная кинокамера, способная выполнять непрерывную и кадровую съемку через светофильтры, а также ряд других устройств и приспособлений.



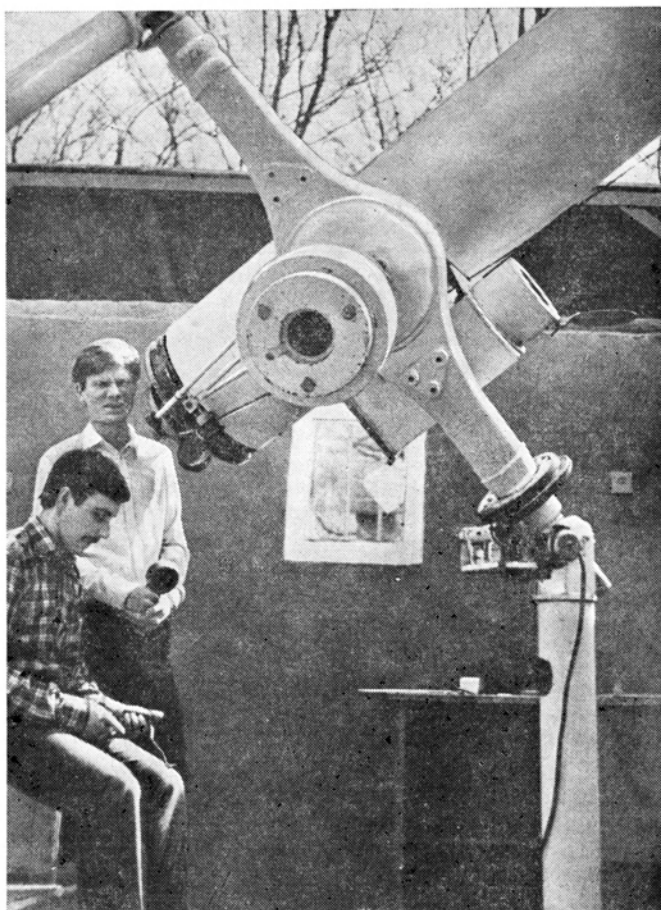
**400-миллиметровый рефлектор системы Ричи-Кретьена. У телескопа студенты С. Гузий (слева) и А. Шляпников**

В комплекс обсерватории входят также учебно-научные лаборатории — астрофизическая, общей астрономии и космонавтики, вычислительная, две фотолaborатории и кабинет астрономии, оснащенные микрофотометрами, спектрографами, другой оптической и радиоэлектронной аппаратурой; обсерватория располагает электронно-вычислительной машиной «Электроника ДЗ-28» и программируемыми микрокалькуляторами. Есть лекционная аудитория (с соответствующим оборудованием). Имеются приборы службы времени. В библиотеке обсерватории много отечественных и зарубежных изданий: публикации обсерваторий, каталоги, карты, атласы и другая литература.

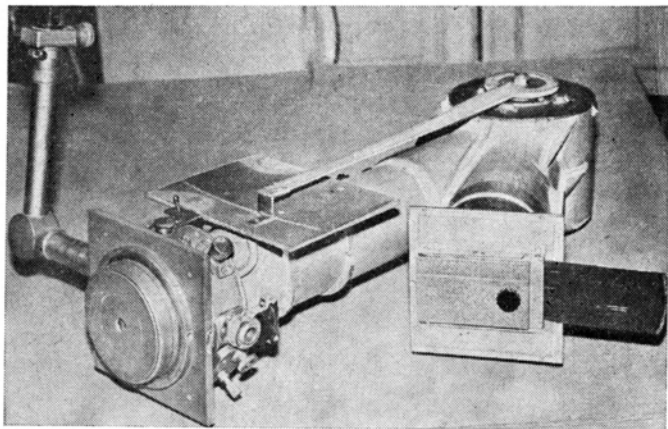
В настоящее время сложный и трудный период создания и дооборудования обсерватории в основном заканчивается. Ведется монтаж радиотелескопа с параболическим зеркалом диаметром 4 метра (рабочая длина волны 3,2 см). Работа обсерватории постепенно входит в обычную колею.

Одно из направлений работы обсерватории — абсолютная спектрофотометрия звезд. Продолжаются работы по астроприборостроению, начаты исследования по физике туманностей.

В 1985—1986 годах обсерватория приняла активное участие в работах по Советской программе наземных исследований кометы Галлея (СОПРОГ). В частности, до прохождения кометой перигелия получено свыше ста калиброванных и стандартизованных снимков кометы, определено более 80 топцентрических положений кометы, оперативно переданных в координационный центр; аналогичные работы были про-



Дифракционный спектрограф



должны и в послеперигелийный период. Большой наблюдательный материал обрабатывается.

Сотрудники и студенты института проводят текущие наблюдения. Студенты выполняют лабораторный и наблюдательный практикум по астрономическим дисциплинам, курсовые и дипломные работы, занимаются научно-исследователь-

ской и учебно-исследовательской работой.

На основе отечественных и зарубежных публикаций, а также оригинальных негативов у нас создано несколько фотографических астрономических атласов («Астрономический атлас», «Атлас Луны», «Атлас галактик» и другие, всего свыше 250 таблиц).

В 1980 году в Николаевском

пединституте началась подготовка учителей по специальности «физика и астрономия»; в 1986 году состоялся второй выпуск по этой специальности. Обсерватория является учебной и научной базой не только физико-астрономического отделения, но и всего физико-математического факультета.

## Медаль, посвященная Николаю Копернику

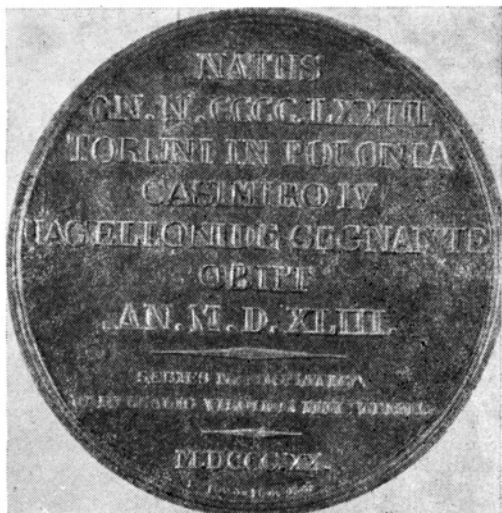
В начале прошлого века французами братьями Дюранд была основана «Общая нумизматическая серия знаменитостей». Граверы Дюранд выпускали медали этой серии с 1818 по 1846 годы. Но в создании медалей (в целом они посвящены нескольким сотням имен выдающихся деятелей) помимо братьев Дюранд участвовали и около десяти их соотечественников.

Нумизматам и любителям астрономии, наверно, интересно будет узнать о медали, посвященной великому польскому ученому, создателю гелиоцентрической картины мира Ни-

колаю Копернику. На лицевой ее стороне — барельеф гениального астронома, а по кругу — надпись: «Николай Коперник». Внизу фамилия француза Годеля, автора медали. На оборотной стороне — надпись: «Родился в 1473 году в Торуне в Польше при царствующем Казимире IV Ягеллонском. Умер в 1543 году. Общая нумизматическая серия знаменитых мужей. Выпущена в 1820 году Дюрандами».

Медаль изготовлена из темного сплава и имеет диаметр 40 мм, а все надписи выполнены по-латыни.

А. ХЕКАЛО





# Создать кружки по изучению геодезии и картографии

Всесоюзное астрономо-геодезическое общество уделяет большое внимание вопросам обучения астрономии в школе. В то же время преподаванию в школах геодезии, картографии, топографии не придается никакого значения. В результате молодые люди, окончившие школу, не имеют даже представления об этих областях знаний, крайне необходимых для специалистов, работающих во многих областях народного хозяйства. По-видимому, следовало бы обсудить вопрос о включении основ геодезии, топографии и картографии в программу школьного обучения. Но это дело дальнейшей перспективы, в ближайшее же время можно изучать такие основы в специальных кружках.

Президиум Всесоюзного астрономо-геодезического общества при АН СССР и президиум Центрального правления Научно-технического горного общества объявили с 1 ноября 1986 года всесоюзный конкурс на лучшие программы обучения в кружках любителей геодезии и картографии. В принятом постановлении говорится, что для повышения качества обучения, идейно-политического, трудового, нравственного и эстетического воспитания подрастающего поколения и подготовки его к общественно полезному труду необходимо привлекать молодежь в кружки научно-технического профиля. Работа в кружках позволит не только сознательно подойти к выбору профессии, но и получить первоначальную профессиональную подготовку. Создание широкой сети кружков по геодезии и картографии при школах, профтехучилищах и техникумах будет способствовать осуществляемой сейчас реализации реформы общеобразовательной и профессиональной школы.

Активно участвовать в разработке программ обучения в кружках любителей геодезии и картографии и необходимых учебных пособий приглашаются работники топографо-геодезического производства, научно-исследовательские организации, высшие и средние специальные учебные заведения.

Полностью публикуем условия конкурса. **Условия всесоюзного конкурса на лучшие программы обучения в кружках любителей геодезии и картографии**

## 1. Задачи конкурса

1). Создание современных программ обучения в кружках любителей геодезии и кар-

тографии с целью совершенствования работы по профессиональной ориентации молодежи.

2). Широкое привлечение ученых и специалистов к общественной научно-технической деятельности, подготовке материалов, популяризирующих среди населения геодезические и картографические работы.

## II. Организация и проведение конкурса

1). Конкурс проводится с 1 ноября 1986 года по 1 ноября 1987 года. В конкурсе могут принять участие ученые и специалисты учебных заведений, научных учреждений и производственных организаций, а также пенсионеры.

2). На конкурс представляются работы, выполненные как отдельными лицами, так и творческими коллективами. Программы составляются и оцениваются по геодезической и картографической тематике.

Геодезическая тематика включает: занимательную геодезию, инженерную геодезию, морскую геодезию, фотограмметрические методы.

Картографическая тематика включает: занимательную картографию, топографию, топонимику, дистанционные методы исследований.

На конкурс принимаются работы и по отдельным направлениям кружковой работы. Каждая программа должна иметь пояснительную записку, в которой указывается для какого контингента слушателей она рассчитана, объяснение тематического плана и расчет времени обучения; даются пояснения наглядных пособий, материалов, приборов и инструментов, необходимых для проведения занятий, соображения о месте обучения и другие сведения, полезные для успешного осуществления занятий; приводятся рекомендации по написанию пособий — лекций со списком литературы.

3). Оперативную работу по проведению конкурса осуществляют советы отделений ВАГО, правления и советы НТГО предприятий и организаций ГУК, учебных заведений, организуя специальные комиссии по рассмотрению материалов, подготавливаемых на конкурс.

4). Участники конкурса представляют свои материалы в комиссии на местах не позже 1 сентября 1987 года. Рассмотренные в комиссиях материалы (с соответствующим заключением комиссии) направляются до 1 октября

1987 года в Центральное жюри конкурса по адресу: 103001, Москва, К-1, Садовая-Кудринская, 24, Центральный совет ВАГО «На конкурс программ по геодезии и картографии».

5). Материалы, направляемые в Центральное жюри конкурса должны содержать: пояснительную записку с наименованием программы; тематический план с расчетом времени обучения; описание учебных пособий с расчетом стоимости их изготовления (желательно представление образцов); список материалов, приборов и инструментов (с расчетом их стоимости), необходимых при проведении занятий; список рекомендуемой литературы для подготовки лекционного курса; фамилию, имя, отчество автора (авторов), место работы, ученую степень (звание), адрес, телефон.

6). Разработанные вместе с программами пособия, лекции высылаются в адрес Центрального жюри.

При этом пособия-лекции должны иметь положительные заключения — рекомендации советов отделений ВАГО, советов НТГО предприятий и организаций ГУГК или рекомендации учебных заведений по месту работы автора.

7). Представленные на конкурс материалы не возвращаются. Небрежно оформленные материалы, а также материалы, поступившие после 1 октября 1987 года, не рассматриваются.

### III. Подведение итогов конкурса

1). Итоги конкурса подводит Центральное жюри из представителей Центрального совета ВАГО и Центрального правления НТГО.

2). Подведение итогов конкурса заканчивается составлением протокола, в котором мотивированно отмечаются авторы (коллективы), занявшие призовые места.

3). Результаты конкурса — программы занятий в кружках по геодезии и картографии издаются и рассылаются через книготорговую сеть.

4). Победители конкурса награждаются почетными грамотами (дипломами) и денежными премиями в следующих размерах:

#### I. Для коллективных работ:

— две первые премии по 150 рублей каждая (для геодезической и картографической программ);

— две вторые премии по 100 рублей каждая;

— две третьи премии по 50 рублей каждая.

#### II. Для индивидуальных работ:

— две премии по 100 рублей каждая (для геодезической и картографической программ);

— две вторые премии по 50 рублей каждая;

— две третьи премии по 25 рублей каждая.

III. Поощрительные премии по 15 рублей на сумму 200 рублей.

Поскольку никаких программ обучения в кружках геодезии и картографии не существует, хотелось бы поделиться некоторыми со-

ображениями об их возможном содержании. Вот некоторые темы для изучения в кружках:

**Занимательная картография.** Она могла бы включать историю возникновения карт, атласов, глобусов, начиная от первобытных схематических набросков местности, сделанных на стенах жилищ, коре деревьев, до современных общегеографических и тематических атласов мира, материков и отдельных стран. Описание должно быть научно-популярным и занимательным с привлечением множества примеров, а излагать материал можно в форме отдельных лекций по специально разработанной программе. Конечно, надо разработать и наглядные пособия для работы кружка, подумать об оборудовании, материалах и инструментах, необходимых для практических занятий.

**Топографические карты.** Это основа для создания тематических (специальных) карт. Здесь появляется возможность самым наглядным картографическим методом изобразить статику и динамику различных процессов на Земле, результаты научных исследований и изысканий. Надо показать обучающимся значение топографических карт и планов в масштабе от 1:200 до 1:1 000 000.

**Фотограмметрический метод.** Сюда входят стереофотограмметрические методы создания карт, которые применяются в архитектуре и медицине, самолетостроении и исследовании коррозии металлов, горных работах и строительстве атомных реакторов. Изучение фотограмметрических методов не такое уж трудное дело, поскольку стереоскопы довольно доступны и дешевы, а материалы аэрофотоъемки или панорамные снимки тех или иных участков местности можно размножить в нужном количестве.

**Топонимика.** Один из важных разделов при создании топографических карт — сбор и поиск происхождения географических названий. Изучая свой родной край, ребята несомненно заинтересуются, когда и почему, в честь кого или какого события дано название тому или иному объекту местности. Многочисленные экспедиции, посвященные поискам метеоритов, наблюдениям серебристых облаков, метеоров и другим задачам, могли бы включать в свой состав и топонимистов.

**Занимательная геодезия.** Геодезия решает множество интереснейших задач. Ребятам нужно познакомить с тем, где именно требуется применение геодезии и какова необходимая точность измерений и вычислений. В работе этого кружка можно было бы изучить теодолит и нивелир, дальномеры оптические, световые и радиодальномеры, получить самые общие сведения о развитии и закреплении геодезических сетей, их сохранности.

**Инженерная геодезия.** Так называются работы, в которых используются геодезические методы при изысканиях и исследованиях, проектировании и строительстве, маркшейдерском деле. Недооценка инженерно-геодезических работ в изысканиях и строительстве не-

редко оборачивается государству большими убытками.

**Морская геодезия** — увлекательнейший раздел, включающий геодезические методы, которые применяются в морском деле. Это и съемка шельфа, и определение залежей полезных ископаемых в морях и океанах, и использование спутников в навигации и геодезических измерениях.

Приведенный перечень тем по геодезии и картографии, конечно, далеко не полный. Здесь хотелось бы сказать о возможном изучении в кружках приемов и способов дешифрирования аэрокосмических материалов. Пока эти методы и приемы — достояние лишь узкого круга специалистов-дешифровщиков, а ведь материалы космических исследований необходимы специалистам различных отраслей народного хозяйства. И обучение следует начинать со школьников и студентов, нужно создавать наглядные пособия и соответствующие программы обучения. За помощью при создании таких программ и пособий, очевидно, надо обратиться к ученым и производственникам, имеющим большой опыт работы. Они могут помочь в оснащении кружков, а руководители отделений ВАГО возьмут на себя организационную часть работы.

Несомненно, большую роль в воспитании у подрастающего поколения уважения к трудовым и воинским подвигам старших поколений должны сыграть музеи. Такие музеи имеются в городах Чите, Новосибирске, Минске, Ташкенте, Якутске. На их стендах отражено развитие отраслевой геодезии и картографии, представлены приборы, инструменты и технология, а главное, рассказывается о людях, специалистах своего дела, участвующих в мирном созидательном труде.

Такие древние науки, как геодезия и картография, изучающие строение, а также фор-



му и размеры Земли и планет, безусловно, интересны. И увлекаться можно ими с самого раннего детства, если, конечно, иметь хорошие наглядные пособия. Даже для самых маленьких можно делать игрушки в виде глобуса, издавать специальные карты и атласы, яркие и привлекательные. Такое направление в картографии уже наметилось — в частности, для детей издан красочный, наглядный атлас «Мир и человек».

## Где рождаются пульсары!

Сейчас известно уже около 400 радиопульсаров. Бытует мнение, что пульсары образуются там, где много массивных звезд — в галактических рукавах, областях звездообразования, звездных ассоциациях. Доказать это наблюдениями трудно, потому что пульсары обладают большими пространственными скоростями (десятки и сотни км/с),



и за миллионы лет жизни далеко удаляются от «родных мест». Чтобы утверждать, что пульсар такой-то родился там-то, нужно знать все три компоненты его пространственной скорости и, конечно, возраст. Однако наблюдения

дают только две компоненты скорости (две проекции скорости на небесную сферу), они известны лишь для 36 пульсаров. Ненадежно определяются и возрасты.

Советские астрофизики П. Р. Амнуэль, О. Х. Гусейнов и Ю. С. Рустамов сделали попытку «восстановить» недостающую, третью компоненту скорости пульсаров и прове-

См. окончание на с. 68

## Быть ли Луне обитаемой?

Советский Союз предложил на рассмотрение государств — членов ООН поэтапную программу совместных действий по мирному освоению космоса, рассчитанную до 2000 года. За этот период предлагается создать условия для перехода к практическому освоению и использованию Луны уже в первых десятилетиях XXI века, причем лунные поселения могли бы использоваться в качестве базы для организации полетов к другим планетам. Это означало бы создание реальных предпосылок к тому, чтобы с самого начала третьего тысячелетия земная цивилизация могла превратиться в межпланетную.

### «ЛУННЫЙ РЕНЕССАНС»

После продолжительного затишья в космических исследованиях Луны специалисты вновь обращают свое внимание на естественный спутник нашей планеты. Предсказывают, что последнее десятилетие нашего века может ознаменоваться новой активной фазой: «лунным ренессансом» — по выражению, получившему распространение среди энтузиастов возвращения к Луне в перспективных космических программах.

Последняя экспедиция по программе «Аполлон» покинула Луну в декабре 1972 года. Последний полет автоматической станции к Луне, вернувшейся на Землю с образцами лунного вещества, — «Луны-24» — состоялся в середине 1976 года. Согласно опубликованным прогнозам, очередные запуски новых лунных аппаратов ожидаются не ранее конца 80-х или начала 90-х годов.

Все чаще высказываются предположения, что к 50-й годовщине запуска первого искусственного спутника Земли на лунной поверхности начнет действовать обитаемая научная база. На представительных симпозиумах

рассматриваются в деталях проблемы организации и функционирования первого внеземного поселения людей. Основным выводом этих обсуждений сводится к тому, что дальнейшее исследование Луны, разработка ресурсов спутника нашей планеты и их практическое использование — весьма важный и неизбежный этап дальнейшего освоения космического пространства. Хотя практическая реализация проекта может начаться не ранее 2000 года, специалисты Космического центра имени Джонсона в американском городе Хьюстон считают: необходимо уже сейчас приступить к подробному изучению главных аспектов проблемы и разработке общей стратегии освоения Луны, которое станет этапом в создании полиглобальной цивилизации.

Научная целесообразность долговременной лунной лаборатории не вызывала сомнений и ранее, поскольку ее появление открывает принципиально иные возможности в решении фундаментальных задач происхождения и эволюции Солнечной системы, включая проблемы ранней истории Земли, позволяет использовать качественно новые средства изучения ближнего и дальнего космоса, проводить уникальные эксперименты в области физики, химии, биологии, во многих направлениях других фундаментальных и прикладных наук. Менее очевидными были вопросы практической реализации проекта и прежде всего оправданности материальных и технических затрат на его осуществление. Прогностические исследования в области космонавтики, проведенные за последние годы, вносят некоторую определенность и в эту часть проблемы.

Как показывают расчеты, при создании крупных конструкций на высоких околоземных орбитах более рентабельно использовать лунные материалы для изготовления, например, радиационной защиты пилотируемых аппаратов. Известные проекты сооружения ор-

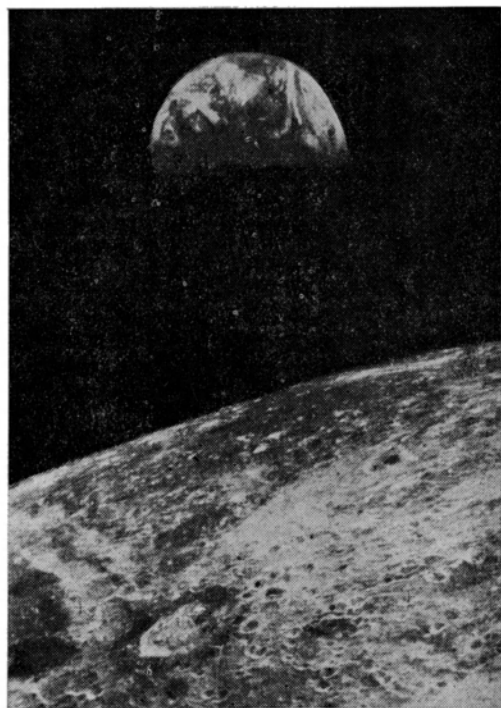
Так выглядит наша «голубая» планета с ее естественного спутника. Время, когда понятие «ближний космос» будет включать и Луну, не слишком уж далеко...

битальных солнечных энергетических установок также невозможно осуществить без привлечения лунных ресурсов и лунной индустрии.

Функционирование исследовательской лаборатории на Луне обеспечит решение весьма широкого круга проблем, полный перечень которых в настоящее время еще трудно представить. По-видимому, потребуются отдельные разработки, включающие методы системных исследований, поскольку специфика лунной научной станции такова, что усилия в одной области неизбежно захватывают интересы нескольких других областей, часто весьма различных по направлению. На современном уровне разработок научную программу лунной базы можно описать лишь фрагментарно.

#### «МУЗЕЙ УНИКАЛЬНЫХ ДРЕВНОСТЕЙ»

Несмотря на период интенсивных исследований Луны космическими средствами в 60-е и 70-е годы, многие вопросы остались нерешенными. В частности, пока еще не реализованы в должной мере основные «преимущества» Луны как хранителя наиболее ценной информации о ранних этапах эволюции Солнечной системы. Современные представления о природе Луны позволяют предположить наличие на ее поверхности образований, возникших вследствие процессов, которые протекали в Солнечной системе в первые 500 млн. лет ее существования. Нет необходимости подробно обосновывать важность этой информации не только для решения фундаментальных проблем естествознания, но также и для многих практических задач изучения и использования природных ресурсов Земли. Существует мнение, что во время формирования лунный шар обладал внешней расплавленной оболочкой глубиной в несколько километров. Если аналогичный процесс протекал на Земле, это имело бы весьма важное значение для образования ее коры и мантии. Причем интенсивная бомбардировка поверхности падающими фрагментами твердого ве-



щества (следы такой бомбардировки отчетливо видны на лунной поверхности) могла существенно повлиять на эволюцию материков Земли в период, начиная с 3,8 млрд. лет назад.

На вопросы о том, каков возраст кристаллизации наиболее древних пород Луны и в какой степени изменяется состав пород с глубиной их залегания, вероятно, дали бы ответ исследования образцов из древних интрузий и нижней части коры. Можно предположить, что подобные образцы есть среди выбросов гигантских многокольцевых структур — бассейнов. Лунные бассейны, часть из которых заполнена породами морских лав и представляет собой в настоящее время круговые моря Луны, вероятно, возникли в результате падения тел поперечником не более 200 км при скорости удара о лунную поверхность порядка 8 км/с. По расчетам, объем первоначальной впадины одного из крупнейших бассейнов Луны — Моря Восточного — составлял  $(0,4—1,2) \cdot 10^6$  км<sup>3</sup>. Если принять форму этой первоначальной впадины близкой

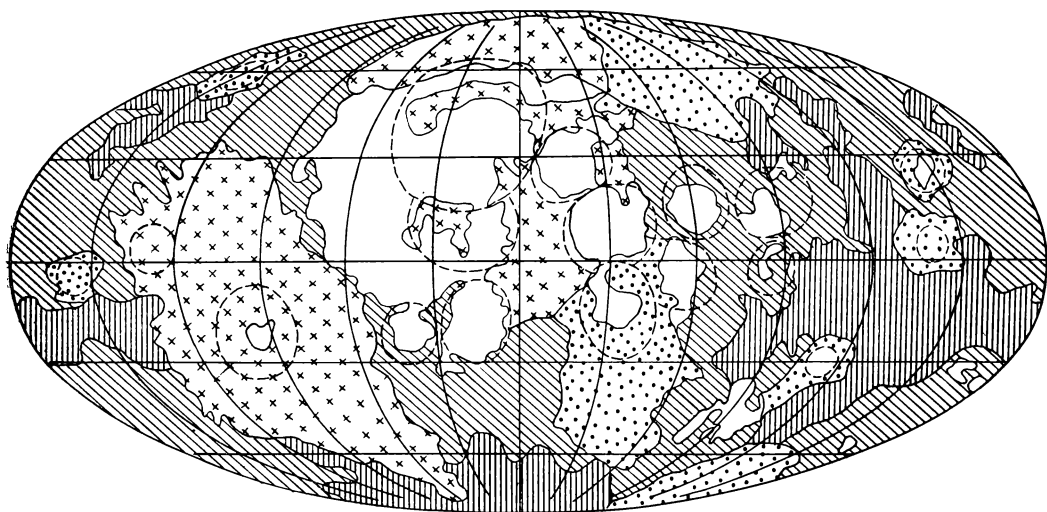


Схема расположения на лунной поверхности областей, сформировавшихся в различные эпохи: 1 — морские, наиболее молодые области; 2 — выбросы периода, когда формировалась кольцевая структура Моря Дождей; 3 — выбросы более раннего периода — тогда формировалась кольцевая структура Моря Нектара; 4 — старая по возрасту кратерированная поверхность, 5 — самая древняя, сильно кратерированная поверхность материков

к сферичной, то доударная глубина залегания выбросов Моря Восточного будет от 6 до 20 км. Аналогичное предположение для Моря Дождей приводит к величине от 8 до 27 км. Определив абсолютный возраст лунных брекчий, можно примерно установить время возникновения впадин круговых морей на видимом полушарии. Согласно этим оценкам, многокольцевые бассейны сформировались в самый ранний период лунной истории, в промежутке от 4,25 до 3,85 млрд. лет назад.

Детальные исследования древнего реголита Луны на открытых участках, а также изучение естественных обнажений более глубоких слоев сулят получение уникальных данных о возможном обмене веществом между Землей и ее спутником и о событиях раннего периода в истории нашей планеты. В последнее время стало известно, что на земной поверхности могут находиться фрагменты лунного вещества, выброшенные с Луны в ре-

зультате крупных ударных явлений. С большой долей вероятности такие осколки лунных пород — метеориты, недавно обнаруженные в Антарктиде. По-видимому, вполне допустим и обратный вариант, когда мощный взрыв ударного происхождения выбросил в околоземное пространство частицы вещества с достаточно высокой скоростью, позволившей им преодолеть земное притяжение. В истории Земли предполагают существование отдельных периодов, когда падение крупных тел на ее поверхность было особенно интенсивным. В земных условиях сохранились лишь мало заметные указания на сравнительно недавние катастрофические события. Не исключено, что на Луне следы гигантских выбросов с Земли будут более отчетливыми, образуя некие заметные слои с включением частиц наподобие микротектитов.

На Луне объектом поиска может стать, например, слой реголита возрастом 65 млн. лет. В истории Земли этому времени соответствует одна из крупнейших экологических катастроф, которая привела к гибели более половины видов животных и растений, существовавших тогда на нашей планете, в том числе таких животных, как динозавры. Поскольку геохимический анализ выявил в ископаемых породах того периода повышенное содержание редкого металла иридия, высказаны предположения о связи тех трагических событий

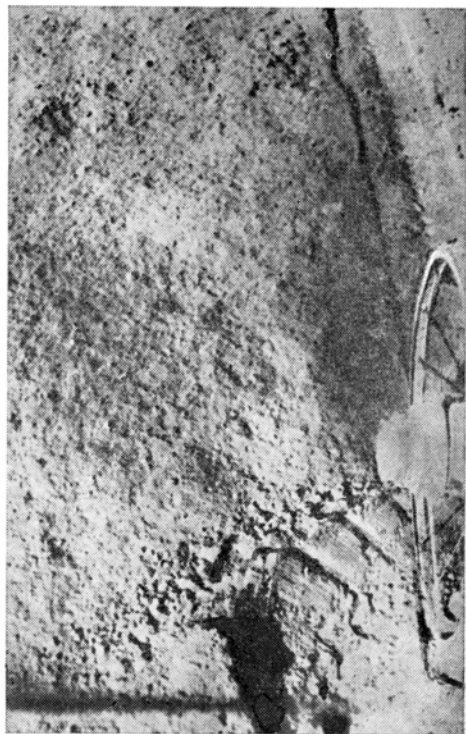


## Структура поверхностного слоя Луны — реголита. Снимок получен с борта лунохода

с резким увеличением интенсивности падения на Землю комет или астероидов. Повышенное содержание иридия более характерно для данных космических тел, чем для поверхностных земных пород.

Используя уже имеющиеся материалы и применяя методы статистического анализа для исследования распределения плотности кратеров, можно существенно ограничить область поисков. Практический интерес в этом отношении представляет соответствие между возрастом, определенным по степени разрушения кратерных форм, и абсолютным возрастом формирования рассматриваемой поверхности. Есть и другие приемы, которые позволяют по анализу фотографий лунной поверхности выделить сохранившиеся участки с возможным наличием реголита, имеющего возраст, например, 65 млн. лет. Внимательное изучение таких участков непосредственно на лунной поверхности, вероятно, поможет обнаружить зону рассеяния вещества, выброшенного с Земли.

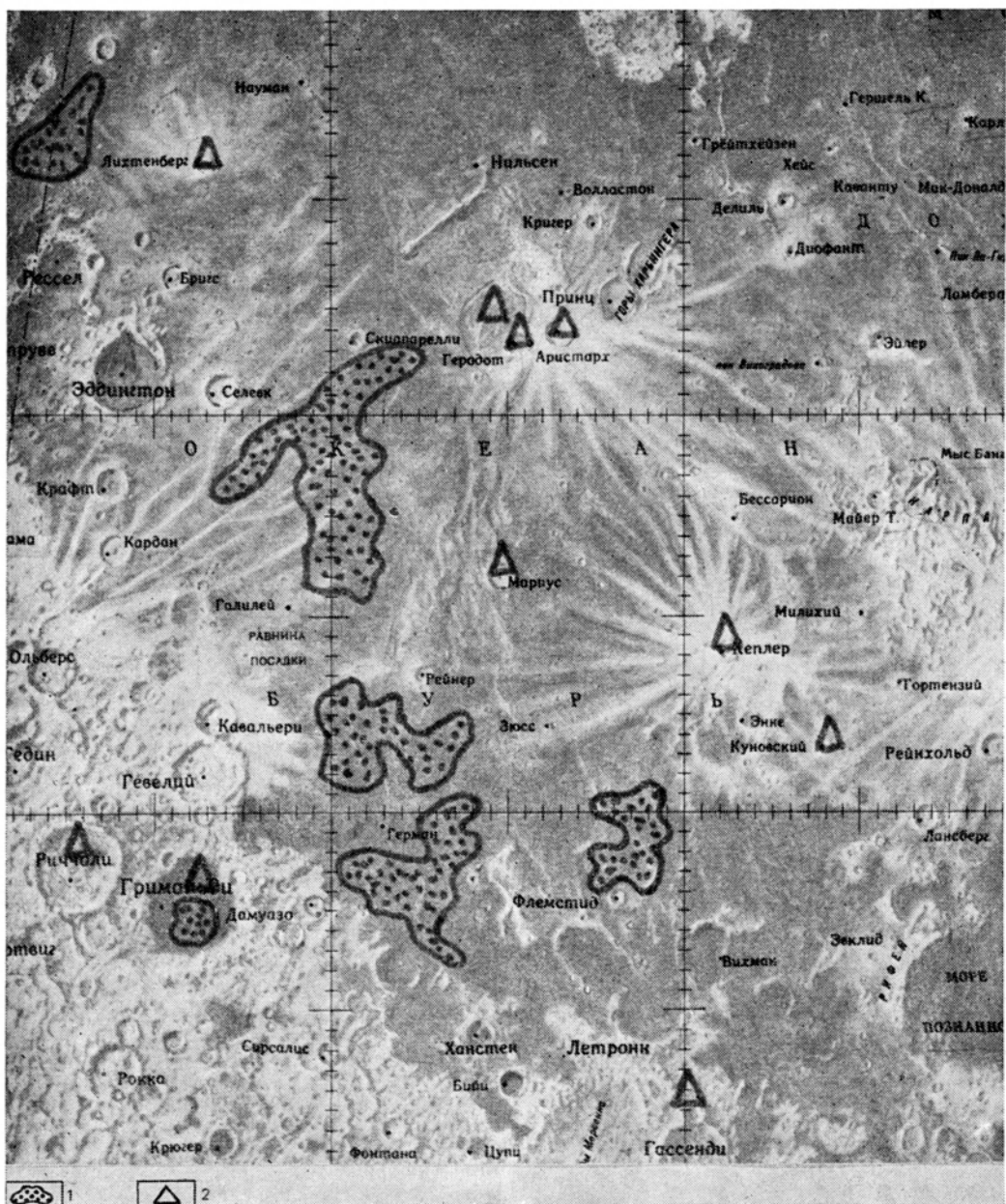
В последние годы вызывают интерес нетипичные яркостные образования на лунной поверхности. С точки зрения оптических свойств и топографии эти объекты относятся к аномальным. Такие образования не выражены в рельефе и их визуально отождествляемые границы не совпадают и не коррелируют с формами рельефа. Характерным признаком яркостных аномалий служит то, что светлые или темные структуры образуют фигуры, напоминающие турбулентные картины в газовых средах. Для условий Луны эта аналогия выглядит весьма необычной, вот почему обращается особое внимание на данные образования. В настоящее время достоверно установлена связь альбедных аномалий с магнитными аномалиями Луны. Природа подобной зависимости физических свойств остается невыясненной. Все же представляет интерес одна из гипотез, согласно ей диффузные структуры — это следы падения на лунную поверхность ядер комет. Детальное изучение диффузных структур непосредственно на месте, опираясь на возможности лунной базы, также имеет прямое отношение к проблеме глобальных катастроф во внутренней части Солнечной системы, поскольку, по предвари-



тельными оценкам, возраст таких лунных образований составляет несколько менее 100 млн. лет.

Полностью открытая влиянием внешнего космического пространства, лунная поверхность сохранила «запись» событий ранней истории нашего светила — Солнца.

Исследования уже первых доставленных на Землю образцов позволили обнаружить, что частицы лунного реголита содержат треки — следы быстрых тяжелых ядерных частиц солнечного и галактического происхождения. Треки, оставленные тяжелыми ядрами галактических космических лучей, дают возможность оценить время пребывания раздробленного вещества на поверхности и восстановить историю перемешивания и отложения грунта в месте сбора. Прямое облучение тяжелыми ядрами солнечного происхождения приводит к тому, что на определенной глубине под поверхностью резко изменяется плотность треков. Изучая такие изменения, можно определить скорость эрозии материнских пород в ранний период истории Луны. Зная время облучения и скорость эрозии, нетрудно вычислить уровень потока солнечных частиц в



Западная часть Океана Бурь: 1 — области с предполагаемым (на основе данных наземных телескопических наблюдений) распространением ильменитовых базальтов; 2 — объёмы, где неоднократно отмечались нестационарные явления

прошлом, а значит, судить о солнечной активности в те давние времена.

До сих пор подобным образом исследовали образцы поверхностного сбора или частиц из колонок грунта, длина этих колонок первоначально не превышала двух метров. Но

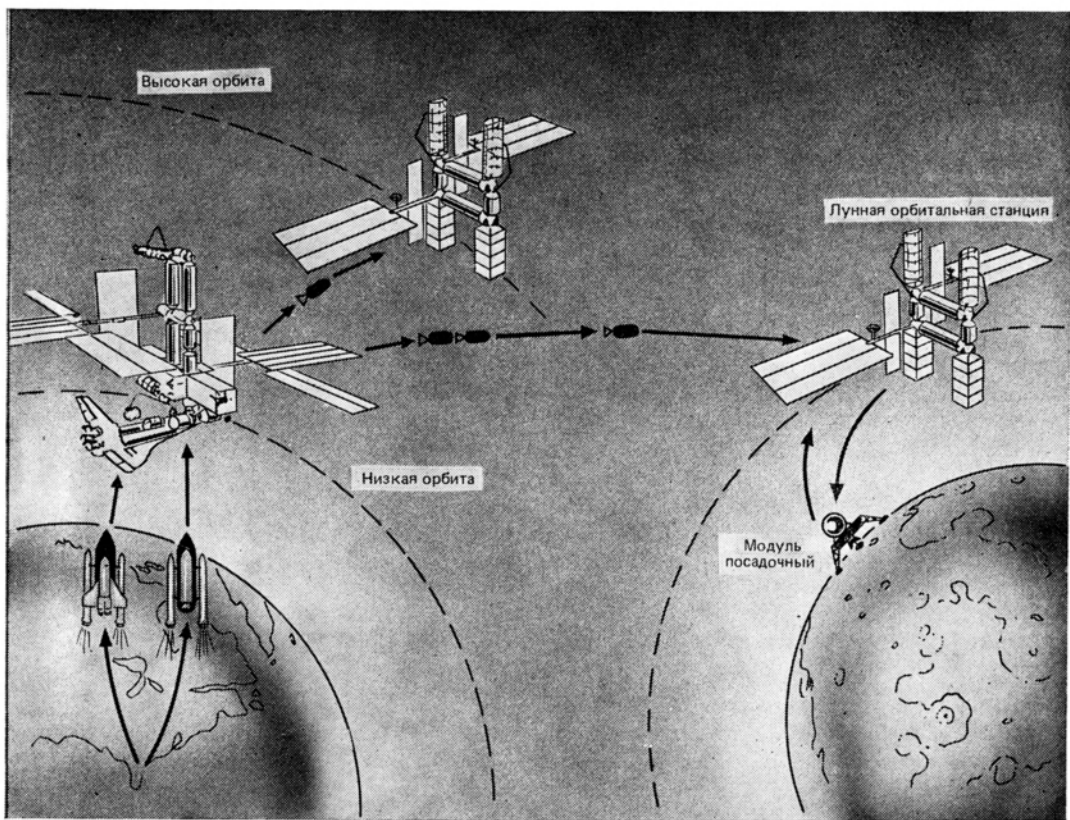


Схема транспортных операций по созданию лунной базы, используются околоземные и окололунная орбитальные станции (один из американских проектов)

если использовать на Луне методы полевой геологии, образцы древнего реголита удастся отобрать из обнажений слоистых структур, достигающих сотен метров по глубине. Такие естественные обнажения приурочены к достаточно глубоким трещинам или внутренним склонам крупных кратеров, к местам, где крутизна откосов не позволяет накапливаться маскирующему слою реголита.

### МЕСТНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ЛУННОЙ БАЗЫ

Проектировщикам будущих поселений на Луне прежде всего необходимо подумать об использовании лунных природных ресурсов для системы жизнеобеспечения.

Одна из таких проблем, кроме своей чисто научной важности, приобретающей для лунной базы и прямое практическое значение,— это происхождение летучих веществ и

современные эндогенные процессы на Луне. Несмотря на то, что по имеющимся данным лунные недра на глубине в сотни километров находятся в твердом состоянии, часто так называемые нестационарные явления, наблюдаемые на Луне, связывают с процессами современной активности ее недр. К подобным нестационарным явлениям относятся кратковременные посветления, потемнения, вспышки, изменения цвета, помутнения, ослабления блеска звезд перед покрытием их Луной. Каталог быстротечных явлений, замеченных наблюдателями, к настоящему времени содержит уже сотни случаев. К сожалению, подавляющее большинство наблюдений — визуальные. Но о реальности процессов дегазации лунных недр говорят также данные, полученные детекторами, которые были установлены на Луне, и, кроме того, результаты измерений альфа-спектрометров, работавших на орбитальных модулях космических кораблей «Аполлон-15 и -16».

Связь нестационарных явлений с эндогенными процессами косвенно подтверждается некоторыми совпадениями проявлений поверхностных событий и сейсмичности недр. Возможно, в недрах Луны существует система сверхглубоких разломов, на контактах которых происходят процессы, порождающие сейсмические явления и поверхностные кратковременные события. Спусковым механизмом для них служат приливные возмущения.

Известно, что лунные породы и грунт почти полностью обезвожены. Общее низкое содержание летучих элементов в изученных на Земле образцах лунного вещества означает, что и начальное содержание воды было невысоким. Вместе с тем две имеющиеся спектрограммы кратковременных явлений на лунной поверхности свидетельствуют о наличии водорода и углерода в продуктах предполагаемых выделений подповерхностных газов. Если эти истечения происходят из резервуаров, расположенных сравнительно неглубоко под поверхностью, то при определенных условиях возможно скопление продуктов дегазации на поверхности Луны. Так, высказывались предположения, что в полярных областях на внутренних склонах кратеров, никогда не освещаемых Солнцем, могут накапливаться метан, углекислый газ, сероводород и конденсированная вода. Температура поверхности постоянно затененных участках полярных кратеров составляет 120 К и ниже, поэтому, согласно оптимистической точке зрения, слой изморози из водяного льда в смеси с углекислым газом, метаном, аргоном и другими компонентами может достигать нескольких метров. Однако некоторые лабораторные исследования показали, что общая скорость эрозии водяного льда, происходящей под воздействием различных всенаправленных межпланетных и магнитосферных излучений, примерно сопоставима с ожидаемой скоростью образования слоя замерзшей воды. Итак, даже в наиболее холодных районах лунных полярных областей, постоянно лишенных солнечного света, значительная аккумуляция водяного инея и льда представляется маловероятной. Окончательно разрешить проблему существования воды на Луне могут специальные эксперименты с борта искусственного спутника, оснащенного соответствующими приборами — гамма-спектрометром и электромагнитным зондом.

Более определенны прогнозы, относящиеся к получению кислорода и воды из поверхностных пород Луны. Три основных породообразующих минерала на Луне содержат значительное количество кислорода в различных соединениях: пироксен — 44%, плагиоклаз — 46%, ильменит — 32%.

Наиболее перспективным с технологической точки зрения признается способ получения водяных паров из лунных поверхностных пород, богатых ильменитом. При нагревании минерального сырья до температуры около 1000° начинается восстановительный процесс, обеспечивающий получение примерно 10% по весу кислорода. В условиях лунной среды восстановителем мог бы служить водород, которым насыщен лунный грунт в результате облучения протонами солнечного ветра. При использовании ильменитовых пород в качестве сырья побочным продуктом восстановительного процесса оказывается чистое железо. Ильменит относится к числу рудных минералов и в количестве до 20% встречается в составе так называемых высокотитанистых морских базальтов Луны.

Характерный признак ильменитсодержащих пород — наличие темных, непрозрачных включений, что оказывает прямое влияние на общую отражательную способность вещества. Поэтому такие породы отличаются очень низким альбедо, то есть — самые темные среди других морских базальтов. В результате исследований доставленных на Землю образцов была получена зависимость между содержанием в поверхностном слое окиси титана, который входит в химическую формулу ильменита, и увеличением отражательной способности в ближней ультрафиолетовой области спектра. Значит, предварительный прогноз о наличии ильменитсодержащих пород можно сделать уже на основе наземных телескопических данных. Наиболее темные участки, отличающиеся повышенной отражательной способностью в синих лучах видимого спектра, с большой долей уверенности следует считать районами распространения ильменитовых базальтов.

Источником энергии для лунной базы в первую очередь может служить солнечное излучение. Не исключено, конечно, применение и других источников, действие которых не зависит от времени суток, например перспективных ядерных энергоустановок.



Возможно, так будет выглядеть строящаяся лунная база. На переднем плане — установка для переработки лунных пород. Слева на рисунке виден вход в жилой модуль, укрытый защитным слоем лунного реголита

Лунное сырье реально использовать при сооружении различных построек. Инженеры и архитекторы считают, что мелкая лунная пыль, в изобилии встречающаяся на поверхности, послужит великолепным материалом для цементных растворов и бетона.

### ЛУННОЕ ПОСЕЛЕНИЕ XXI ВЕКА

Первые проекты постоянно действующей лунной базы появились еще более двадцати лет назад. Международной астронавтической федерацией был создан специальный комитет, который координировал разработки по проекту научной лаборатории на Луне. Образцом международного сотрудничества служила совместная работа научных организаций ряда стран в изучении Антарктиды.

После завершения лунных космических программ в 70-е годы, ведущие космические державы сосредоточили основные усилия на

изучении и освоении околоземного пространства посредством пилотируемых аппаратов. Исходя из накопленного опыта, а также прогнозов на будущее, группа специалистов из Отделения исследований Солнечной системы Космического центра имени Джонсона (Хьюстон, США) пришла к выводу, что в предстоящие несколько десятилетий понятие «ближний космос» органически будет включать и Луну. Большие возможности лунной индустрии окажут существенное влияние на освоение всего околоземного пространства, заключенного внутри лунной орбиты. Поэтому разработка проекта обитаемой лунной базы вновь становится актуальной.

Рассматриваются разные варианты. Более простой путь такой: после того, как выберут подходящее место для базы, на лунную поверхность доставляются автоматические установки по промышленной переработке лунного грунта. Предполагают, что оптимальное местоположение комплекса — Океан Бурь, район в области долгот  $55-65^\circ$ , вблизи экватора. Когда автоматические установки начнут свою работу и накопят определенное количество необходимых ресурсов, к ним будет

добавлен жилой модуль. Дистанционно управляемый с Земли луноход переместит жилой модуль в специально созданное или естественное углубление, чтобы затем слоем лунного реголита обеспечить его защиту от радиации, а также перегрева в дневное время и быстрого переохладения ночью. К моменту высадки первой партии обитателей лунной базы автоматические установки уже полностью налажат производство кислорода и воды на основе местных материалов, однако водород на первых порах будет доставляться с Земли. Последующими транспортными рейсами привезут необходимое оборудование и других членов экипажа, общей численностью до 12 человек.

Более сложная программа предусматривает на предварительном этапе серию рекогносцировочных и технологических полетов не только автоматических, но и пилотируемых аппаратов. В качестве промежуточной транспортной базы предполагается использовать крупную космическую станцию на околоземной орбите, а все руководство операциями на Луне осуществлять с орбитальной окололунной станцией.

Каждый модуль лунного поселения может состоять из алюминиевого цилиндра, помещенного в углубление около 3 м и сверху покрытого защитным слоем грунта толщиной от 2 до 5 м. Основой жизнеобеспечения станет экологическая система, работающая по замкнутому циклу, с регенерацией воды и воздуха. Поскольку потребности в кислороде будут полностью обеспечены за счет местных ресурсов, с Земли понадобится доставлять только азот и воду или водород для получения воды в лунных установках. Растения можно с успехом выращивать на лунном грунте

в специальном модуле — оранжерее. Производство зеленой массы будет давать дополнительное количество кислорода. На основе этого реально разведение мелких домашних животных с высокой продуктивностью (например, кроликов) для обеспечения обитателей лунной базы сбалансированным питанием.

Объекты научного и промышленного назначения могут иметь произвольную форму, наилучшим образом соответствующую их функциональному назначению. Отсутствие атмосферы и малая сила тяжести позволят при необходимости создавать легкие и экономичные конструкции очень больших размеров. Например, предполагается построить на Луне оптический телескоп с диаметром зеркала 25 м. Подобный инструмент способен дать разрешение, составляющее 0,0001 секунды дуги. С помощью такого телескопа в лунных условиях удастся, вероятно, непосредственно наблюдать планеты у ближайших звезд или детали в ядрах соседних галактик.

Осуществление такого грандиозного проекта, как создание первого поселения людей на одном из тел Солнечной системы, потребует значительных материальных затрат, которые для каждой отдельно взятой страны существенно снизятся в случае международной кооперации. Автору этой статьи довелось беседовать с инициаторами проекта — специалистами из Космического центра имени Джонсона. В этих беседах, также как и в своих публикациях, ученые высказывались в пользу объединения усилий различных стран, и прежде всего ведущих космических держав, что помогло бы достижению не только научных целей, но и дальнейшему освоению космического пространства в мирных целях.

●

---

См. начало на с. 59.

рить оценки возрастов. Они предположили, что пульсары действительно рождаются в ОВ-ассоциациях или в областях звездообразования, и для каждого конкретного пульсара из числа тех, для которых есть измерения собственного движения, отыскивали ассоциацию или область звездообра-

зования, которые могли бы служить «колыбелью» данного пульсара. В 25 случаях поиски «родных мест» оказались успешными. 11 пульсаров, как выяснилось, возникли в пределах ОВ-ассоциаций Cam OB-1, Cyg OB-7, Sct OB-2 и других. 14 пульсаров образовались в пределах галактических рукавов, причем 4 из них родились в области звездообразования, расположенной в

созвездии Парусов. Только три пульсара, по-видимому, образовались в пространстве между рукавами. Для 8 пульсаров исходных данных для поисков «места рождения» оказалось недостаточно. Связав пульсары с конкретными звездными образованиями, авторы уточнили и возрасты пульсаров.

Astrophysics and Space Science, 1986, 121, 1



# Метеорный поток $\eta$ -Акварид в 1986 году

После того, как комета Галлея прошла 9 февраля 1986 года перигелий, можно было ожидать, что активность метеорного потока  $\eta$ -Акварид увеличится. Чтобы изучить этот интересный, но достаточно трудный для наблюдений поток, в СССР как и в прошлые годы (Земля и Вселенная, 1986, № 1, с. 89) было организовано более десяти стационарных и экспедиционных наблюдательных пунктов в Симферополе, Алуште, Судаке, Красноперекопске, в селе Уваровка Нижнегорского района и в поселке Курортное Судакского района Крымской области. Подготовились к наблюдениям также и астрономические кружки в Алма-Ате, Ростове-на-Дону, поселке Новотроицком Донецкой области. В район Ашхабада (поселок Бикрова) выехала экспедиционная группа Крымского общества любителей астрономии и Крымского областного отделения ВАГО. Члены Московского отделения ВАГО под руководством кандидата физико-математических наук В. И. Цветкова наблюдали на станции Репетек Чарджоуской об-

ласти Туркменской ССР и в Самарканде.

Всего в этом научном мероприятии приняло участие около ста хорошо подготовленных наблюдателей. Работая в группах по 2—8 человек, за 144 часа они зарегистрировали 1619 метеоров, из которых 451 — аквариды. Больше всех повезло наблюдателям московской группы; методом квалифицированного счета они зарегистрировали 365 метеоров, в том числе 112 акварид. Наблюденное распределение метеоров по звездным величинам представлено в таблице 1.

Крымские наблюдатели насчитали 309 акварид, причем многие из них были видны из нескольких пунктов. Это серьезно помогло при обработке результатов.

В задачи наблюдений  $\eta$ -Акварид входило изучение часовых чисел потока, пространственной плотности метеоров, распределения их по звездным величинам. Надо было определить индексы относительной активности, узнать, есть ли в потоке компактные группы метеоров. Изучать крупномасштабную и тонкую структуру

явления — дело довольно трудное. Это связано прежде всего с тем, что поток из-за низкого положения радианта можно наблюдать непродолжительное время — всего один-два часа в сутки.

Неустойчивая майская погода преподносила в 1986 году «сюрпризы» наблюдателям, что в конечном счете привело к некоторым неточностям в определении времени максимума потока, часовых чисел, распределения метеоров по звездным величинам, а также в изучении частотных характеристик.

Но нередко сами наблюдатели устраивали себе «сюрпризы»: одни по неопытности начинали наблюдать утренний поток... вечером, другие (даже опытные!) делали перерыв в наблюдениях как раз в то время, когда поток начинал нарастать, третьи раньше времени прекращали наблюдения на рассвете. В отдельных пунктах качество снижалось и за счет нарушения правил наблюдений. В тех случаях, когда в группе вдруг возникал спор или оживленный разговор, резко падало число метеоров, замеченных всей группой.

ТАБЛИЦА 1

звездная величина (m)	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
число акварид (n)	1	4	11	10	32	29	16	9	0

предельная звездная величина в зените ( $m_{lim}$ )	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00
поправочные коэффициенты (L)	4,6	3,6	2,8	2,2	1,7	1,3	1,0	0,8	0,6

Однако в основном программа наблюдений выполнена хорошо, и теперь мы имеем довольно ясное представление о характере активности потока  $\eta$ -Акварид.

Напомним читателю, что в качестве одной из характеристик активности метеорного потока обычно используют часовое число, то есть число метеоров, которое наблюдалось бы в течение часа, если бы радиант потока находился в зените, а прозрачность атмосферы позволила видеть звезды до  $6,5^m$  (в зените). Такие часовые числа, как правило, рассчитывают для одного наблюдателя. В некоторых случаях пользуются групповыми часовыми числами без поправки на предельную звездную величину ( $m_{lim}$ ). В международной практике часто применяются поправочные коэффициенты, представленные в таблице 2.

Правда, введение таких поправок требует большой точности в определении предельной звездной величины  $m_{lim}$ , что хорошо иллюстрирует таблица. Например, в интервале с 4 ч до 4 ч 50 м (чистое время наблюдений 0,83 часа) наблюдалось 4 аквариды одним наблюдателем при  $m_{lim}=6,25$  и зенитном расстоянии радианта  $Z_R=81^\circ$  ( $\cos Z_R=0,15$ ). Неисправленное часовое число ( $n_p$ ) будет равно  $4 : 0,83=4,8$ , а исправленное на  $Z_R$  (приведенное к зениту) равно  $4,8 : 0,15=$

$=32$ . Чем прозрачнее небо, тем больше метеоров за счет слабых мы видим. Поправка на  $m_{lim}$  дает возможность привести зенитные часовые числа к стандартным условиям ( $m_{lim}=6,5$ ). Например, если в нашем случае  $m_{lim}$  равнялось  $6,25$ , то поправка  $L=1,3$  и тогда полное часовое число будет равно  $32 \cdot 1,3=41,6$ . В международной практике это число обозначается как ZHR (Zenith Hour Rate). Общая формула вычисления ZHR, таким образом, будет такой:  $ZHR = n / (\Delta T \cdot \cos Z_R) \cdot L$ .

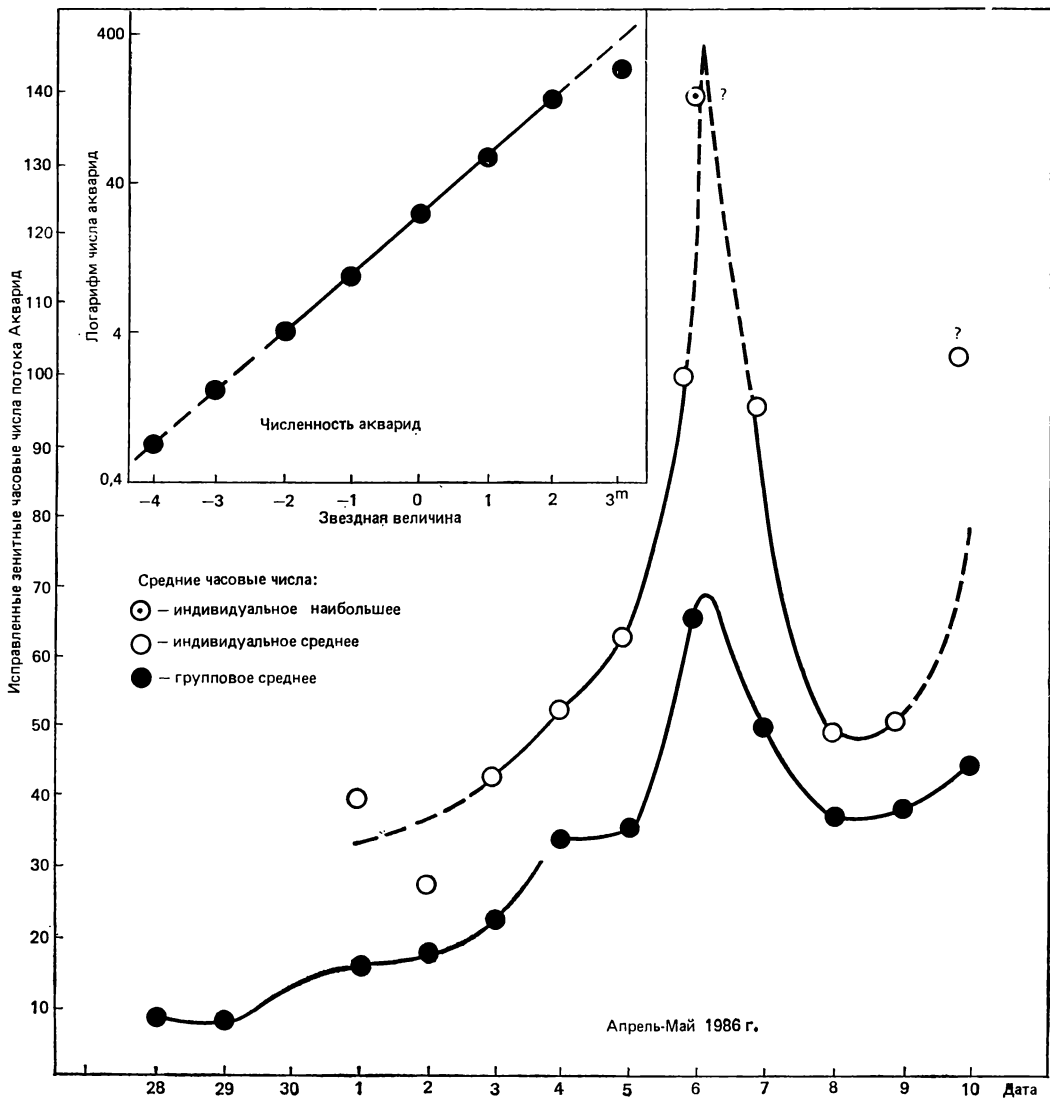
По нашим сведениям, первыми в СССР аквариды увидели в Крыму утром 28 апреля члены Алуштинского общества любителей астрономии. В эту далекую от даты максимума ночь метеоров потока, естественно, было мало: 2 из 15 замеченных за 1 час. Немного их было и 29 и 30 апреля. Правда, наблюдениям сильно мешала Луна, которая находилась в то время вблизи радианта. Но утром 1 мая поток стал более заметен: 7 акварид из 31 метеора. По данным наиболее опытных наблюдателей Г. В. Акмана и С. В. Татарцева неисправленное на  $m_{lim}$  часовое число определялось равным 13—17, а исправленное около  $38 \pm 20$ . В эти предутренние часы аквариды особой яркостью не выделялись (средняя звездная величина  $3,3^m$ ). Но алуштинским наблюдателям сильно повезло: они уви-

дели прекрасное зрелище — полет над Южным берегом Крыма медленного болида-скорпиониды— $6^m$ . Сначала болид наблюдался в созвездии Скорпиона как метеор  $2^m$ , при взрыве изменил цвет с зеленого на голубой, раздробился на три ярких части. Момент появления болида — 00 ч 47 мин всемирного времени, продолжительность его полета — 3 секунды.

2 мая было ясно только в поселке Бикрова, где по результатам счета индивидуальные часовые числа потока (в дальнейшем мы будем для краткости их обозначать как ZHR) доходили до 17—25. 3 мая количество акварид здесь увеличилось: 10 из 38 всех метеоров (ZHR около 40). В Алуште увидели поток еще более активным, в нем появились яркие метеоры  $2^m \div -1^m$ . Одна пара акварид —  $1^m$  и  $2^m$  вспыхнула в течение нескольких секунд; немного позже примерно такую же пару зарегистрировали в Симферополе. Для короткого 25-минутного интервала (мешала облачность и рассвет) ZHR по вычислениям М. В. Петухова равнялось 59. В Симферополе (по подсчетам А. И. Грищенко, В. В. Мартыненко и В. Ю. Иващенко) часовые числа принимали значения от 34 до 40.

4 мая над многими пунктами небо снова заволочило. 4 ярких аквариды  $0^m$ ,  $1,0^m$  и  $0,5^m$  замечены в Алма-Ате. Сравни-





**Ход активности η-Акварид в 1986 году по наблюдениям в 10 пунктах Советского Союза. Групповые зенитные часовые числа усреднены и из-за неблагоприятных условий наблюдений**

в основном относятся к акваридам ярче  $3^m$ . На врезке: зависимость числа акварид от их яркости. Наиболее надежные данные относятся к диапазону звездных величин от  $-2^m$  до  $+2^m$ .

За исходное принято число акварид  $-2^m$ , равное 4. При расчетах во все величины внесены поправки на зенитное расстояние радианта

ТАБЛИЦА 3

Пункт	Наблюдатели	Часовые числа ZHR
Карадаг	С. Я. Жительзейф	63
	Д. В. Калайда	75
Судак	Н. П. Рогов	120
	О. В. Лоскутова	93
Алушта	Г. В. Акман	95
	С. В. Татарцев	83
Симферополь	А. И. Грищенко	73
	С. Б. Скобелина	94
	В. В. Мартыненко	100
	В. Ю. Иващенко	145 (?)

тельно хорошие условия были в Репетеке. Величина ZHR по данным И. М. Адуло составила здесь более 50. 5 мая опять повезло московской группе: с 22 ч 50 мин (4 ч 50 мин местного поясного времени) облачность над этим пунктом ушла и исследователи увидели первый настоящий фейерверк Майских Акварид. К большому огорчению наблюдателей в самый разгар «салюта» начался рассвет. Что ж, таков поток кометы Галлея — время хорошей видимости его сильно ограничено: не успеет подняться радиант над горизонтом, как восходит Солнце. Один из самых зорких наблюдателей этой группы Г. М. Афанасьев за 40 минут насчитал 8 акварид, что дает величину часового числа около 60. Галлеевский «салют» в это утро удачно дополнялся вспышками  $-1^m$ ,  $-2^m$  и даже  $-4^m$  метеоров других потоков.

6 мая в Репетеке было облачно, а небо над Алма-Атой заволочла дымка (замечено всего 3 ярких аквариды  $-1^m \div -3^m$ , ZHR=40). Зато на этот раз повезло наблюдателям Крыма и немного группе в Бикрова, где с 22 ч 40 мин до 00 ч 20 мин всемирного времени в разры-

вах облаков и часто через дымку группа насчитала 17 акварид. Это уже хороший «улов». К утру появилось несколько ярких метеоров потока (от  $0^m$  до  $-1,5^m$ ). Даже осторожные подсчеты показывают, что поток набрал еще большую силу (ZHR > 60). Крымские наблюдатели, принявшие эстафету от этой группы через 2 часа (разница в часовых поясах), подтвердили повышенные активности потока. Часовые числа 6 мая для разных пунктов Крыма представлены в таблице 3.

7 мая в поселке Бикрова погода окончательно испортилась, но стало чистым небо в Репетеке. В эту ночь поток вновь удивил наблюдателей. Над пустыней при сравнительно ясном небе, когда предельная звездная величина была около  $6^m$ , продолжали появляться в большом количестве блестящие стрелы акварид. Московская группа с 21 ч 32 мин до 23 ч 45 мин всемирного времени насчитала 20 метеоров потока, из них 12 ярче нулевой величины. Часовые числа определены равными 80 для 22 — 23 ч и около 105 для 23 ч — 23 ч 30 мин всемирного времени.

Сопоставление данных за 5,

6 и 7 мая говорит о широком максимуме  $\eta$ -Акварид, а если и был острый пик численности потока, то он, вероятно, произошел в светлое время суток.

Наблюдения 7 мая в Крыму (где облачность и дымка составили 20—50%) показали, что часовые числа находились в пределах от 43 до 75.

По данным австралийских наблюдений за прошлые годы (графики приведены в журнале «Земля и Вселенная» № 1, за 1986 г.) видно, что  $\eta$ -Аквариды сохраняли хорошую активность (25—40 метеоров в час) вплоть до 10 мая. В 1986 году это хорошо подтвердилось наблюдениями в СССР. Повышенная численность метеоров уверенно прослеживается с 7 по 10 мая.

8 и 9 мая для Репетека часовые числа равны 47 и 48 соответственно. 8 мая для Бикрова — 44. По непонятной причине в Бикрова 9 мая (при почти равных условиях наблюдений и равном составе наблюдательных групп) видели значительно меньше акварид, чем в Репетеке (ZHR всего 23).

Последний раз в 1986 году советские наблюдатели видели аквариды 10 мая в Самарканде и Алма-Ате. Условия наблюдений были не очень благоприятными. Предельная звездная величина от 4,5 до 5,5. В Самарканде за 1,5 часа насчитывали 49 метеоров, из которых около 20 были акваридами, а в Алма-Ате за такое же время при небольшой облачности насчитали 18 метеоров, из которых 6 акварид  $2^m \div -1^m$ . Г. М. Афанасьев в Самарканде один увидел 17 акварид (7 были ярче  $1^m$ ). Часовое число без поправки на прозрачность у этого наблюдателя равно 32, а с минимальными по-

правами в предположении, что  $m_{lim} \approx 5,5^m$ ,  $ZHR \approx 100$ . Создается впечатление, что был вторичный максимум потока. Приходится сожалеть, что наблюдения не производились позже 10 мая. Наивысшие числа для группы получены 6 мая на Карадаге ( $68 \pm 19$ ) для 4 чел., в Судаке ( $67 \pm 18$ ) для 3 чел.; нижний предел в эту ночь около 30 метеоров в час.

Было замечено, что аквариды часто появлялись группами от 2 до 6 за 1—6 минут. Перерывы между группами составляли 5—10 минут.

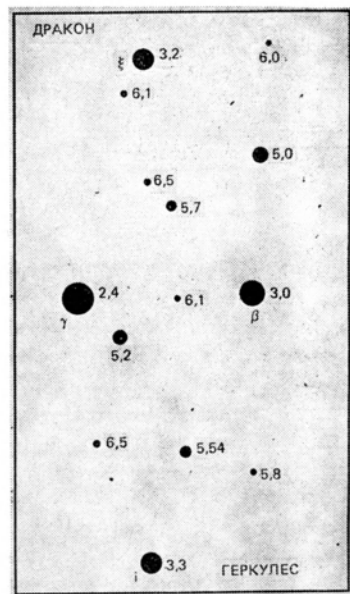
Один из важных результатов наших наблюдений — получение функции светимости потока, то есть распределение метеоров потока по звездным величинам. Обработывая наблюдения в поселке Бикрова, мы увидели, что с уменьше-

Этот участок неба в созвездии Дракона наиболее удобен для определения предельных звездных величин при наблюдениях  $\eta$ -Акварид, Персеид и других метеорных потоков

нием яркости акварид на одну звездную величину число их увеличивается в среднем в 2,14 раза в диапазоне  $-2^m \pm 2^m$ .

Сравнивать активность потока в 1986 году с активностью его в 1985 году трудно, так как мы не знаем точных моментов и величин максимальной численности акварид, но сравнение различных дат показывает, что ярких метеоров в потоке 1986 года было больше, чем в предыдущем году.

В 1987 году предстоит новая встреча с самым интересным потоком, порожденным коме-



той Галлея, и, конечно же, необходимо его изучать и дальше.

## Предвестники смерчей!

Как известно, мощный циклон, сформировавшийся 8 июня 1984 года над южными областями нашей страны, днем 9 июня резко активизировался, и над Волго-Вятским районом пронеслись разрушительные смерчи (Земля и Вселенная, 1985, № 5, с. 29.—*Ред.*). Наблюдались ли какие-либо аномалии в верхней атмосфере Земли еще до прихода смерчей? Оказывается, наблюдались. На магнитной обсерватории «Борок», расположенной как раз в Волго-Вятском районе, за три часа до прихода циклона было зарегистрировано необычное электромагнитное излучение с центральной частотой 2 Гц. По мере приближения циклона к наблюдательному пункту амплитуда излучения росла, максималь-



ной она стала во время резкой активизации циклона и образования смерчей, а затем — с удалением циклона — уменьшилась. Электромагнитное излучение как бы опережало циклон и сопровождало его дальше.

По своему характеру это излучение резко отличается от всех известных и хорошо изученных естественных электромагнитных пульсаций подобной частоты. Как же оно возникло? Авторы эксперимента Р. В. Щепетнов, В. А. Троицкая и Б. В. Довбня (Институт физики Земли АН СССР) считают, что циклон 8—9 июня 1984 года стал мощным источником акустико-гравитацион-

ных волн. По свидетельству очевидцев, проявление самого сильного смерча, пронесшегося тогда над Ивановом, «...напоминало кипящий котел, внутри „хобот“ светился, слышался свист и гул, похожий на рев реактивного самолета». Можно допустить, что волновые поля, возникшие при турбулентности в развивающемся циклоне, достигли нижней ионосферы и трансформировались в электромагнитное излучение. Излучение это, распространяясь в ионосфере, может сильно опережать циклон и, таким образом, служить его специфическим предвестником.

Вновь открытое электромагнитное излучение, сопровождающее мощный атмосферный циклон, позволит глубже изучить взаимодействие атмосферы, ионосферы и магнитосферы.

Доклады АН СССР, 1986, 290, 3



## Юбилей Мемориального дома-музея

В Калуге Константин Эдуардович Циолковский прожил сорок три года. Теперь и название города, и имя ученого звучат столь нерасторжимо, что не случайно, видимо, многие считают Калугу родиной Циолковского. А на самом деле Константин Эдуардович родился в селе Ижевском, что на рязанской земле, и, прежде чем переехать в Калугу, долго жил в Боровске, там и женился.

В Калуге Циолковские сменили четыре адреса. Но самый известный — на углу нынешних улиц Волкова и Циолковского, бывшей Коровинской. Этот дом семья приобрела в мае 1904 года — маленький, трехоконный, одноэтажный. Всего-

то помещений в нем было — комната с перегородкой да чулан. Весной Ока становится капризной. Калуга расположена высоко на холмах, поэтому в прежние времена затапливались лишь приокская низина и прибрежные улицы. И среди них — Коровинская.

На одной из улиц Калуги на высоте, в полтора раза превышающей человеческий рост, есть отметка: «Уровень подъема воды в 1908 году». На семнадцать с половиной метров поднялась тогда Ока. Целое столетие ни одна из рек Русской равнины такого паводка не имела. Почти по крышу затопило и домик Циолковских.

Когда вода спала, Циолковские решили пристроить к до-

му второй этаж. Так в 1908 году домик на Коровинской принял знакомый по сотням фотографий вид.

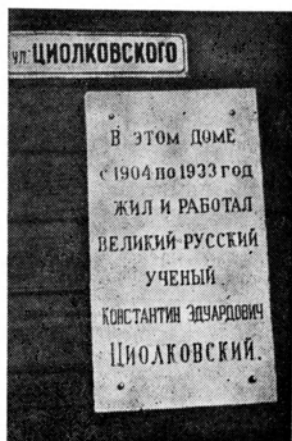
По крутой лестнице поднимаясь наверх, попадаешь в комнату жены Циолковского — Варвары Евграфовны. Обстановка скромная, почти скудная. А если сделать еще четыре-пять шагов, то перед нами — кабинет Константина Эдуардовича.

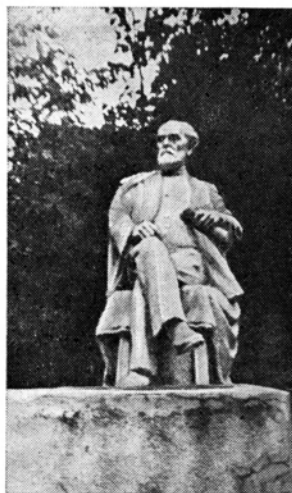
Кабинет ученого... Окна выходят на юг, на Оку. Здесь Циолковский работал; отсюда, из этого кабинета, в подзорную трубу вел наблюдения звездного неба. Теперь эта подзорная труба, направленная в небо, — часть экспозиции музея. Слева, в углу кабинета

Мемориальный дом-музей  
К. Э. Циолковского в Калуге



Памятная доска  
на фасаде Дома-музея





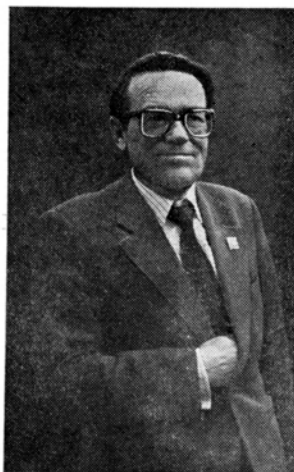
Памятник К. Э. Циолковскому работы М. Ласточкина во дворе усадьбы

такой же, какой была при Константине Эдуардовиче. Это — бревенчатый погреб, колодец, скамейка. Блок для подачи воды из колодца Константин Эдуардович выточил сам.

Горе, нужда, смерть детей — все это Циолковские переносили стоически. Но была и радость — радость творчества, а к концу жизни пришло и долгожданное признание.

В 1921 году состоялось решение Малого Совнаркома о назначении К. Э. Циолковскому персональной пенсии. В числе подписавших постановление был В. И. Ленин. В одном из залов Государственного музея истории космонавтики — огромное панно «Советские люди — покорители космоса» (автор А. Васнецов). В центре панно — слова Константина Эдуардовича: «Только люди труда и крепкой воли создадут новую жизнь. Я всю жизнь рвусь к новым победам и до-

Заведующий  
Мемориальным отделом  
Государственного музея  
истории космонавтики  
имени К. Э. Циолковского,  
внук ученого А. В. Костин



та,— простая металлическая кровать. Над нею — карманные часы Циолковского. Они всегда показывают 22 часа 34 минуты — время, когда остановилось сердце великого ученого.

«Вся моя жизнь состояла из размышлений, вычислений, практических работ... и опытов. Меня всегда сопровождала домашняя мастерская», — писал Циолковский.

Мастерская-веранда находится тут же, рядом с кабинетом. Верстак, токарный станок, полки с инструментами и книгами. Станок для гофрирования металла — из гофроалюминия предлагал Циолковский строить дирижабли. Именно таким материалом отделано здание Государственного музея истории космонавтики имени К. Э. Циолковского в Калуге.

Усадьба неотделима от Мемориального дома-музея. Северная ее сторона сохранена



Могила К. Э. Циолковского в парке, носящем его имя (памятник работы И. Бирюкова, Ш. Муратова и Б. Дмитриева)

стижениям. Вот почему только большевики меня понимаят».

В 1932 году М. И. Калинин вручил в Московском Кремле К. Э. Циолковскому орден Трудового Красного Знамени. Тогда же состоялось и выступление Циолковского по радио. Оно было записано, благодаря чему голос великого ученого мы можем слышать и сегодня. Циолковский говорил о космическом будущем человечества, о героях-смельчаках, которые проложат первые трассы от Земли к Луне и далее, к другим планетам. Слова эти услышали миллионы людей.

В дни 75-летия Константина Эдуардовича дом его буквально сделался местом паломничества. Приезжали писатели и журналисты, приходили земляки — поздравить с юбилеем и с высокой наградой.

Гуманизм, стремление помочь людям — вот что отличало всю жизнь Константина



Летчик-космонавт СССР, Герой Советского Союза А. Н. Березовой и участники XXI Чтений, посвященных памяти К. Э. Циолковского (1986 г.)

Фото М. Бернацкой

Эдуардовича, вот что стало его жизненным кредо. И к нему тонулись, ехали за советом.

19 сентября 1935 года К. Э. Циолковского не стало. Тысячи людей пришли проводить его в последний путь. Хоронили Циолковского в Загородном саду, где любил бывать ученый.

15 июля 1936 года было решено дом К. Э. Циолковского превратить в Мемориальный дом-музей. И уже к 19 сентября того же года удалось подготовить первую экспозицию. Новый музей принял первых посетителей.

В октябре 1941 года война докатилась до Калуги. Город заняли фашистские оккупанты. За 78 дней их хозяйничанья были осквернены и разграблены музеи, могила Циолковского заминирована (лишь стремительное наступление советских войск спасло ее от уничтожения). Не пощадили фаши-

сты и Дома-музея, устроив там подобие казармы. Потому-то вместо некоторых подлинных экспонатов мы сегодня можем видеть только их копии.

«Меккой космонавтов» называют Калугу. Здесь побывали все советские космонавты, международные экипажи, одиннадцать американских астронавтов, в их числе Дэвид Скотт — один из немногих людей, ступивших на поверхность Луны. А Томас Стаф-

форд, участник советско-американской программы «Союз — Аполлон», подарил Дому-музею небольшую серебряную медаль, в состав которой входит и частица породы, доставленной с Луны.

Сотни докладов, лекций, выступлений провели сотрудники Дома-музея; устраивались тематические вечера не только в Калуге, но и в Боровске, где жил и работал Константин Эдуардович. Около двух миллионов посетителей принял Дом-музей за годы своего существования.

В сентябре 1986 года, в дни, когда Мемориальный дом-музей отмечал свой 50-летний юбилей, в Калуге проходили XXI Чтения, посвященные К. Э. Циолковскому. В них участвовали и летчики-космонавты СССР

Летчик-космонавт СССР, дважды Герой Советского Союза Г. М. Стреналов и А. В. Костин во время празднования 50-летнего юбилея Дома-музея К. Э. Циолковского (1986 г.)

Фото И. Николаева



А. Н. Березовой и Г. М. Стрекалов. На долю Стрекалова выпала миссия: вручение сотрудникам Дома-музея и Музея истории космонавтики награды Федерации космонавтики СССР. Кроме того, за заслуги в пропаганде идей Циолковского коллектив Мемориального дома-музея награжден Почетным дипломом Федерации. Со всех концов страны при-

шли поздравления и телеграммы. Парторг теплохода «К. Э. Циолковский» А. Н. Гуськов рассказал о музее ученого, созданном на судне. Теплые поздравительные письма прислали академик В. П. Глушко и летчик-космонавт СССР Г. С. Титов.

Книга почетных посетителей Дома-музея хранит запись, сделанную рукой Ю. А. Гага-

рина: «С большим... удовлетворением и волнением побывал в доме, где жил и творил Константин Эдуардович... счастлив, что мне первому удалось осуществить мечту Циолковского, завершить труд многих тысяч людей, готовивших первый полет человека в космос».

## Феномен аэрозольных облаков



В 1981 году при перелете из Балхаша в Чарджоу над пустынными районами Средней Азии экспедиция Института оптики атмосферы СО АН СССР обнаружила необычные облака. В ясной сухой атмосфере на высоте более 1000 м были зарегистрированы «сгустки» аэрозоля (с концентрацией выше обычной примерно на порядок величины) поперечным размером в 10—20 км. Фотоэлектрический счетчик, работавший на борту самолета, четко зафиксировал вход в аэрозольное облако, а затем медленное снижение концентрации аэрозоля при подлете к Чарджоу. Вокруг самолета не обнаружили никаких источников аэрозоля антропогенного происхождения, а самолетный термогигрометр не отметил существенных изменений температуры и влажности воздуха.

Позднее, в 1983, 1984 и 1985 годах, такие облака с повышенной концентрацией аэрозоля (обычно в 4—10 раз) экспедиции института неоднократно наблюдали и над Казахстаном, и над Западной и Восточной Сибирью. Статистика наблюдений показала: облака появляются при очень низкой относительной влаж-

ности (меньше 40%), на разных высотах (от 1200 до 4530 м) и, как правило, во второй половине дня. Вертикальная протяженность аэрозольного облака, впервые измеренная в мае 1984 года севернее города Колпашева Томской области, составила 300—600 м при горизонтальных размерах в 12 км.

Какова же природа аэрозольных облаков? Пока этот вопрос неясен. Б. Д. Белан и Г. О. Задде (Институт оптики атмосферы СО АН СССР) дают два возможных объяснения. Это или сухой остаток аэрозоля от обычного водного облака, или самостоятельное атмосферное образование (в пользу второго предположения говорят данные о спектре частиц аэрозоля — измерения в облаке и вне его). Авторы не исключают и того, что подобные облака могут возникнуть в результате конвекции, но это, правда, не подтверждается данными о температуре и влажности воздуха в окрестности облака.

Доклады АН СССР, 1986, 290, 6

## Рождение нового острова

18 января 1986 года японский рыбак, занимавшийся ловлей вблизи острова Волкано (на юге Японского архипелага), увидел огромное облако белого дыма, поднявшееся над водой на тысячи метров. Затем на поверхность моря стала изливаться лава. Это начал действовать вулкан, находящийся на дне океана. Судам было дано распоряжение избегать точки с координатами 24,28° с. ш., 141,9° в. д. Подводное извержение зафиксировали датчики инфракрасного излучения, установленные на борту японского метеорологического спутника Земли «GMS».

На следующий день с самолета, поднявшегося с острова Иводзима (в 50 км от места событий), зарегистрировали вздымающийся над морской поверхностью гигантский столб пара. Вскоре прибывшее туда японское исследовательское судно обнаружило, что в Тихом океане, в 5 км к северо-востоку от острова Минами Ио появился новый остров. К 21 января 1986 года «новорожденный» достиг 700 м в длину и возвышался на 300 м над уровнем моря.

Smithsonian Institution SEAN Bulletin, 1986, 10, 12



# Национальный музей авиации и космонавтики США

На авеню Независимости в Вашингтоне, недалеко от Капитолия, возвышается здание из розоватого мрамора и обрамленного бронзой стекла. Здесь находится американский Национальный музей авиации и космонавтики — гордость музейного комплекса Смитсоновского института. Собранные в нем экспонаты отражают историю нелегкого освоения человеком воздушной стихии и космического пространства, тут можно увидеть экспозиции, относящиеся и к глубокой древности, и к нашим дням.

Датой основания Национального музея авиации и космонавтики считается 1946 год, когда при Смитсоновском институте был создан Национальный авиационный музей — ему предстояло отныне со всей тщательностью собирать и хранить различные экспонаты по аэронавтике и авиации, представляющие исторический интерес, а также знакомить с ними посетителей. Основу музея составила коллекция, собранная к этому времени в институте. Под музей отвели металлический ангар, сооруженный во время первой мировой войны для испытаний авиационных двигателей. Наиболее ценные экспонаты решили пока не выставлять, храня их в другом месте. Работники музея обратились более чем к двумстам организациям и учреждениям, связанным с авиацией, с просьбой

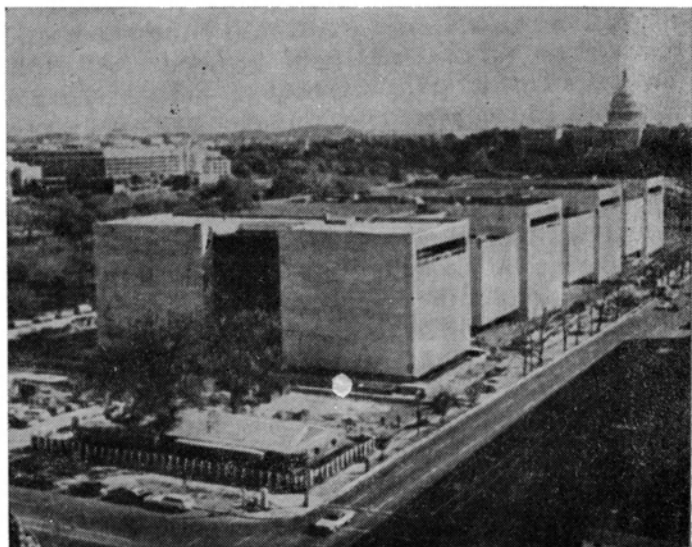
сообщить об имеющихся у них приборах и машинах, которые могут представлять исторический интерес.

В 1957 году, с началом космической эры, музей стал пополняться экспонатами ракетной и космической техники, в 1966 году он получил свое теперешнее название. Вскоре было заключено соглашение с Национальным управлением по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА): предоставляя музею имеющиеся в ее распоряжении

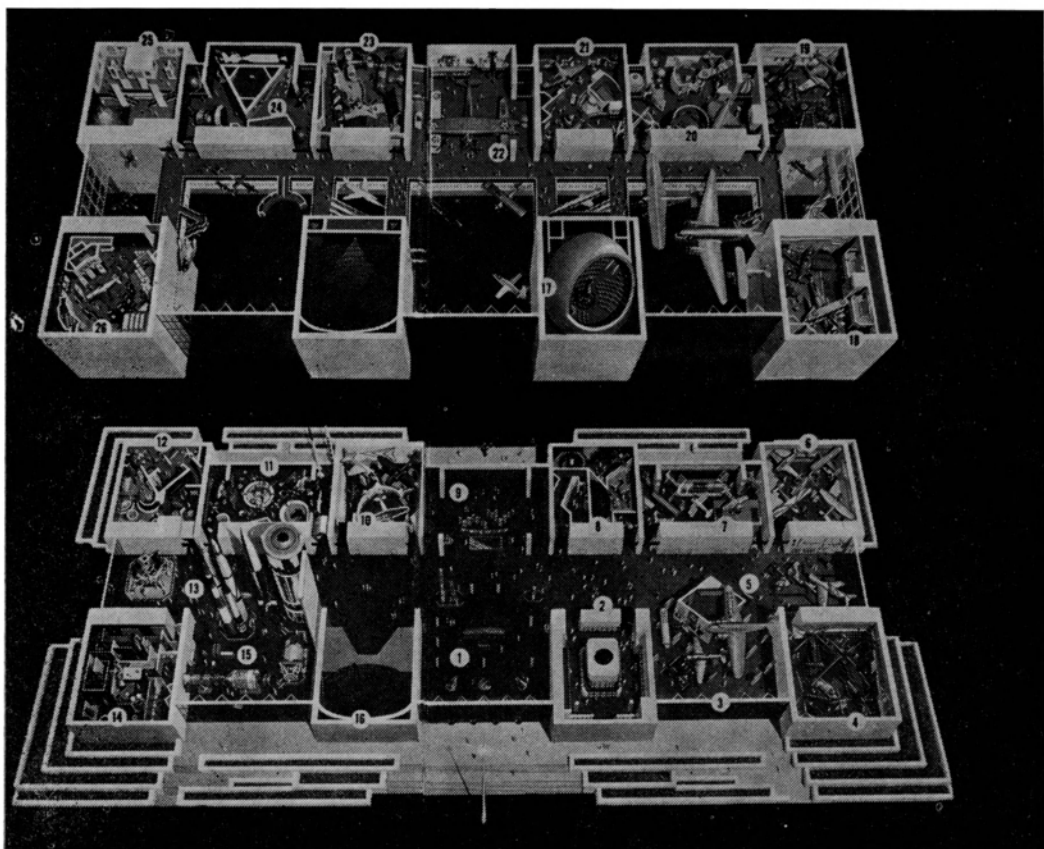
образцы авиационной и космической техники, эта организация обязалась передавать их и в дальнейшем. В 1972 году удалось добиться от правительства выделения средств на строительство нового здания музея, где можно было бы разместить все основные экспонаты, организовав их хранение и показ надлежащим образом.

И вот 1 июля 1976 года состоялось торжественное открытие Национального музея авиации и космонавтики. Эта церемония, приуроченная к 200-летию США, была довольно необычной. В то время по орбите вокруг Марса обращалась автоматическая межпланетная станция «Викинг-1». Сигнал от нее был передан на установленное

**Здание Национального музея авиации и космонавтики в Вашингтоне**







#### Планировка музея.

Первый этаж: 1 — зал

«Вехи полетов»;

2 — магазин музея;

3 — зал транспортной авиации;

4 — аппараты вертикального

взлета и посадки;

5 — западная галерея;

6 — авиация общего

назначения;

7 — демонстрация полета;

8 — жизнь во Вселенной;

9 — южный вестибюль;

10 — испытательные полеты;

11 — спутники; 12 — польза

и значение полетов;

13 — аппараты, исследовавшие

Луну; 14 — ракеты

и космические полеты;

15 — зал космоса;

16 — кинотеатр Лэнгли.

Второй этаж: 17 — планетарий

Альберта Эйнштейна;

18 — воздушные операции

на море; 19 — авиация

второй мировой войны;

20 — воздушные шары

и воздушные корабли;

21 — диспетчерские вышки;

22 — специальные выставки;

23 — авиация первой

мировой войны; 24 — «Аполло»

летит к Луне; 25 — полеты

и искусство; 26 — авиатехника

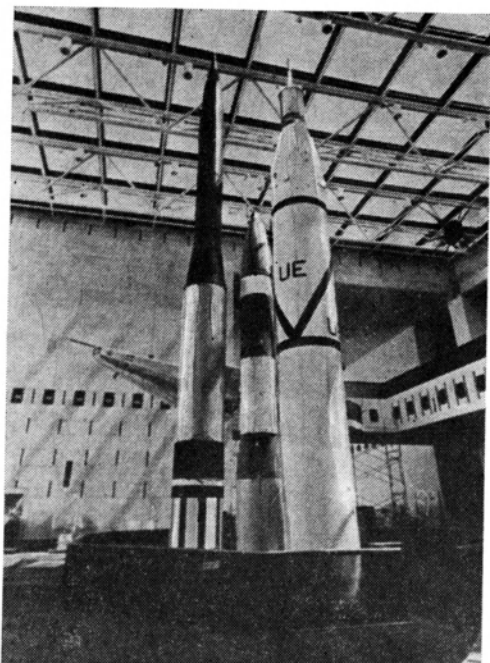
перед зданием музея устрой-  
ство для забора марсианского  
грунта, аналогичное тому, кото-  
рое имелось на борту станции.  
Механическая рука устройства  
пришла в движение и перерезала  
символическую ленточку,  
открыв доступ в музей.

Новое здание музея вытяну-  
лось на 209 м в длину и 69 м в  
ширину, поднявшись ввысь на

26 м. На первом и втором эта-  
жах расположены 22 выставоч-  
ных зала, третий этаж отведен  
под библиотеку, служебные по-  
мещения и столовые. За-  
стекленные залы, размещен-  
ные вдоль фасада и в торцах  
музея, не имеют перекрытий,  
отчего здание кажется легким,  
невесомым, а летательные аппа-  
раты, подвешенные в залах,

как бы парят в воздухе. Одно-  
временно музей способен при-  
нять свыше 8000 посетителей.

Знакомство с историей кос-  
монавтики начинается в зале  
«Ракеты и космические поле-  
ты». Здесь можно узнать, что  
первые ракеты появились в Ки-  
тае еще в XIII веке. Покажут  
и подлинные образцы, создан-  
ные в XIX столетии англичанами



Ракеты-носители, установленные в «Космическом зале»: слева — «Авангард», справа — «Юнона-1»

«Космический зал» музея. Макет орбитального комплекса «Союз — Аполлон»

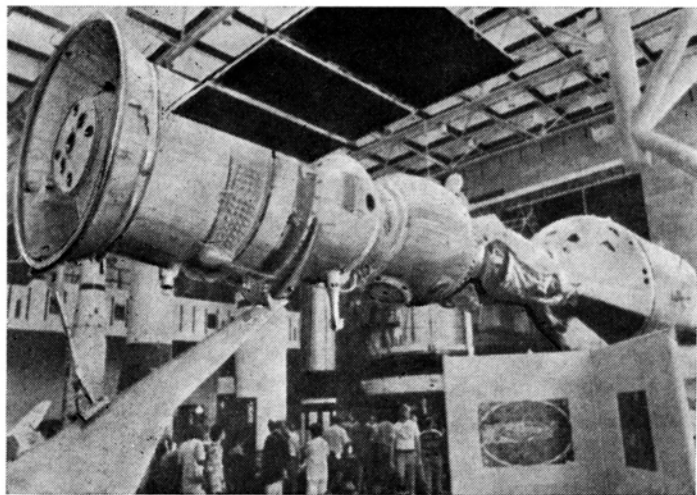
У. Конгревом и У. Гейлом, а также ракеты, которыми пользовались когда-то для метания гарпуна во время охоты на китов. Затем интересно послушать обзор фантастических проектов, относящихся к полетам в космос, познакомиться с легендой о китайце Ван Гу,

в XVI веке пытавшемся подняться в небо на воздушном змее с помощью нескольких десятков пороховых ракет, увидеть модель «Колумбиады» — на этом снаряде герои фантастического романа Ж. Верна совершили путешествие на Луну.

Посетители музея узнают о жизни и работе нашего соотечественника К. Э. Циолковского, американца Р. Годдарда и немца Г. Оберта. Эти ученые в начале XX века разработали теорию космического полета и показали, что его можно осуществить при помощи особым образом устроенной ракеты на химическом топливе. Модель одной такой ракеты, предложенной Циолковским, расположена в музее рядом с частями первых экспериментальных ракет на жидком топливе, которые запускались Годдардом в 20-х годах. Рассказываются и о ракетных обществах, возникших в разных странах в начале 30-х годов.

Видеofilm «Фантазия и действительность» переносит посетителей от иллюстраций из ранних научно-фантастических журналов и фрагментов кинофильмов к современной космической технике. Далее они знакомятся с принципом действия и устройством современных ракет и ракетных двигателей. Наглядным примером служит двигатель РЛ-10, показанный в разрезе. В этом двигателе, созданном в 1963 году, впервые было применено топливо, состоящее из жидкого кислорода и водорода. Такое топливо (его предложил Циолковский еще в 1903 году) в настоящее время — самое эффективное из освоенных ракетной техникой.

В центральной части зала экспонируются образцы различных типов ракетных двигателей:



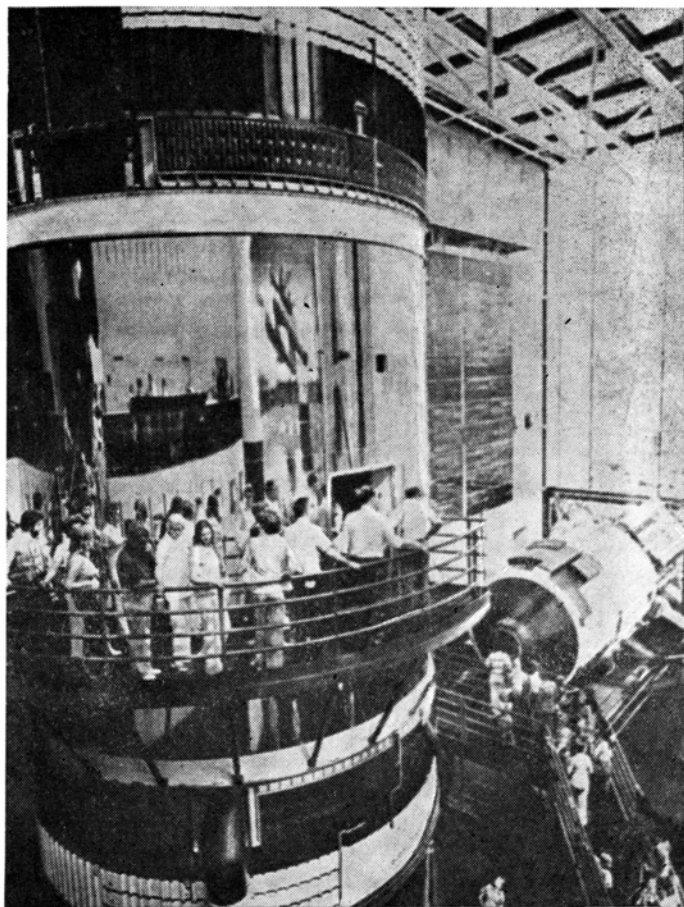
**Космическая лаборатория «Скайлэб». На переднем плане — рабочий отсек лаборатории, на заднем — переходной отсек со стыковочным узлом**

от простого порохового ускорителя для взлета самолетов — до ионного двигателя, в котором реактивная струя создает разгон частиц рабочего тела в электрическом поле. Остальная часть зала посвящена истории космических скафандров, причем рассказ о них начинается с демонстрации подводного снаряжения и заканчивается изображением астронавта из фантастического кинофильма «2001-й год: космическая одиссея».

После такого ознакомительного экскурса в историю ракетно-космической техники полезно перейти в зал «Вехи полетов», где показано, как шаг за шагом осуществлялась мечта о полете в космос. В огромном застекленном зале — напротив главного входа в музей — размещены самолеты и космические аппараты, конструкции которых стали этапными в истории авиации и космонавтики.

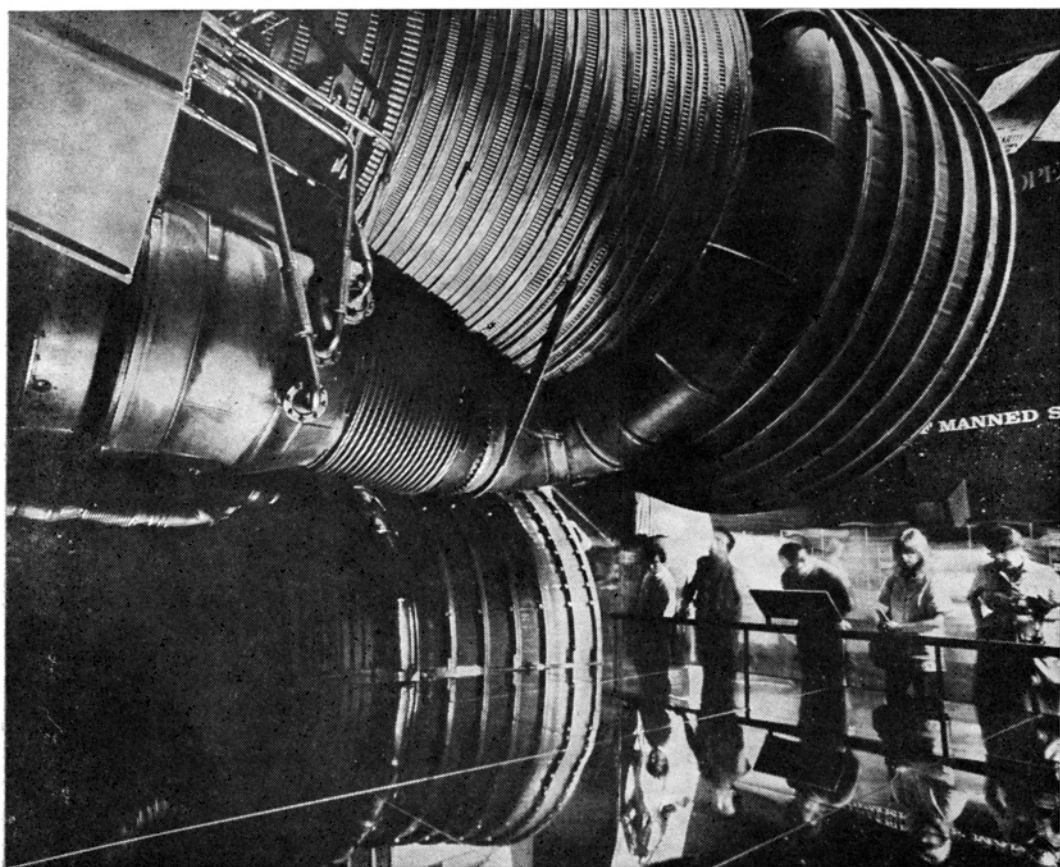
Волнение охватывает посетителей при виде легендарного самолета братьев Райт, парящего в центре зала. Здесь же находится самолет, на котором Ч. Линдберг совершил в 1927 году перелет из Америки в Европу, ракетный самолет «Белл Икс-1», превысивший в 1947 году скорость звука, и один из более поздних ракетопланов, летавших с гиперзвуковыми скоростями. Среди пилотов этих ракетопланов был и Н. Армстронг — первый землянин, ступивший на Луну.

Взгляд невольно останавливается на серебристом шаре с четырьмя усами-антеннами.



Это — копия первого искусственного спутника Земли, открывшего 4 октября 1957 года космическую эру в истории человечества. Экспонат подарен музею Академии наук СССР. Запасной образец первого американского ИСЗ «Эксплорер-1», запущенного 1 февраля 1958 года, выглядит игрушкой рядом с современными автоматическими межпланетными станциями. Они представлены в музее в виде копий и технологических двойников. Здесь же стоят подлинные спускаемые аппараты космических кораблей «Меркурий», «Джемини», «Аполлон».

А вот настоящий кусок лунной породы — треугольная 40-граммовая пластина вулканического базальта из Моря Спокойствия. Посетители выстраиваются в очередь и ждут терпеливо полчаса и дольше, чтобы потрогать этот экспонат собственными руками. Каждый грамм лунного грунта обошелся более чем в 50 000 долларов, и эта сумма будоражит некоторых сильнее самого исторического полета. Создатели музея сочли целесообразным оснастить драгоценный экспонат чувствительными датчиками, которые предупредят любую попытку взять «лунный камень».



Зал «„Аполло“ летит к Луне». Ракетный двигатель «F-1» и еще одна четвертая его часть, помещенные напротив двух зернал, создают иллюзию, что перед зрителями — все пять двигателей, установленных на первой ступени ракеты-носителя «Сатурн-5». Диаметр каждого сопла — 3,7 м

А теперь — «Космический зал», где демонстрируются самые крупные образцы ракетной и космической техники. Здесь доминирует гигантская — с многоэтажный дом — космическая лаборатория «Скайлэб». Чтобы установить ее в музее, корпус пришлось предварительно разрезать на части. Всего изготовлено две таких лабо-

ратории. Первая была запущена в космос в 1973 году, приняла три экипажа астронавтов и в 1979 году прекратила существование, упав на Землю. Зато второй, запасной образец «Скайлэб» теперь возвышается в углу зала, вытянув одну из своих солнечных панелей почти во всю стену. Редкий гость музея откажется от соблазна пройти через этот настоящий космический дом.

Внимание посетителей привлекает макет космического комплекса «Аполлон — Союз». Макет корабля «Союз» подарен музею нашей страной. Летом 1975 года сотни миллионов людей на всех континентах с огромным интересом следили за

совместной работой в космосе советских космонавтов и американских астронавтов. После короткой дружеской встречи корабли разошлись, чтобы затем их двойники навечно соединились на Земле: в Национальном музее авиации и космонавтики США и в павильоне «Космос» на ВДНХ.

Современная американская программа пилотируемых полетов представлена в музее моделями корабля многоцелевого использования «Спейс шаттл». Тут же экспонируются и фрагменты европейской орбитальной лаборатории «Спейс-лэб», размещаемой в грузовом отсеке «Шаттла».

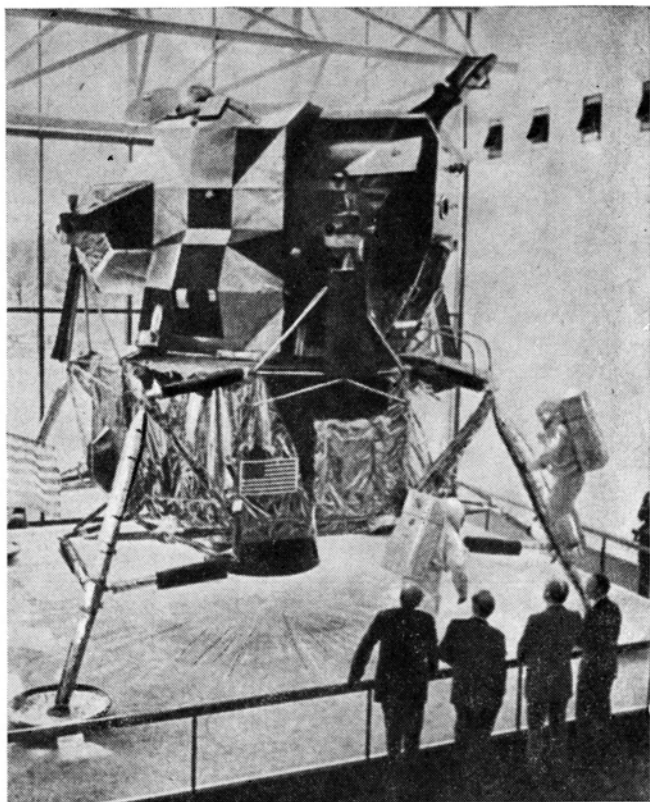
Те, кому не довелось побы-

**Так выглядел посадочный модуль, доставленный к Луне космическим кораблем «Аполлон-11»**

вать на космодроме, могут увидеть некоторые ракеты-носители здесь, в музее. Среди них ракеты «Юнона-1» и «Авангард», которые вывели в космос первые спутники США. Хотя по теперешним масштабам эти ракеты невелики, все же, чтобы их поместить, пришлось сделать углубление в полу музея. Туда ведут две лестницы, и фотолюбители могут, к своему удовольствию, найти интересный ракурс для съемки.

К «Космическому залу» примыкает с торца здания застекленный зал, где размещены запасные образцы автоматических космических аппаратов «Рейнджер», «Сервейор» и «Лунар орбитер», использовавшихся в 60-х годах для исследования Луны. Рядом с ними — лунная кабина корабля «Аполлон». Этот экспонат был изготовлен первоначально как экспериментальный непилотируемый образец, а когда необходимость в нем отпала, из него сделали макет «Аполлона-11», совершившего в 1969 году первую посадку на Луну. В музейной экспозиции из этого корабля на поверхность Луны выходят «астронавты».

Поскольку разговор зашел о пилотируемых полетах на Луну, то целесообразно познакомиться с экспонатами зала, посвященного лунным экспедициям. Эти полеты стали возможны прежде всего благодаря созданию трехступенчатой ракеты «Сатурн-5». Ее высота — 86 м (без полезного груза), диаметр основания — 19 м, она оснащена мощными двигателями на жидком топливе. Поставить та-



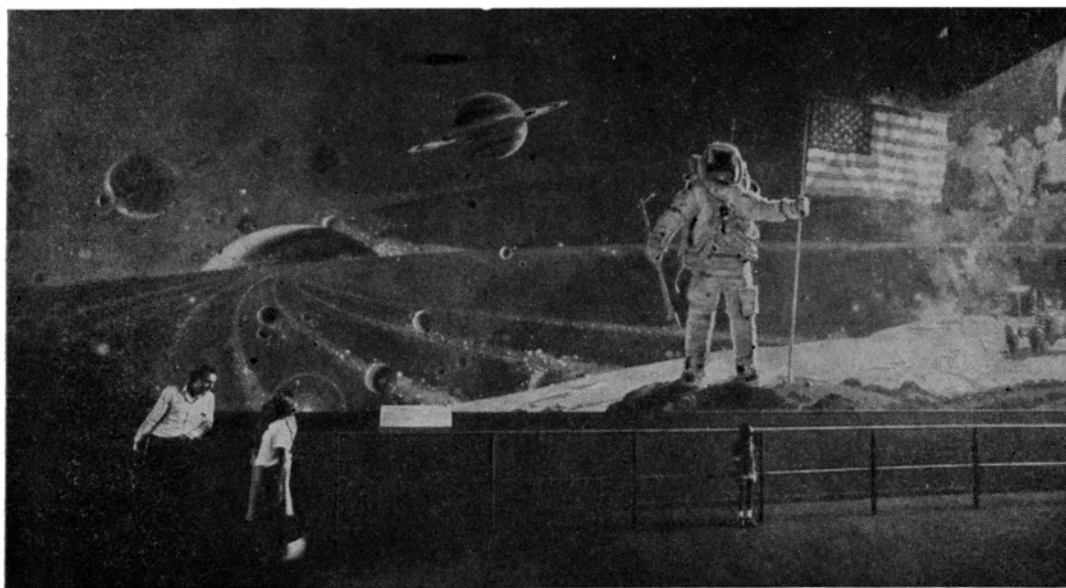
кой экспонат в музее нет никакой возможности, и создателям музея пришлось проявить большую изобретательность. Двигатель высотой 6 м и еще четвертая часть его помещены напротив двух зеркал — возникает иллюзия всех пяти двигателей, установленных на первой ступени ракеты. О масштабности стартового комплекса говорят небольшой макет гусеничного транспортера для перевозки ракеты «Сатурн-5» и подлинное гусеничное звено, весящее целую тонну, которое находится рядом с макетом.

Посетители зала могут увидеть космос как бы глазами астронавтов, посмотрев кадры, что проецируются на экран под потолком. Эффект присутствия создает диорама, где на фоне лунного пейзажа — под-

линные скафандры астронавтов, ходивших по Луне, а также макеты научной аппаратуры, установленной на лунной поверхности, и технологический образец лунохода «Ровер» (три других были доставлены на Луну).

Привлекает посетителей и большой прозрачный колпак, внутри которого находятся сотни разнообразных предметов, употреблявшихся астронавтами при полетах на кораблях различных типов. Тут и губная гармоника, и навигационный компьютер. Вдоль стены — фотографии всех астронавтов и списки экипажей. В витринах у выхода из зала можно увидеть еще несколько образцов лунного грунта. А на экраны проецируются изображения тонких срезов этих образцов.

Из зала «Аполло» летит к



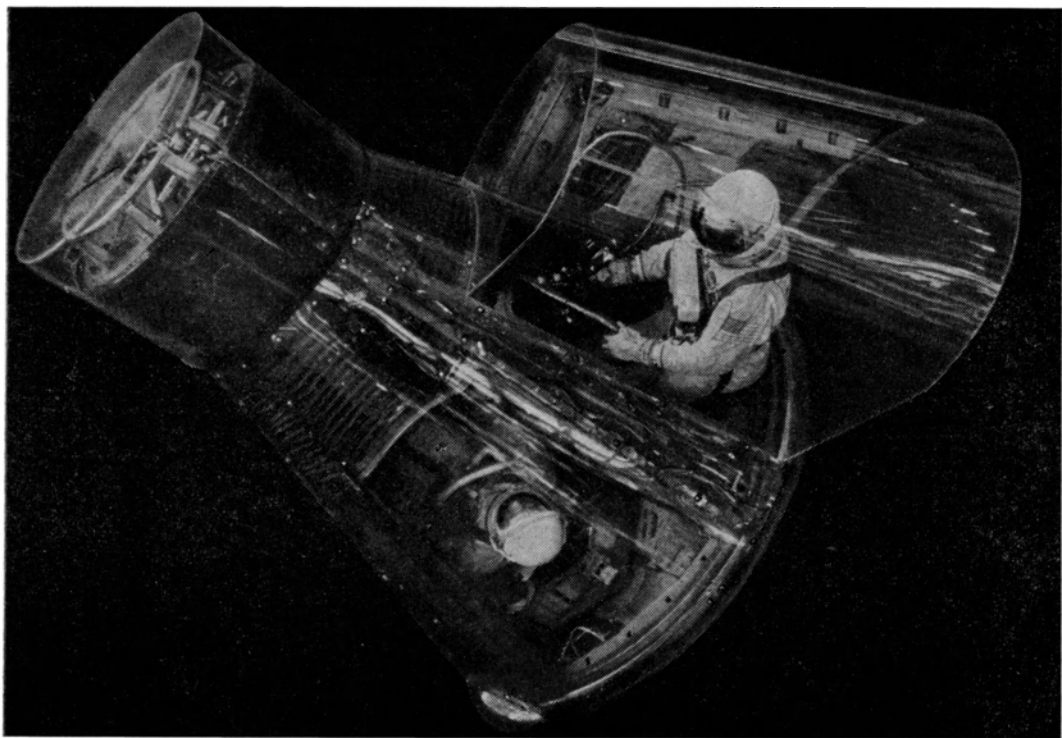
Фреска — «Космический вид». Стенная роспись шириной 23 м в южном вестибюле музея

Луне» можно спуститься в расположенный под ним зал «От чудес к науке: путешествие к звездам». Здесь рассказ идет о развитии наших представлений о Вселенной, говорится о роли космонавтики в процессе познания. Посетители знакомятся с различными астрономическими инструментами — от старинных приборов до телескопа, использовавшегося на борту «Скайлэба». При помощи компьютерной техники можно «воочию» наблюдать, как рождаются галактики. Следующая экспозиция музея посвящена исследованию планет посредством космических аппаратов. На фоне звездной бездны — космический зонд «Вояджер», это запасной двойник аппаратов, посланных в 1977 году к внешним планетам Солнечной системы. При запуске они получили скорость, достаточную,

чтобы покинуть Солнечную систему, и на случай встречи с внеземной цивилизацией несут звуко- и видеозаписи, рассказывающие о нашей планете. В конце 70-х — начале 80-х годов «Вояджеры» прошли вблизи Юпитера и Сатурна и передали уникальные изображения планет-гигантов и их спутников. (Пролет «Вояджера-2» около Урана пока еще в экспозиции не отражен.) Демонстрация видеозаписей с этими изображениями никого не оставляет безучастным. Посетители обычно задерживаются и возле большого (1,2 м в диаметре) фото-мозаичного глобуса Марса, составленного по телевизионным снимкам с борта межпланетной станции «Маринер-9» (1971—1972 гг.).

Космические аппараты не только приносят бесценную информацию об окружающей нас Вселенной. Они позволяют лучше познать нашу родную планету, служат нам в повседневной деятельности. Наглядное представление об этом дают

экспозиции музея, посвященные прикладным исследованиям Земли из космоса. Здесь можно познакомиться с принципом работы спутниковых систем различного назначения. Демонстрируются образцы метеоспутников, которые появились в 1960 году («ТИРОС») и держат теперь под наблюдением облачный покров и тепловое излучение Земли. Информация от таких спутников, принимаемая сотнями станций в различных районах мира, оказывает большую помощь при составлении прогнозов погоды. Далее посетители узнают, как расшифровка космических снимков Земли, сделанных аппаратурой спутников типа «Лэндсат» (запускаются с 1972 г.), способствует изучению природных ресурсов и охране окружающей среды. По этим снимкам выявляются новые месторождения полезных ископаемых, ведутся наблюдения за развитием посевов сельскохозяйственных культур, определяются миграции саранчи и местонахождения рыбных косяков,



**Космический корабль «Джемини-4» в Национальном музее авиации и космонавтики в Вашингтоне**

обнаруживаются лесные пожары. Экспозиция наглядно показывает, насколько широко в современной жизни используются спутниковые системы связи, начало которым положили ИСЗ типа «Эхо» (1960 г.) и «Синком» (1963 г.). Рассказывается, в частности, о деятельности международной организации «Интелсат» по эксплуатации связанных геостационарных спутников. Эта организация, созданная в 1964 году, охватывает в настоящее время более 100 стран. Через спутники серии «Интелсат» транслируются телевизионные и радиовещательные программы, передаются те-

лефонные сообщения, телеграфные сигналы, всевозможная цифровая информация. Таким образом, посетители музея воочию убеждаются в огромном значении космонавтики для развития человеческого общества.

Завершает экскурсию посещение кинотеатра и планетария, примыкающих к музею. В кинозале установлен вогнутый экран размером 18,3×16,7 м, на него проецируется изображение с 70-миллиметровой пленки. Источником света служит ксеноновая лампа мощностью 10 кВт, созданная по заказу НАСА специально для имитации воздействия солнечного излучения на космические аппараты. Кинотеатр вмещает почти 500 зрителей. Зал планетария, рассчитанный на 300 че-

ловек, оборудован современным цейсовским аппаратом — планетарием с 200 вспомогательными проекторами и управляющим компьютером. В 20-метровом алюминиевом куполе зала проделано множество отверстий, через которые проецируется изображение на обе стороны экрана. Благодаря все-му этому, находясь под сводом планетария, испытываешь ощущение реального полета в космос.

После открытия нового здания Национальный музей авиации и космонавтики стал одной из наиболее посещаемых достопримечательностей столицы США. Ежегодно в музее бывает около 15 миллионов американцев и иностранных туристов со всего мира. В воскресные дни через музей проходит как

минимум 80 тысяч человек. Та- кой посещаемостью не может похвастаться ни один другой музей.

Посетителей привлекают не только сами экспонаты музея, но также и хорошо продуманная система их показа, использующая современные технические достижения. Каждый экспонат подсоединен к центральному компьютеру, что позволяет четко следить за состоянием и согласованным функционированием элементов экспозиции. Компьютер управляет, например, многочисленными видеозвуковыми дисплеями, которых при открытии нового здания музея насчитывалось 85. На оборудование выставочных залов ушло около 10 миллионов долларов — в дополнение к 42 миллионам, израсходованным непосредственно на строительство здания.

Создатели музея не забыли и о людях с физическими дефектами. По музею можно передвигаться в креслах-каталках, а для глухих и слепых предусмотрена специальная подача информации. В музейном мага-

зине можно приобрести не только красочные путеводители, но также книги, открытки, слайды, различные модели и сувениры, запечатлевшие авиационную и космическую технику.

Выполняя свою основную функцию, музей одновременно служит крупнейшим национальным центром по изучению истории авиации и космонавтики. Библиотека музея насчитывает свыше 30 000 книг и томов периодики, а также сотни тысяч всевозможных технических отчетов. В архиве — свыше миллиона единиц хранения: документация на неосуществленные проекты, записанные на пленку воспоминания участников разработки космических программ, магнитофонные ленты с записями, сделанными в ходе пилотируемых космических полетов, богатейшее собрание фотографий планет, предоставленных НАСА, и так далее. Все эти материалы активно применяются в учебно-просветительской деятельности и служат важным подспорьем для подготовки научных кадров в области исто-

рии авиации и космонавтики. Кроме того, при музее работает центр по изучению Земли и планет, который, в частности, дает рекомендации по наименованию образований на поверхности планет.

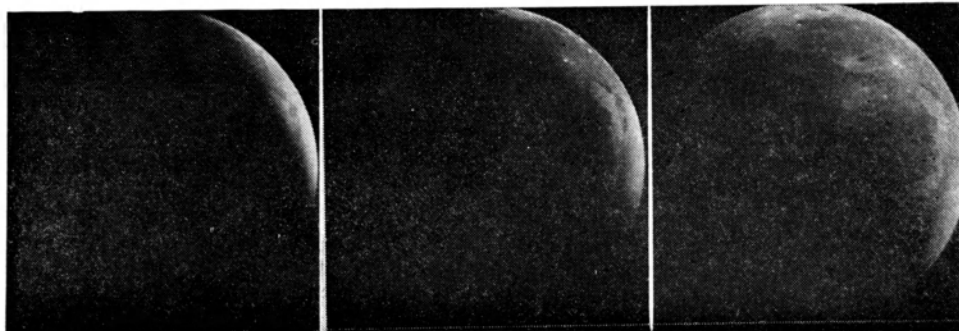
Немаловажно для успешной работы музея и то обстоятельство, что все последние годы его возглавляют лица, известные своей деятельностью в области космонавтики. Так, в 1971—1978 годах директором музея был М. Коллинз, участвовавший в первом полете к Луне в июле 1969 года.

Отметим в заключение, что экспозиция вашингтонского музея знакомит посетителей только с наиболее важными экспонатами из числа тех, которыми располагает музей. Обширная коллекция образцов авиационной и космической техники хранится также на территории технической базы музея, неподалеку от столицы. Здесь же производится ремонт экспонатов и подготовка их к показу в основном здании.

## Лунное затмение 17 октября 1986 года

В этот вечер почти на всей территории нашей страны небо было безоблачным. Погода позволила любителям астрономии наблюдать очеред-

ное полное лунное затмение во всей красе — с первой и до последней фазы. Об этом говорит обширная почта наших читателей, приславших в ре-





## Земная кора поднимается



Сотрудник Чикагского университета (штат Иллинойс, США) Д. Сахагян сообщил: на западе Североамериканского континента за последние 100 млн. лет земная кора поднялась на 2 тыс. м. Это вертикальное движение, которое привело к возникновению плато и бассейнов, осуществля-

лось, по-видимому, в последние 5—15 млн. лет.

Анализ древних геологических отложений, характерных для береговой линии, свидетельствует: в процесс поднятия была вовлечена огромная

территория, включающая Великие Равнины в США, плато Колорадо и Скалистые горы. Очевидно, важную роль здесь сыграли сдвиговые перемещения на границе литосферы и астеносферы, вызванные субдукцией (погружением) плит земной коры в верхнюю мантию Земли.

**EOS, Transactions American Geophysical Union, 1986. 67.**

дакцию много прекрасных снимков затмения, а также результаты наблюдений.

О том, как были организованы наблюдения в Горьком и Горьковской области, рассказал в своем письме директор обсерватории Горьковского пединститута А. А. Порошин. Студенты физического факультета пединститута, школьники из астрономической секции научного общества учащихся, члены ВАГО выполнили обширную программу наблюдений: они определили все четыре контакта Луны с земной тенью, наблюдали в телескоп «Менискас» 65 покрытий лун-

ных объектов, вели фотографические и электрофотометрические наблюдения затмения. Все горьковские наблюдатели единодушно оценили цвет Луны в период наибольшей фазы в 3 балла по шкале Данжона; все без исключения отметили в своих записях необычно яркое свечение кратера Аристарх.

Десятиклассник из Орла Денис Косенков наблюдал затмение на телескопе «Мицар». Денис прислал в редакцию подробный отчет о своих наблюдениях. Так же, как и горьковчане, он оценил яркость и цвет Луны во время полной фазы в 3 балла и отметил необычную яркость кратеров Аристарх и Аристил.

Руководитель астрономического кружка при Курском планетарии доцент Ю. Н. Клевенский прислал снимки лунного затмения, полученные Мишей Локтионовым. Миша снимал затмение фотоаппара-

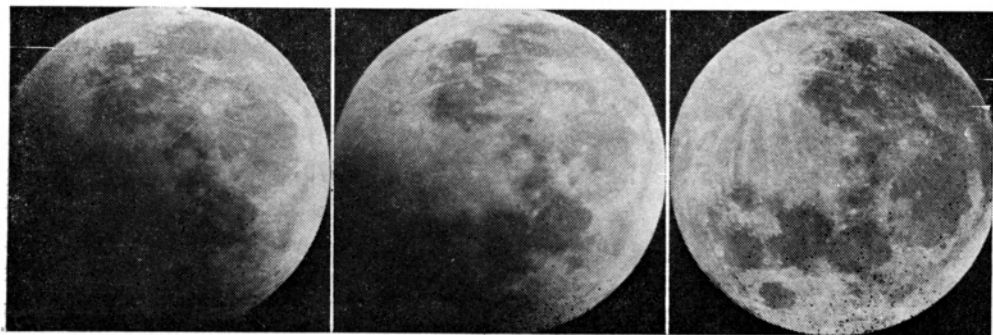
том «Зенит-Е» в главном фокусе большого школьного рефрактора (D=80 мм). Использовалась пленка чувствительностью в 250 ед. ГОСТа, экспозиция при съемках составляла 1/30 с.

Хорошие снимки затмения сделал В. В. Чепига из Донецка, В. М. Гусев из Ярославля. И. В. Шелудько и О. В. Пинчук (Ростов-на-Дону) снимали затмение используя самодельный телескоп (D=80 мм). Результаты своих наблюдений и фотографии лунного затмения прислали также: Л. Л. Тетиримов из Мурманска, А. Чубур из г. Курчатова Курской области, И. П. Набока из г. Бровары Киевской области и многие, многие другие.

Редакция благодарит всех за присланные письма и снимки и желает новых успехов в наблюдениях.

**Серия снимков лунного затмения, полученная с помощью школьного рефрактора фотоаппаратом «Зенит-19» (объектив «Юпитер-21М»).**

**Съемку проводил С. Румянцев (поселок Локня Псковской области)**





## Космическая грань научного мировоззрения

Многие древние мыслители представляли себе космос в виде огромного человеческого организма, в такой наивной форме декларируя единство человека и Вселенной. Ныне религиозно - идеалистическое развитие этой идеи породило на Западе различные богословские течения (тейярдизм, космическую теологию, космический фатализм). В России трудами таких корифеев отечественной науки, как К. Э. Циолковский, В. И. Вернадский, А. Л. Чижевский, Н. Г. Холодный, отстаивались материалистические тенденции. В данном русле лежат и последующие многочисленные публикации советских философов (Е. Т. Фаддеев, В. В. Казютинский, А. Д. Урсул, Ю. А. Школенко, А. Турсунов). Среди новейших работ хотелось бы выделить книгу<sup>1</sup>, о выходе в свет которой наш журнал уже информировал читателей (Земля и Вселенная, 1986, № 6, с. 17). С позиций диалектического материализма авторы развивают концепцию **антропокосмизма**, привлекая обширные сведения из современной астрономии, космонавтики, других естественных и общественных наук.



Благодаря этому антропокосмизм превращается в **социоантропокосмизм** (или **социоантропокосмизм**) и рассматривается уже в качестве составной части научного мировоззрения.

В какой мере оправданы и обоснованы подобные претензии? Какова логика выполненного исследования? Каково его теоретическое и практическое значение? Попытаемся ответить на эти вопросы.

Основной пафос книги не случайно направлен на анализ общенаучных законов и тенденций прогрессивной эволюции во Вселенной. Дело в том, что, как справедливо отмечают авторы, проблема развития стала «центром притяжения» философских исследований. Особенность данной книги — в комплексном рассмотрении вопросов развития в науках о

природе и обществе. Именно такой анализ позволяет «раскрыть пути и средства выявления весьма общих (общенаучных) закономерностей эволюции в космосе, ведущих к появлению человека и общества, и показать, как формирование социальной ступени развития материи вписывается в динамику Вселенной» (с. 5). Определив развитие «как направленное изменение содержания процесса, объекта, явления, материального образования» (с. 25) и считая, что применительно к процессам во Вселенной понятие **эволюции** тождественно понятию **развития** (с. 27, 28), авторы демонстрируют ряд подходов к анализу этого понятия (системный, синергетический, информационно - кибернетический). На первый взгляд неожиданной представляется попытка использовать, казалось бы, сугубо экономическое понятие **«эффективность»** в качестве критерия, позволяющего сравнивать этапы и направления прогрессивного развития. Авторы доказывают (с. 99 и др.), что эффективность можно рассматривать как одну из интегральных системных характеристик процессов, происходящих не только в обществе, но и вообще в живой и даже неживой природе, а рост эффективности — одна из важ-

<sup>1</sup> А. Д. Урсул, Т. А. Урсул. Эволюция, космос, человек (общие законы и концепция антропокосмизма). Кишинев: Штиинца, 1986.

нейших закономерностей, проявляющаяся в ряде ступеней (особенно высших) прогрессивного развития материи (с. 235).

Всем этим проблемам, в сущности, и посвящены две первые главы: «Проблема развития: системный подход и общенаучные законы» и «Новые подходы к поиску общих законов и критериев развития». Условно их можно рассматривать в качестве пространного введения к двум следующим, главам, заключающим книгу,— «Отношение „человек — Вселенная“ и принцип развития» и «Цивилизационные процессы и эволюция Вселенной» (всего в книге четыре главы).

Прежде чем перейти к изложению концепции антропокосмизма, обоснованию этапов ее формирования, содержания и общенаучного характера концепции, авторы анализируют эволюционно — экологические аспекты системы «космос — человек» и антропный принцип. «Охваченный человеческой деятельностью космос,— пишут они (с. 127),— уже не представляет собой просто природное явление (процесс), а оказывается социализированной природой, где естественное и общественное связаны воедино и предполагают совместное развитие. Освоенный людьми космос выступает как неорганическое тело (и пространство...) общества... как очеловеченный космос. В то же время общество, освоившее вземные пространства и объекты, становится теперь новой частью космоса...» Авторы подмечают определенную тенденцию в эволюции терминов «развитие» и «экология», которые первоначально применялись лишь к частным системам, а затем постепенно обрели

тали глобальные и, наконец, космические масштабы (с. 122).

Революционные открытия в астрономии, появление и развитие космонавтики обусловили космоизацию мировоззрения. «Человеческий фактор» все решительнее вторгается не только в нашу жизнь, в комплекс наук, связанных с освоением космоса, но и в астрономическую науку. «Гуманизация астрономии» стала особенно ощутимой в последнее время, когда, начиная с 70-х годов, новое рождение стал переживать **антропный принцип**, выдвинутый еще в 50-е годы А. Л. Зельмановым и Г. М. Идлисом.

Благодаря работам Р. Дикке, Б. Картера, Дж. Уилера и других зарубежных ученых, а также работам таких советских ученых, как Я. Б. Зельдович, И. Д. Новиков, И. Л. Розенталь, антропный принцип привлек к себе самое пристальное внимание естествоиспытателей и философов. В рецензируемой монографии содержится весьма обстоятельный философский анализ антропного принципа (Земля и Вселенная, 1982, № 3, с. 48, № 4, с. 52; 1986, № 3, с. 51.— Ред.). Справедливо подчеркивается, что антропный принцип вызывает различные мировоззренческие интерпретации и дает повод некоторым зарубежным естествоиспытателям, не стоящим на твердых материалистических позициях, «делать реверанс» в сторону идеалистических толкований (с. 132). Вероятно, мы не ошибемся, сказав, что сегодня наиболее «горячими точками» философских дискуссий вокруг достижений современной астрофизики и космологии оказались мировоззренческие проб-

лемы, связанные с сингулярностью и антропным принципом. Критикуя упомянутые идеалистические «реверансы», авторы сосредотачивают внимание на материалистической интерпретации антропного принципа, выявляющего новый тип взаимоотношений человека и Вселенной, общества и космоса и благодаря этому конкретизирующего диалектико-материалистическое учение о развитии. Содержащиеся в монографии оценки и прогнозистические суждения, касающиеся антропного принципа, не вызовут возражений у советских астрономов и философов, которые сравнительно недавно подробно обсуждали этот принцип на представительном философском симпозиуме в ГАИШе (Земля и Вселенная, 1987, № 1, с. 50.— Ред.), а также на научных чтениях памяти К. Э. Циолковского в Калуге.

Если добавить к сказанному, что многие из рассмотренных в книге вопросов были предметом работ не только одного из авторов монографии<sup>2</sup>, но

---

<sup>2</sup> А. Д. Урсул. Освоение космоса (философско-методологические и социологические проблемы). М.: 1967; Он же. Информация. Методологические аспекты. М.: 1971; В. С. Готт, А. Д. Урсул. Общественные понятия и их роль в познании. М.: 1975; А. Д. Урсул. Человечество, Земля, Вселенная. Философские проблемы космонавтики. М.: 1977; Он же. Философия и интегративные процессы. М.: 1981; В. В. Рубцов, А. Д. Урсул. Проблема вземных цивилизаций (философско-методологические аспекты). Кишинев: 1984; А. Д. Урсул, А. И. Дронов. Космонавтика и социальная деятельность. Кишинев: 1985; и др.

и многих других специалистов, то станет ясно: современная концепция антропокосмизма возникла не на пустом месте. «В самом общем случае,— пишут авторы монографии,— под антропокосмизмом мы будем понимать мировоззренческие концепции, отображающие те или иные стороны отношения и связи человека и космоса (космизации и социализации) в генетическом и структурном аспектах» (с. 157). И добавляют: «естественно-научный вариант концепции антропокосмизма не подменяет диалектико-материалистическое мировоззрение, а создается в рамках последнего как космическое направление его разработки» (с. 168), причем «именно в необходимости дальнейшей, более глубокой и широкой космизации общественных наук мы видим главный резерв развития концепции антропокосмизма, ее превращения в концепцию „социокосмизма“ на базе марксистско-ленинской теории» (с. 170).

Заметим: авторы стараются максимально уточнить рамки развиваемой ими концепции. Они отдают себе отчет в том, что «научное мировоззрение» — более широкое понятие по сравнению с «антропокосмизмом» и что антропокосмизм может и должен войти в диалектико-материалистическое мировоззрение лишь при условии дальнейшего развития и устранения еще имеющих слабых мест новой концепции (с. 174).

Можно вполне согласиться с тезисом авторов, что «в идеале разработка концепции антропокосмизма в его философских аспектах (с опорой на диалектический и исторический материализм, на всю марксист-

скую теорию и данные других общественных наук) со временем станет основной темой философских вопросов космонавтики, познания человеком космоса и его освоения» (с. 175).

Заключительную главу своей книги авторы посвящают рассмотрению таких малоразработанных социально-философских аспектов антропокосмизма, как космические факторы становления и развития человечества, его космотехническая деятельность, характеристики и тенденции развития космических цивилизаций.

В связи с этим авторы прежде всего рисуют впечатляющую картину прямой и опосредованной зависимости становления и развития человечества как от свойств и характеристик Вселенной, так и от особенностей окружающей людей географической среды (с. 185).

Они показывают далее, что антропный принцип, устанавливая известную однотипность эволюционных процессов в нашей Вселенной, выделяет некоторый «предпочтительный канал» самоорганизации материи и даже появления жизни, который, впрочем, не исключает значительного многообразия форм развития материи (с. 186—187).

Авторы приходят к выводу, что «грядущая космотехническая деятельность цивилизаций Вселенной (следуя Л. В. Лескову, они называют ее «космократикой».— Е. Л.) может со временем трансформировать картину космоса, существенно повлиять на течение естественных процессов эволюции, превратив их в социально-природные процессы самоорганизации материи» (с. 195).

Они считают, что в далекой перспективе «естественная картина Вселенной постепенно уступит место гуманизированной Вселенной, социализированному космосу» (с. 205).

Можно согласиться с методологической позицией авторов, предлагающих «органически соединить исследовательские программы в области философских проблем космонавтики и внеземных цивилизаций и актуализировать постановку проблемы космических цивилизаций» (с. 209). Критически рассмотрев ряд известных определений понятия «цивилизация» (Л. М. Гиндилис, Б. Н. Пановкин, Н. С. Кардашев, Э. С. Маркарян, В. С. Троицкий и др.), авторы дают следующее определение (с. 240), основанное на разработанном К. Марксом деятельностном подходе и учитывающее положительные моменты существующих определений: «автономное проявление социальной ступени развития материи, представляющее собой целостную систему индивидов, осуществляющих взаимодействие с природой в форме материально-производственной деятельности и использующих для этой цели и дальнейшего своего прогрессивного развития высшую — идеальную — форму отражения (сознание, разум)». В этом определении, в целом представляющем интерес, вызывает сомнение подчеркивание автономности (по отношению к чему?) проявления социальной ступени развития.

По мнению авторов, к числу важнейших закономерностей дальнейшей прогрессивной эволюции материи нужно отнести постепенное возрастание роли социального фактора в

едином социоприродном развитии (с. 241). А в связи с этим уже сейчас становится актуальной разработка теории единой социоприродной космической эволюции материи (с. 242).

Рецензируемая монография — не книга для легкого чтения. Более того, она достаточно трудный объект для рецензирования, а потому в данной рецензии, которая ни в коей мере не претендует на то, чтобы считать исчерпывающей, сделана попытка вычленил и лишь предваритель но оценить некоторые «сквозные» идеи книги. Ряд интересных вопросов, затронутых в книге, вообще не отражен в рецензии, и сделано это, в частности, для того, чтобы отнестись мировоззренческие аспекты выполненного авторами исследования. Эти аспекты имеют и дидактическую ценность. Известно, что философское осмысление достижений астрономии и космонавтики важно для формирования научного мировоззрения у подрастающего поколения<sup>3</sup>. С этой точки зрения рецензируемая книга заслуживает особого внимания, поскольку она посвящена проблемам диалектико-материалистической теории развития и в ней широко используются современные данные о познании и освоении Вселенной.

**НОВЫЕ КНИГИ  
ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»**

## **Первый задачник по астрофизике**

Новое учебное пособие получили студенты и преподаватели астрономических отделений университетов и педагогических вузов. Издательство выпустило первый в нашей стране «Сборник задач по астрофизике» (М.: 1986), авторы его — Д. Я. Мартынов и В. М. Липунов.

До сих пор задачи по астрофизике приводились лишь в учебниках для университетов, написанных профессором МГУ Д. Я. Мартыновым («Курс практической астрофизики» и «Курс общей астрофизики»), однако число их было мало (всего 150) да и ответов к задачам не давалось, что затрудняло применение их для самообразования.

Современная астрофизика полна физическими идеями, поэтому цель, которую поставили перед собой составители задачника, заключалась в том, чтобы помочь студентам углубить вникнуть в физическую сторону явлений<sup>3</sup>, научить их «смелее оперировать своими познаниями в физике при последующих занятиях астрофизикой». Все задачи сборника снабжены ответами, а для наиболее сложных даются указания по решению, иногда и список необходимой литературы. Первые 123 задачи относятся к разделу «Практическая астрофизика», остальные 277 — задачи по общей астрофизике. Сборник снабжен приложениями, включающими основные астрофизические константы и единицы; диаграмму, иллюстрирующую возможности современной астрономии; необходимые таблицы.

## **Зодчие морских глубин**

В научно-популярной книге Б. И. Сребродольского «Кораллы» (М.: Наука, 1986) собраны сведения о большой группе природных морских беспозвоночных организмов, называемых коралловыми полипами или просто кораллами. Эти уникальные сообщества животных поражают не только богатством форм, но и грандиозностью своих построек. Маленький коралловый полип — один из самых выдающихся зодчих нашей планеты, ведь только средней величины атолл дает около 500 км<sup>3</sup> строительного материала, а это в 250 раз больше объема зданий Нью-Йорка и в 15 тысяч раз превышает объем самой крупной из египетских пирамид.

Читатель познакомится с миром современных кораллов, условиями их образования и географического распространения, морфологией и особенностями процессов «постройки» коралловых рифов. В книге дается определение экосистемы коралловых рифов, включающей все элементы, необходимые для поддержания жизни в изменчивых, подвижных водных массах. Детальное ее изучение помогает создать модель рифовой экосистемы, то есть понять, откуда экосистема получает энергию и как эта энергия в ней распределяется.

Отдельная глава книги посвящена ископаемым кораллам и коралловым рифам, существовавшим еще в докембрийское время. Рассматривается их роль в установлении возраста осадочных отложений, в поисках полезных ископаемых, обсуждается возможность использования кораллов в качестве геологического «календаря». С интересом читаются странички книги, где говорится о добыче этого драгоценного камня моря, его применении в ювелирном деле, художественных промыслах, строительстве и медицине.

<sup>3</sup> Подробнее об этом см., например, следующие публикации рецензента: Формирование диалектико-материалистического мировоззрения и атеистическое воспитание на уроках астрономии. М.: 1965; Мировоззренческие аспекты изучения астрономии. М.: 1983; Основы обучения астрономии. М.: 1987.

## Популярно об интрузивах

Большая часть природных расплавов, возникающих в недрах Земли в ходе магматических процессов, не выливается на поверхность, а застывает в земной коре в виде гигантских отливок — интрузивов. Этим горным породам и посвящена научно-популярная книга Е. В. Шаркова «В подземных мастерских Плутона: что такое интрузивы» (М.: 1986).

В десяти ее небольших главах рассказывается о том, как формируются интрузивы, при каких условиях затвердевают и кристаллизуются, как они связаны с образованием руд и геологической активностью Земли. В последнее время при изучении интрузивов делаются попытки строгого физико-химического анализа процесса кристаллизации реальных магматических расплавов. Несколько глав книги посвящено этой очень важной проблеме, в них автор знакомит читателя с научными идеями и последними результатами в физико-химическом изучении интрузивов.

Магматические расплавы — уникальный источник информации о глубинных процессах, недоступных прямым наблюдениям. Они многое могут сказать об активизации геологи-

ческой жизни Земли (периодах усилении или возобновления тектонических движений в земной коре). Еще совсем недавно природа такой активизации изучалась исключительно в пределах континентов. Теперь, когда появились новые данные о строении океанских сегментов, эту проблему можно решать более широко. И решается она с использованием современных геодинамических и петрологических моделей, полученных благодаря изучению интрузивов. Подобное исследование кайнозойской тектономагматической активизации, которая происходит практически на наших глазах, выполнил автор книги совместно с О. А. Богатиковым. Этой работе и посвящена заключительная глава книги.

## «Происхождение нефти»

Научно-популярная книга В. П. Гаврилова с таким названием вышла в 1986 году в издательстве «Наука». В тридцати двух коротких главах автор подробно рассказывает об образовании нефти. Начав с ее характеристики как горной породы, он дает обзор истории изучения нефти, знакомит с дискуссией, которую ведут ученые уже более двух

столетий. Главный вопрос дискуссии — является ли нефть остатками животных и растений, отложившимися в земной коре, или она неорганического происхождения, то есть образуется из минеральных веществ в земных глубинах и по трещинам поднимается вверх, пропитывая пористые земные пласты. Нескольким главам книги посвящено работам академика И. М. Губкина — яркого пропагандиста идей об органическом происхождении нефти.

По мнению автора, научная дискуссия по проблеме происхождения нефти в настоящее время приближается к завершению, поскольку большинство ученых доказывает: нефть — это все же продукт переработки остатков животных и растений в недрах Земли. Новое подтверждение органической теории дала утвердившаяся в последние годы в геологии концепция глобальной тектоники литосферных плит. Считается, что нефть образуется при возгонке и термоллизе биогенных веществ, которые вместе с океаническими осадками втягиваются в зону, где океаническая литосферная плита поддвигается под плиту континентальную. Автор обращает внимание читателя на то, что в ряде стран эту идею используют нефтяники-поисковики.

## К СВЕДЕНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ

### Энциклопедия отечественной астрономии

Издательство «Наука» приступает к публикации восьмитомной «Истории астрономии СССР». Издание подготавливается под общей редакцией академика В. А. Амбардумяна, авторы статей — ведущие советские ученые.

Монография знакомит с развитием астрономии в нашей стране с древнейших времен, рассказывает об отдельных направлениях и отраслях исследований. Большое внима-

ние уделено в ней внеатмосферной астрономии — изучению небесных объектов с искусственных спутников Земли, орбитальных и автоматических межпланетных станций.

Первые два тома «Истории» — подробный рассказ об астрономии в нашей стране до Великой Октябрьской социалистической революции, с третьего по восьмой — астрономия в советский период. Третий том издания посвящен развитию материальной базы обсерваторий, результатам в области астрометрии и небесной механики, четвертый — физике планет Солнечной системы, пятый — исследованиям Солнца, шестой — физике звезд и межзвездной среды,

седьмой — изучению галактик. В восьмом томе обсуждаются философские проблемы астрономии, связь астрономии и физики в историческом аспекте, вопросы астрономического образования, история астрономических обществ в СССР.

Издание предназначено не только для специалистов, но и для преподавателей и учащихся университетов, пединститутов и средних школ, лекторов-пропагандистов и просто любителей астрономии.

В скором времени подписка на издание будет приниматься магазинами книоторга и магазинами «Книга — почтой» и «Академкнига».



## Новый взгляд на межзвездную среду

Давно отошли в прошлое представления о межзвездной среде как о почти пустом пространстве между звездами. Межзвездная среда оказалась сложным физическим «объектом», состоящим из множества компонентов, которые неоднократно испытывают превращения и взаимопревращения. Причем понимание многих из этих процессов пришло к астрофизикам лишь в последние полтора десятилетия. Прогресс здесь связан с успехами экспериментальной астрономии и в первую очередь — внеатмосферной. Об этом и рассказывается в новой книге известного американского астрофизика Лаймана Спитцера «Пространство между звездами» (М.: «Мир», 1986). Это третья книга Л. Спитцера, которая выходит на русском языке. В отличие от двух предшествующих научных монографий «Физика полностью ионизованного газа» (1957 г.) и «Физические процессы в межзвездной среде» (1981 г.) данная книга — научно-популярная. Однако ее нельзя рассматривать как легкое развлекательное чтение, так как научный уровень книги достаточно высок и нередко требует известной подготовки читателя.

Первая глава книги называется «Космический цикл рождения и смерти». Автор дает в ней современную теорию самого раннего этапа



жизни Вселенной, с первых мгновений ее расширения. Основное в этой главе — как возникло все многообразие ныне существующих химических элементов. Простейшие из них — водород и его изотоп дейтерий, а также гелий — существовали уже на «дозвездной» стадии развития Вселенной, когда ни звезд, ни галактик еще не было. Более тяжелые элементы (углерод, азот, кислород и так далее вплоть до железа) могли возникнуть только после образования из газовых облаков первого поколения звезд, при ядерных реакциях в звездных недрах. Наконец, еще более тяжелые ядра (до урана включительно) рождаются в гигантских «фейерверках» сверхновых звезд. При взрывах сверхновых огромные количества

газа выбрасываются в межзвездное пространство. Этот газ, собираясь в облака, затем вновь конденсируется в звезды — так замыкается космический цикл рождения и смерти, в котором межзвездная среда, межзвездное вещество — важнейшее звено.

Глава вторая «Межзвездная среда по представлениям в 1970 г.» — это краткий исторический очерк исследований межзвездной среды. Глава может служить введением в астрофизику межзвездного пространства, так как в ней подробно освещены основные физические процессы, происходящие в межзвездной среде. Рассматриваются первые, ставшие классическими, наблюдения межзвездных линий поглощения в оптических спектрах звезд, а также и более поздние исследования межзвездного газа в радиодиапазоне — в спектральной линии водорода на волне 21 см и в непрерывном спектре. Радионаблюдения позволили «увидеть» как холодную нейтральную составляющую межзвездного газа, принадлежащую диффузным облакам атомарного водорода, так и умеренно теплую — присущую ионизованным областям вокруг горячих звезд. Однако, как выяснилось в 70-х годах, это представление о межзвездной среде не исчерпывает всего многообразия ее форм.

В третьей главе «Новые окна во Вселенную» говорится о расширении спектра, доступного астрономическим наблюдениям, о тех возможностях, которые предоставили астрономам космические средства в ультрафиолетовом, рентгеновском и гамма-диапазонах. Расширился и радиодиапазон: с развитием техники миллиметровых волн в межзвездном газе было обнаружено более полусотни разновидностей молекул (Земля и Вселенная, 1985, № 1, с. 9.— Ред.). Основное же содержание главы — история создания орбитальной обсерватории «КОПЕРНИК», запущенной в 1972 году и проработавшей вплоть до 1981 года. С помощью ультрафиолетового телескопа, установленного на «КОПЕРНИКЕ», были получены основополагающие данные о межзвездной среде, в том числе выявлены составляющие межзвездного газа, существование которых предполагалось и ранее, но обнаружить их удалось только при внеатмосферных наблюдениях. Л. Спитцер — один из руководителей проекта «КОПЕРНИК», тем бóльший интерес представляет живой рассказ непосредственного участника описанных событий, в частности — о многих трудностях и проблемах, которые пришлось разрешить создателям орбитальной обсерватории.

«Первичный водород в галактическом диске» — так названа четвертая глава. В ней рассказывается, как «КОПЕРНИК» впервые позволил наблюдать в спектрах многих звезд межзвездную линию поглощения  $\text{L}_\alpha$  и определить по ней количество межзвездных атомов водорода в разных направлениях в Галактике.

Иногда в крыле мощной межзвездной линии водорода наблюдалась слабая линия поглощения дейтерия. По ней удалось определить отношение числа атомов D/H в межзвездной среде, которое оказалось в среднем около  $1,5 \cdot 10^{-5}$ . Эта величина очень важна для выяснения космологической эволюции Вселенной (Земля и Вселенная, 1985, № 1, с. 9.— Ред.). Если наблюдаемое ныне отношение D/H сохраняется в течение эволюции, то плотность вещества во Вселенной должна составлять около 0,1 от критической плотности, необходимой для того, чтобы самогравитация остановила расширение: следовательно, расширение Вселенной будет продолжаться бесконечно.

Один из главных итогов работы ИСЗ «КОПЕРНИК» — обнаружение межзвездных линий поглощения молекулярного водорода в ультрафиолетовых спектрах более чем ста звезд. Об этом — пятая глава книги «Облака молекулярного водорода». Существование больших количеств  $\text{H}_2$  в межзвездной среде давно предсказывалось теоретиками, и наконец молекулярный водород — основная составляющая межзвездного газа — стал доступен для наблюдений. В наиболее плотных облаках, наблюдавшихся «КОПЕРНИКОМ», до половины водородных атомов могут быть заключены в молекулах  $\text{H}_2$ .

Не менее интересны данные по межзвездным линиям поглощения атомов тяжелых элементов — глава шестая «Тяжелые элементы в межзвездной среде». Многие из резонансных линий тяжелых элементов лежат в ультрафиолетовой области, доступной лишь внеатмосферным наблюдениям.

Здесь наиболее важны следующие результаты. Найдены межзвездные линии высокозарядных ионов (например,  $\text{O}^{+5}$ ,  $\text{N}^{+4}$ ,  $\text{Si}^{+3}$ ), что показывает наличие в межзвездной среде горячего газа с температурой порядка  $10^8$  К (эта составляющая названа «корональным газом» по аналогии с горячим газом солнечной короны, также содержащим высокозарядные ионы). Количество некоторых тяжелых элементов в межзвездной среде несколько понижено по сравнению с «нормальным» космическим; это может быть связано с «вымерзанием» атомов на пылевых частицах. И, наконец, наблюдались ультрафиолетовые линии поглощения некоторых простых молекул, в первую очередь — CO.

Обобщает новую информацию о межзвездной среде последняя, седьмая глава — «Облачная модель межзвездного газа». В ней говорится о гигантских облаках, состоящих в основном из молекулярного газа; массы облаков достигают сотен тысяч солнечных масс. Эти облака сосредоточены в диске Галактики и как бы плавают в горячем корональном газе, возникшем при вспышках сверхновых звезд. Облака возникают, живут и разрушаются. Цикличность в эволюции составляющего их газа задается рождением все новых и новых поколений звезд. Гигантские молекулярные облака — это колыбель молодых звезд, которые образуются при сжатии центральных, наиболее плотных частей облаков. Самые массивные из таких звезд могут затем взорваться как сверхновые, что ведет к разрушению «родительского» облака и образованию новой об-



ласти коронального газа. Межзвездная среда при этом обогащается тяжелыми элементами. Так в конце книги автор возвращается к теме, затронутой в первой главе, но теперь эволюцию он рассматривает уже на основе всех новых данных о межзвездной среде.

Книга Л. Спитцера полезна любителям астрономии, интересующимся техникой современного астрономического экспе-

римента и новыми астрофизическими результатами. Для специалистов (в том числе для занимающихся историей астрономии) особый интерес представит третья глава — об истории «ультрафиолетового» спутника «КОПЕРНИК». Следует отметить высокое качество перевода (перевод Б. М. Шустова, редактор В. И. Слыш), сочетающего строгость научного языка с отсутствием су-

хости в изложении. К сожалению, книга выпущена небольшим тиражом (8000 экз.). Она может быть полезна и студентам-астрономам, так как отличается наглядной подачей материала, подробным разъяснением методики получения того или иного результата, использованием простых формул и численных оценок основных физических параметров.

## Солнце в октябре — ноябре 1986 года

В первой половине октября началось некоторое возрастание активности Солнца. По диску проходили одна-две небольшие группы пятен. Для сравнения отметим, что последние две декады сентября были совершенно спокойными. В целом, однако, активность оставалась такой же слабой и «вялой», как и в предшествующий интервал времени, начиная с июля 1985 года. Но в третьей декаде октября 1986 года ситуация заметно изменилась.

Группа пятен 20 октября 1986 года.  
Снимок получен В. Ф. Кныш на Байкальской астрофизической обсерватории СибИЗМИРА



Из-за восточного края солнечного диска последовательно выходили довольно крупные и сложные группы пятен. В отдельные дни число Вольфа  $W$  достигало 60—70, среднее значение  $W$  за месяц  $\sim 30$ . В первой декаде ноября активность снизилась. В конце этого периода значение  $W$  снова упало до нуля.

Таким образом, конец октября — начало ноября характеризуются сравнительно высоким всплеском активности. Соответственно усилилась и хромосферная активность: появились волокна, а 20 октября наблюдалась вспышка, сопровождавшаяся выбросами темного вещества. Все это можно считать свидетельством того, что приближается новый цикл солнечной активности. Признаки его начали проявляться с июля 1986 года (Земля и Вселенная, 1986, № 6), когда на диске Солнца были видны высокоширотные пятна. В октябре — ноябре группы пятен нового цикла были уже достаточно многочисленными и развитыми, причем пятна-лидеры в северном полушарии имеют S-полярность, хвостовые — N-полярность, что подтверждает их принадлежность к новому циклу. В южном полушарии картина обратная.

Однако старый цикл еще продолжает проявляться. Так, с 27 октября по диску проходила довольно большая группа пятен, явно принадлежащая к старому циклу, это подтверждается как расположением пятен (почти точно на экваторе), так и последовательностью магнитных полярностей. Интересно, что большие группы пятен давно не появлялись. Похоже, импульс, вызвавший усиление активности нового цикла, в определенной мере «омолодил» и старый цикл.

Кандидат физико-математических наук  
В. Г. БАНИЦ  
С. А. ЯЗЕВ

# Указатель литературных произведений, опубликованных в журнале «Земля и Вселенная»

- 1966 г.—**Б. А. Петрушевский**. «В первый час Нового года» (фантазия), № 3.  
**Ф. Хойл, Дж. Эллиот**. «А-Андромеда» (фантастический роман, пер. с англ.), №№ 2—6.
- 1967 г.—**Б. Т. Линдс**. «Маленький астроном» (юмореска, пер. с англ.), № 4.  
**Ф. Хойл, Дж. Эллиот**. «А-Андромеда» (фантастический роман, пер. с англ.), № 1.  
**Я. Уильямсон**. «Химическое растение» (фантастический рассказ, пер. с англ.) №№ 3,4.
- 1968 г.—**Ф. Д. Дрейк**. «Еще раз о Маленьком астрономе» (юмореска, пер. с англ.), № 4.  
**М. Кирш**. «Последний раз о Маленьком астрономе» (юмореска, пер. с нем.), № 5.  
**А. Кларк**. «Пятый Юпитера» (фантастический рассказ, пер. с англ.), №№ 3, 4.  
«Связь с современностью» (юмореска, пер. с англ.), № 2.
- 1970 г.—**В. Н. Комаров**. «Все может быть» (фантастический рассказ), № 3.
- 1971 г.—**А. Кларк**. «Стрела времени» (фантастический рассказ, пер. с англ.), № 1.  
**У. Сандерс**. «Договор» (фантастический рассказ, пер. с англ.), № 5.
- 1972 г.— Стихи о Вселенной (**И. А. Бунин** — № 1; **М. А. Волошин** — № 2; **А. А. Фет** — № 3; **В. Я. Брюсов** — № 4; **Н. А. Заболоцкий** — № 5).
- 1973 г.—**В. Н. Комаров**. «Этюдное решение» (фантастический рассказ), № 2.
- 1975 г.—**М. Г. Пухов**. «Необычное столкновение» (фантастический рассказ), № 5.
- 1976 г.—**М. Ц. Данных**. «Планета Терра» (фантастический этюд), № 4.
- В. Н. Комаров**. «Если бы знать заранее» (фантастический рассказ), № 6.
- 1977 г.— Стихи о Вселенной (**А. А. Блок** — № 1; **Ф. И. Тютчев** — № 2; **К. Д. Бальмонт** — № 3; Из русской классической поэзии XIX века — № 4; **А. Б. Нумерова** — № 5).  
**Л. С. Хачатурянц, Е. В. Хрунов**. «На Фобос!» (главы из фантастического романа), № 4.
- 1978 г.— Стихи о Вселенной (**Н. А. Морозов** — № 1).  
**П. Р. Амнуэль**. «Капли звездного света» (фантастическая повесть), №№ 3—5.  
**В. Н. Комаров**. «Тупик» (фантастический рассказ), № 2.
- 1980 г.—**Р. Брэдли**. «Разговор по льготному тарифу» (фантастический рассказ, пер. с англ.), № 6.
- 1983 г.—**Д. А. Биленкин**. «Зажги свет в доме своем» (фантастический рассказ), № 4.  
**В. В. Покровский**. «Покоритель черных дыр» (новогодний рассказ), № 6.
- 1984 г.—**А. Б. Дерман**. «Комета Галлея» (рассказ-воспоминание), № 6.  
**В. Н. Комаров**. «Райская ловушка» (фантастический рассказ), № 6.  
**А. В. Силицкий**. «Поправка на человечность» (невероятная история), № 5.
- 1986 г.—**А. В. Климов, И. Н. Белогруд**. «Таможня» (фантастический рассказ), № 2.
- 1987 г.—**В. М. Хлумов**. «Кулповский меморандум» (фантастический рассказ), № 1.

---

Сдано в набор 18.12.86. Подписано к печати 18.02.87 Т-24811 Формат бумаги 70×100<sup>1/16</sup>.  
Высокая печать Усл.-печ. л. 7,74 Уч.-изд. л. 10,7 Усл. кр.-отт. 417 тыс. Бум. л. 3,0  
Тираж 43 000 экз. Заказ 3248. Цена 65 коп.

---

Ордена Трудового Красного Знамени  
издательство «Наука», 103717 ГСП Москва, К-62, Подсосенский пер., 21.

---

2-я типография издательства «Наука», 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., д. 6.

Редакционная коллегия:

Главный редактор  
доктор физико-математических наук  
Д. Я. МАРТЫНОВ

Зам. главного редактора  
член-корреспондент АН СССР  
Ю. Д. БУЛАНЖЕ  
Зам. главного редактора  
кандидат педагогических наук  
Е. П. ЛЕВИТАН  
Академик  
Г. А. АВСЮК  
Доктор географических наук  
А. А. АКСЕНОВ  
Кандидат физико-математических наук  
В. А. БРОНШТЭН  
Доктор юридических наук  
В. С. ВЕРЕЩЕТИН  
Кандидат технических наук  
Ю. Н. ГЛАЗКОВ  
Доктор технических наук  
А. А. ИЗOTOB  
Доктор физико-математических наук  
И. А. КЛИМИШИН

Доктор физико-математических наук  
Б. Ю. ЛЕВИН  
Кандидат физико-математических наук  
Г. А. ЛЕЙКИН  
Доктор физико-математических наук  
Л. И. МАТВЕЕНКО  
Доктор физико-математических наук  
А. В. НИКОЛАЕВ  
Доктор физико-математических наук  
И. Д. НОВИКОВ  
Доктор физико-математических наук  
Г. Н. ПЕТРОВА  
Доктор физико-математических наук  
М. А. ПЕТРОСЯНЦ  
Доктор физико-математических наук  
В. В. РАДЗИЕВСКИЙ  
Доктор физико-математических наук  
Ю. А. РЯБОВ  
Кандидат технических наук  
Г. М. ТАМКОВИЧ  
Доктор физико-математических наук  
Г. М. ТОВМАСЯН  
Доктор технических наук  
К. П. ФЕОКТИСТОВ

Художественный редактор **Е. А. Проценко**

Корректоры: **В. А. Ермолаева, Л. М. Федорова**

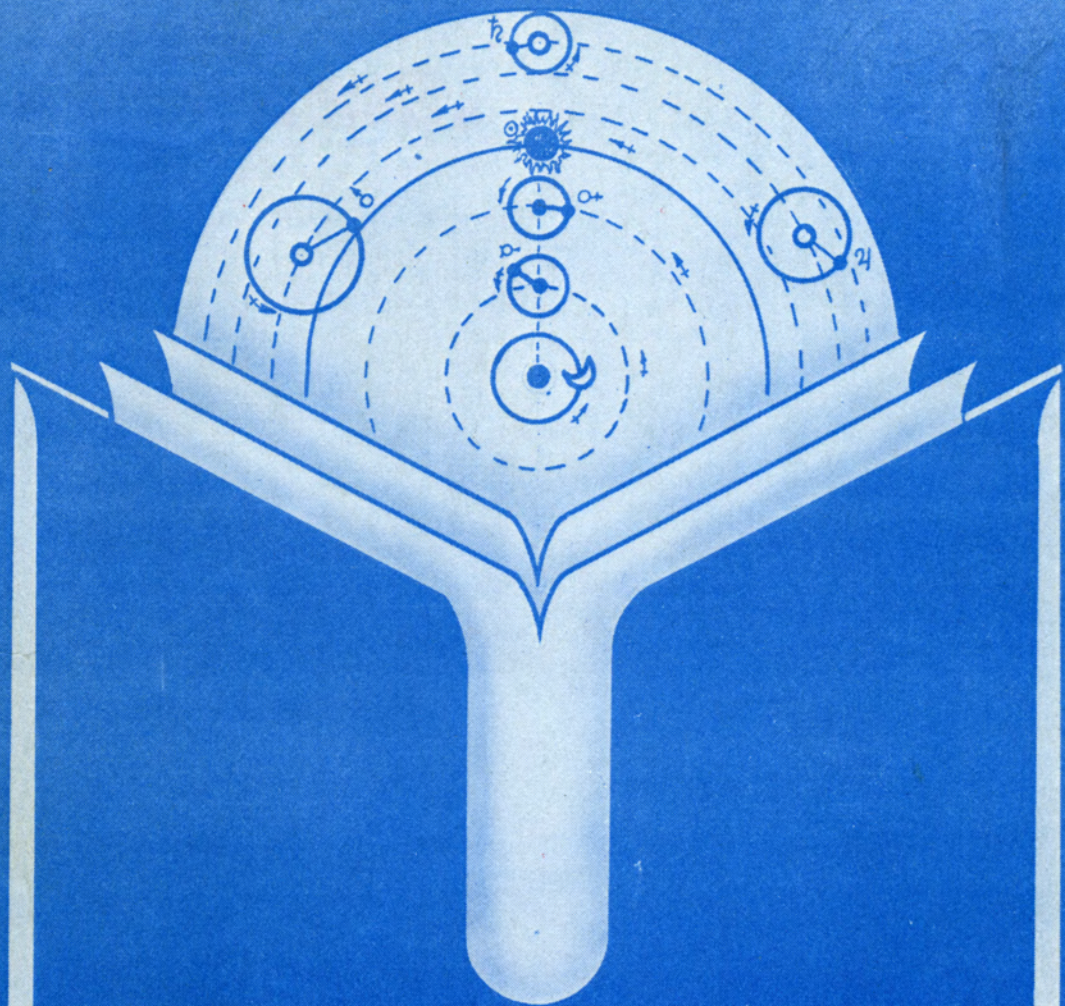
Адрес редакции: 103717, ГСП, Москва,  
К-62, Подсосенский пер., д. 21, комн. 2

**Первую** (к ст. В. В. Шевченко) и **четвертую** (к ст. В. А. Бронштэна) страницы обложки оформил А. В. Хорьков.

Телефоны: 227-02-45, 227-07-45

Номер оформили: А. Г. Калашникова,  
А. В. Хорьков, Е. К. Тенчурина

ALMAGEST



# Земля и Вселенная



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“  
ЦЕНА 65 КОП.  
ИНДЕКС 70336

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●  
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО  
ПРОСТРАНСТВА ●

**2/87**