



**5** 1983 **ЗЕМЛЯ  
И  
ВСЕЛЕННАЯ**

· АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА ·  
· ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ·



*Одна из важнейших задач пропаганды и агитации — всемерно способствовать решению кардинальных народнохозяйственных проблем: интенсификации производства, быстрейшему внедрению достижений науки и техники, осуществлению Продовольственной и Энергетической программ, обеспечению рационального использования производственного потенциала страны, подъему производительности труда и на этой основе — дальнейшему укреплению экономического и оборонного могущества нашей Родины, росту народного благосостояния.*

**Из Постановления июньского (1983 г.) Пленума ЦК КПСС  
«Актуальные вопросы идеологической, массово-политической работы партии»**

«Правда» 16 июня 1983 года

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

5 СЕНТЯБРЬ  
ОКТАБРЬ  
1983

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

**В номере:**

Газенко О. Г.— Космическая биология и медицина: вчера и сегодня	4
Благов В. Д.— Космический марафон	9
Галкин И. Н.— Сейсмичность Луны: загадки и итоги	14
Михайлов А. А.— Когда минута длится 61 секунду	20
Сажин М. В., Сурдин В. Г.— Астрономические инструменты, созданные природой	22
<b>ЛЮДИ НАУКИ</b>	
Шкловский И. С.— Размышления об Эддингтоне	32
<b>НАШИ ИНТЕРВЬЮ</b>	
Астрономы о своей профессии	40
<b>СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ</b>	
Масевич А. Г.— Космос должен служить людям (Юниспейс-82)	42
Патарая А. Д., Ломадзе Р. Д.— Обсуждаются проблемы космической электродинамики	46
<b>ЭКСПЕДИЦИИ</b>	
Аксенов А. А.— Вторая экспедиция нового «Витязя»	48
<b>АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ</b>	
Левитан Е. П.— Гуманизация школьной астрономии	52
<b>ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ</b>	
Мезенин Н. А.— Демидовские премии по астрономии, геологии, геодезии	56
<b>ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ</b>	
Лесков Л. В.— Модели эволюции космических цивилизаций	59
<b>ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ</b>	
Александров С. Б.— Фотографирование небесных объектов	64
<b>ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО ЛУНЕ</b>	
Шевченко В. В.— Море Холода	68
<b>КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ</b>	
Орлов В. А.— Спутники — народному хозяйству	70
<b>КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ</b>	
Воронцов-Вельяминов Б. А., Мустель Э. Р.— Книга об увлеченных людях	77
Пономарев Д. Н.— «Календари и хронология стран мира»	78
<b>НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ</b>	
На орбите «Салют-7» [2]; Секрет периодичности лунотрясений [18]; Местное сверхскопление галактик [19]; Океаны на Венере! [21]; Как была открыта комета Ахмарова-Юрлова-Хасселя [28]; Комета в окрестности Земли [29]; Фотографии кометы ИРАС-Араки-Олкока [30]; Дрейфуют ли континенты! [31]; Юбилейный симпозиум геофизиков [41]; Природу охраняют из космоса [44]; Вулкан Эль Чичон и изменение климата [51]; Ледниковый щит на Тибете! [51]; Новые книги [63, 74]; Вымпелы на Луне и планетах [72]; Устный выпуск журнала во Дворце культуры ЗИЛа [75].	



## На орбите «Салют-7»

За осуществление орбитального полета на космическом корабле «Союз Т-8» и проявленные при этом мужество и героизм Президиум Верховного Совета СССР наградил Героев Советского Союза, летчиков-космонавтов СССР **А. А. Сереброва** и **Г. М. Стрекалова** орденами Ленина, а **В. Г. Титову**, также награжденному орденом Ленина, присвоено звание «Летчик-космонавт СССР».

27 июня 1983 года в 13 ч 12 мин по московскому времени был осуществлен запуск космического корабля «Союз Т-9», пилотируемого экипажем в составе командира корабля Героя Советского Союза летчика-космонавта СССР **В. А. Ляхова** и бортинженера **А. П. Александрова**.

**Владимир Афанасьевич Ляхов** родился 20 июля 1941 года в городе Антрацит Ворошиловградской области. После окончания в 1964 году Харьковского высшего военного авиационного училища летчиков служил в Военно-Воздушных Силах, **В. А. Ляхов** — член Коммунистической партии Советского Союза с 1963 года. В 1967 году Владимир Афанасьевич был зачислен в отряд космонавтов. В 1975 году без отрыва от работы в Центре подготовки космонавтов он окончил Военно-воздушную академию имени Ю. А. Гагарина.

*Экипаж космического корабля «Союз Т-8». Слева направо: Герои Советского Союза, летчики-космонавты СССР **А. А. Серебров** и **Г. М. Стрекалов** и летчик-космонавт СССР **В. Г. Титов***  
Фотохроника ТАСС



Продолжение. Начало в № 4, 5, 6, 1982; № 1, 4, 1983.



Свой первый космический полет В. А. Ляхов совершил в 1979 году в качестве командира корабля «Союз-32» и орбитальной станции «Салют-6».

**Александр Павлович Александров** родился 20 февраля 1943 года в Москве. С 1964 года после окончания службы в рядах Советской Армии он работал в конструкторском бюро. В 1969 году закончил вечерний факультет Московского высшего технического училища имени Н. Э. Баумана. А. П. Александров — член Коммунистической партии Советского Союза с 1970 года. В отряд космонавтов был зачислен в 1978 году. Прошел полный курс подготовки по программе пилотируемого корабля «Союз Т» и орбитальной станции «Салют».

28 июня 1983 года в 14 ч 46 мин была осуществлена стыковка космического корабля «Союз Т-9» с орбитальным комплексом «Салют-7» — «Космос-1443».

После проверки герметичности стыковочного узла В. А. Ляхов и А. П. Александров перешли в помещение станции. На околоземной орбите начал функционировать пилотируемый научно-исследовательский комплекс «Салют-7» — «Союз Т-9» — «Космос-1443». Общая масса орбитального комплекса 47 т.

29 июня В. А. Ляхов и А. П. Александров переводили станцию в режим пилотируемого полета, расконсервировали системы жизнеобеспечения и терморегулирования, проверяли работу средств радиосвязи.

30 июня космонавты разгрузили корабль-спутник «Космос-1443», продолжали расконсервацию станции и готовили научную аппаратуру к предстоящим исследованиям. Они зарядили пленкой ручные фотокамеры, включили масс-спектрометрическую аппаратуру «Астра-1».

1 июля экипаж открыл люк и осмотрел возвращаемый аппарат корабля «Космос-1443». Этот аппарат предназначен для доставки на Землю материалов проведенных исследований и различных грузов общей массой до 0,5 т. Космонавты занимались также физическими упражнениями.



*Экипаж космического корабля «Союз Т-9»: командир — Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР В. А. Ляхов и бортинженер А. П. Александров*  
Фотохроника ТАСС

2—4 июля В. А. Ляхов и А. П. Александров занимались расконсервацией станции, разгружали корабль «Космос-1443», вели учет продуктов питания, сменного оборудования и других расходуемых материалов.

5 июля космонавты заменили на станции фильтр одного из газоанализаторов, установили новый блок очистки в системе регенерации воды из атмосферной влаги, наблюдали земную поверхность, занимались физическими упражнениями.

6 июля экипаж готовил к работе стационарную фотоаппаратуру, проводил контрольные проверки средств радиосвязи.

7—8 июля В. А. Ляхов и А. П. Александров зарядили пленкой магнитофоны, стационарные фотоаппараты МКФ-6 и КАТЭ-140, проверили их работу. Космонавты также фотографировали и спектрометрировали отдельные районы Кавказа, северного Каспия, Горного Алтая, Приморского края.

9—13 июля космонавты разгружали корабль «Космос-1443», устанавливали

на штатные места доставленные приборы и оборудование.

14 июля экипаж завершил первую серию комплексных исследований земной поверхности, необходимых для решения народнохозяйственных и научных задач. Фотосъемкой охвачены обширные территории Советского Союза в средних и южных широтах. Помимо фотоаппаратуры в этих исследованиях использовались болгарский прибор «Спектр-15» и разработанный специалистами ГДР спектрометр МКС-М. Чтобы получить информацию о потоках гамма-излучения и заряженных частиц в околоземном космическом пространстве, космонавты подготовили и включили малогабаритный гамма-телескоп «Елена».

15 июля В. А. Ляхов и А. П. Александров занимались профилактическими работами на станции, проверяли функционирование отдельных бортовых систем, готовили научную аппаратуру к предстоящим экспериментам, не забывали и о физических упражнениях. Было проведено комплексное медицинское обследование экипажа. Изучалась, в частности, биоэлектрическая активность сердца в условиях покоя и реакция сердечно-сосудистой системы на имитацию гидростатического давления.

**(Продолжение на 3-й стр. обложки)**



## Космическая биология и медицина: вчера и сегодня

**За 26 лет получены колоссальные сведения о космическом пространстве, о Земле и о самом человеке. Этому в значительной мере способствовали те уникальные возможности, которыми сегодня обладают космическая биология и медицина.**

### ПЕРВЫЕ УСПЕХИ

Наверное, правильно считать днем рождения космической биологии 3 ноября 1957 года — день запуска второго советского искусственного спутника Земли с собакой Лайкой на борту (первым живым организмом, отправившимся в космическое путешествие), а днем рождения космической медицины — 12 апреля 1961 года, когда на корабле «Восток» совершил космический полет Ю. А. Гагарин. Этим историческим вехам предшествовали события, которые можно, на мой взгляд, условно разделить на три момента.

**Первый** — когда в 30-х годах в нашей стране возрос интерес к изучению верхних слоев атмосферы. То была своего рода «прелюдия» к практическому освоению космического пространства, ибо, как справедливо считали пионеры практической космонавтики, без покорения стратосферы, без знания ее свойств немислимо ни создание высотной реактивной авиации, ни завоевание космоса. На Всесоюзной конференции по применению реактивных летательных аппаратов к освоению стратосферы (1935 г.) шла речь о возможном при-

менении ракеты для полета человека. В своем докладе С. П. Королев затронул проблемы обеспечения пилота всем необходимым для работы на больших высотах, в частности, скафандрами и «жизненными запасами», говорил о воздействии на человека перегрузок и условий герметичной кабины.

О значении, которое придавали создатели ракетной и космической техники «человеческому фактору», свидетельствует и то, что в программу подготовки инженеров на организованных в 1932 году при МосГИРДе инженерно-конструкторских курсах по ракетной технике включили курс физиологии высотного полета. Его читал один из основателей авиационной медицины Н. М. Добротворский. Н. М. Добротворский впервые сформулировал и основные условия, характеризующие деятельность человека в полете, и основные медицинские мероприятия, которые необходимо проводить, чтобы обеспечить безопасный летный труд.

**Второй** — когда в 40-х и 50-х годах был создан фундамент для развития исследований, связанных с полетом человека в космос. Немаловажное значение имели труды физиологической школы академика Л. А. Орбели, работы В. В. Стрельцова, А. В. Лебединского и других ученых, заложившие научные основы космической биологии и медицины.

Была создана удобная для работы аппаратура (центрифуги, баро- и сурдокамеры, наземные источники ионизирующего излучения), с помощью которой изучалось действие факторов космического полета — ускорения, различных температурных и га-

зовых режимов, шума и вибраций — путем моделирования их на Земле. На основе полученных данных разрабатывались средства защиты — противоперегрузочные костюмы, скафандры, высотное кислородное оборудование.

Существенно было и то, что к началу космических полетов в биологии и медицине произошел качественный переход к более тонким и точным количественным методам оценок состояния живого организма, в том числе и человека. Успешно решались вопросы, связанные с передачей различных физиологических и биологических параметров на большие расстояния (биотелеметрия), появилась возможность осуществлять автоматическое управление экспериментом, использовать кино и телевидение.

**Третий** — когда в конце 40-х и 50-х годов была осуществлена серия экспериментов с животными и другими биологическими объектами на ракетах, запущенных на высоты 110—450 км. Впервые мы смогли изучать действие кратковременной (8—10 мин) невесомости на живой организм. Значительный вклад в эти исследования, проводившиеся под руководством А. В. Покровского, внесли исследователи-энтузиасты В. И. Яздовский, В. И. Попов, А. Д. Серяпин, А. М. Генин, Е. М. Юганов.

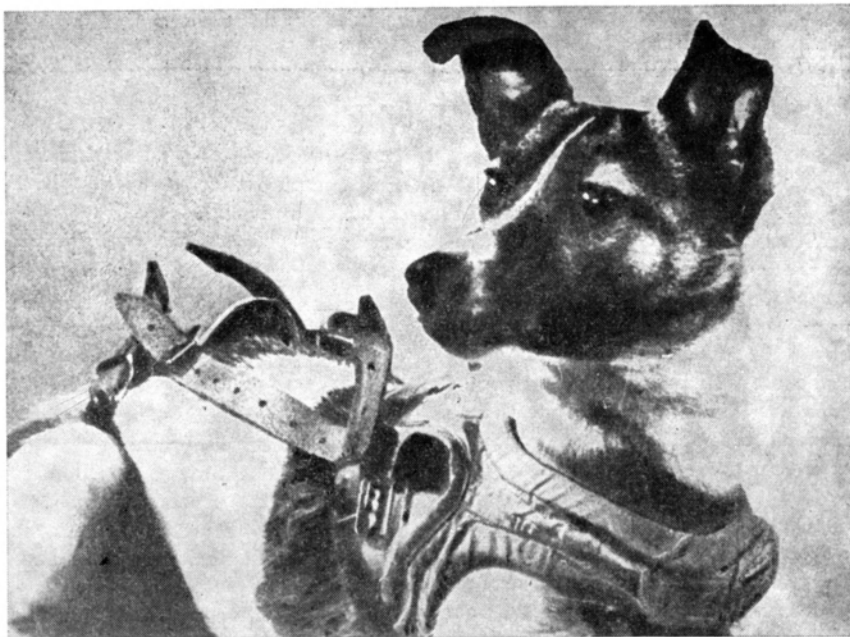
### ЕЩЕ ОДИН ШАГ ВПЕРЕД

3 ноября 1957 года уже через месяц после запуска в СССР первого в мире искусственного спутника Земли, на втором спутнике совершило космический полет первое живое су-

щество, родившееся на Земле. В период с 1957 года по 1961 год в нашей стране было запущено несколько искусственных спутников и кораблей-спутников с различными биологическими объектами. Важнейший шаг на пути к полету человека в космос — возвращение животных (собак) на Землю. В этих полетах изучали влияние факторов космического полета на живой организм, отработывали и испытывали системы жизнеобеспечения, которые должны были обеспечить возможность существования человека в кабине космического корабля.

Таким образом, к тому времени, когда С. П. Королев и его коллеги поставили на повестку дня вопрос о полете в космос человека, уровень наших знаний биологии и медицины был достаточно высок для решения проблем, связанных с таким полетом. Крупные ученые — академики В. А. Энгельгардт, Н. М. Сисамян, П. К. Анохин, В. В. Парин, В. Н. Черниговский неоднократно обсуждали этот вопрос. И наконец, на рубеже 1960—1961 годов был сформулирован научно обоснованный вывод: полет человека в космос с необходимой степенью безопасности возможен.

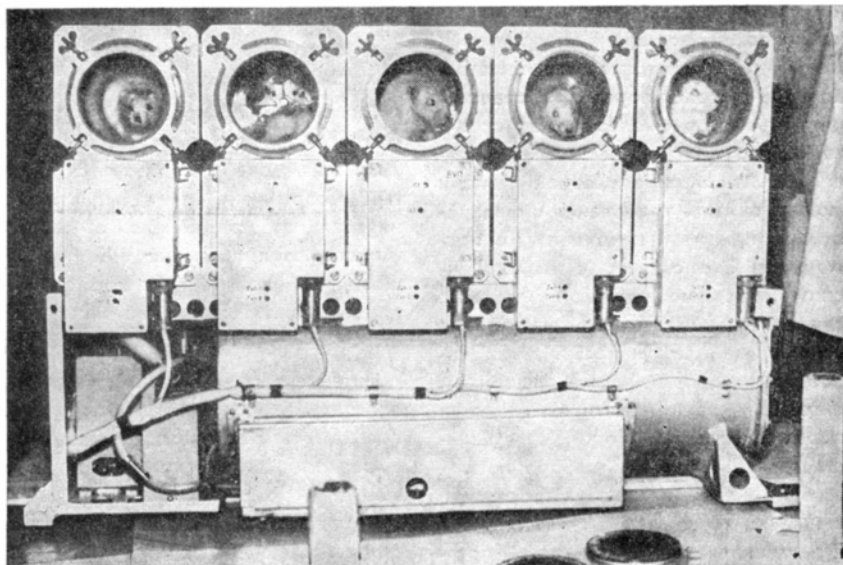
Сейчас важная составная часть программы освоения космического пространства — биологические исследования, которые проводятся на спутниках, пилотируемых космических кораблях, орбитальных станциях. Несомненный интерес представляют биологические спутники, специально предназначенные для осуществления в орбитальных космических полетах экспериментов с разнообразными представителями животного и растительного мира, а также с изолированными клетками и тканями животных и растений. С 1973 года до мая 1983 года в Советском Союзе было запущено пять специализированных биологических спутников Земли серии «Космос». На спутнике «Космос-690» изучали комбинированное действие невесомости и радиации на живые системы. Было установлено, что развитие лучевой болезни при облучении животных (крыс) в условиях невесомости размещенным на борту источником излучения



*Собака «Лайка», которая 3 ноября 1957 года совершила полет на борту второго искусственного спутника Земли*

практически не отличается от ее развития в земных условиях. Эксперимент с центрифугой на борту спутника «Космос-936» показал, что создание в невесомости искусственной силы тяжести, равной земной, в значительной мере предотвращает развитие многих неблагоприятных изменений, возникающих в организме под влиянием невесомости.

*Блок, в котором содержатся животные (крысы) на борту биологических спутников серии «Космос»*





Детальные исследования животных, совершивших полет на биологических спутниках, значительно дополняют наши знания о механизмах адаптации к условиям невесомости. Эти исследования позволяют заглянуть в глубь организма, разобраться в явлениях, происходящих на уровне отдельных органов и тканей, на уровне клетки. Результаты находят и практическое применение, ибо позволяют постоянно совершенствовать принципы и методы медико-биологического обеспечения космических полетов. Кроме того, биологические эксперименты в условиях космических полетов — своеобразный инструмент для изучения роли гравитации в осуществлении таких фундаментальных биологических процессов, как клеточное деление, передача наследственной информации, рост и развитие организмов. Не исключено, что биологические эксперименты в космических полетах помогут ответить и на вопрос о значении гравитации в происхождении и эволюции жизни на Земле.

## ПОИСК ПРОДОЛЖАЕТСЯ

За 22 года пилотируемых полетов советская космонавтика прошла путь от кратковременных полетов на кораблях «Восток», «Восход», «Союз» до длительного пребывания человека в космосе на орбитальных станциях «Салют». Существенно изменился и подход к основным проблемам космической медицины, например к отбору и подготовке космонавтов. Если на первых порах **требовалось**, что называется, «железное» здоровье, то сейчас взгляды несколько изменились. Мы в определенной степени можем снизить требования к физическим кондициям кандидатов в космонавты. Это связано с усовершенствованием космической техники, созданием достаточно комфортных условий на борту космических аппаратов, значительным улучшением системы медицинского контроля и профилактических мер. Усовершенствовалась и система отбора и подготовки космонавтов. Наибольшее внимание ныне уделяется выявлению функциональных возможностей орга-

низма человека, приспособляемости, потому что, не обладая ярко выраженными показателями, характеризующими функциональное состояние той или иной системы организма, можно иметь способность легко приспособляться к меняющимся условиям среды, а это — очень важная биологическая реакция.

В связи с увеличением длительности полетов, объема и специализации работы, выполняемой космонавтами на борту, в настоящее время все более высокие требования предъявляются к уровню профессиональной подготовки людей, максимальной эффективности их деятельности на орбите. Возникает необходимость посылать в космический полет высококвалифицированных специалистов, что, естественно, может быть связано и с расширением возрастных границ, и с участием женщин в космических полетах. Особую значимость приобретает индивидуальный медицинский отбор, подготовка кандидатов для каждого конкретного космического полета.

Важное место занимают вопросы **гигиенической оценки** среды обитания: контроль температуры и давления газов, влажности, парциального давления кислорода и углекислого газа, количественного и качественного состава органических примесей, выделяемых человеком и конструкционными материалами, а также санитарно-микробиологический контроль среды обитания, микрофлоры кожи, полости рта и носа.

Значителен прогресс в санитарно-бытовом обеспечении космонавтов. Для этих целей используется богатый ассортимент специальных гигиенических средств, начиная от различных салфеток, полотенец и кончая душевой кабиной. Сейчас космонавт в полете может ежедневно чистить зубы, бриться, регулярно менять белье.

Питание в сегодняшних длительных полетах мало отличается от земного. Космонавты могут подогревать пищу, в разнообразное меню входят первые и вторые горячие блюда. На транспортных кораблях экипажам длительных экспедиций доставляются

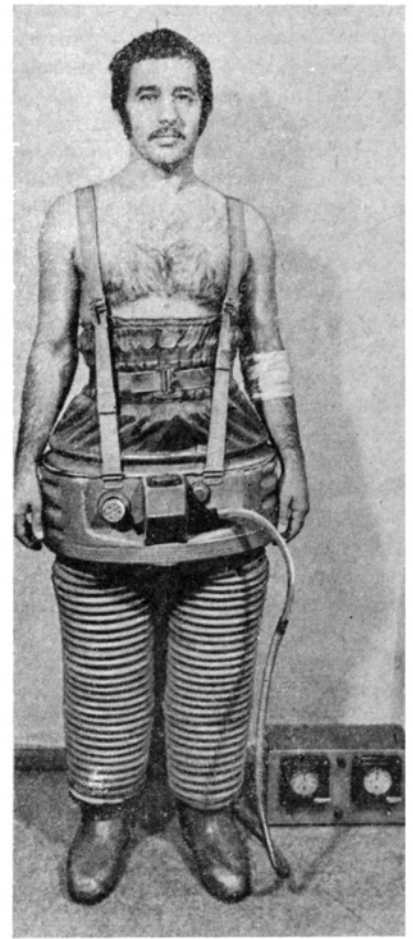
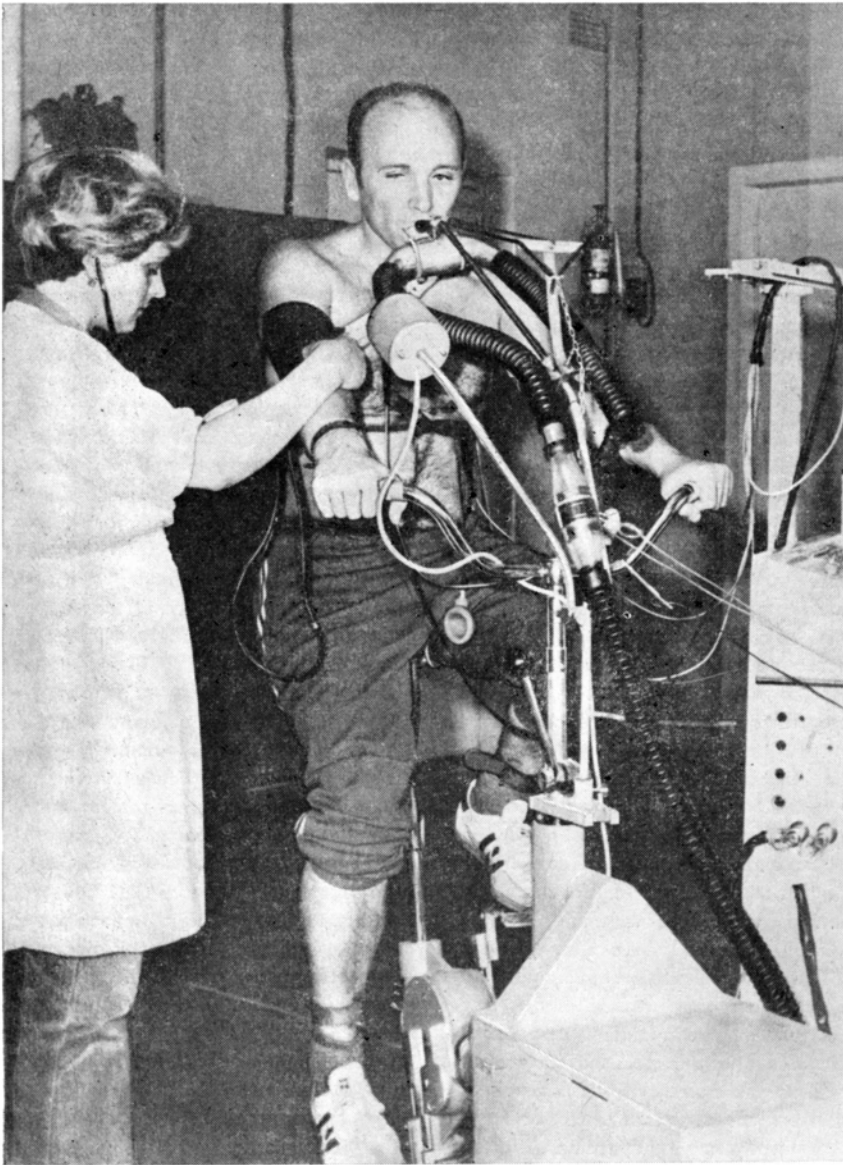
продукты по их желанию, в том числе свежие овощи, фрукты.

В последние годы для экономии бортовых запасов воды все больше используются системы ее регенерации, в частности, достигнута полная регенерация атмосферной влаги. На повестке дня стоит вопрос и о пополнении пищевых запасов на борту благодаря биолого-техническим системам жизнеобеспечения (Земля и Вселенная, 1980, № 6, с. 20.— Ред.).

Заметно изменилась и организация медицинского контроля в космических полетах. Во время кратковременных космических полетов основное внимание уделялось «выживаемости» человека, необходимости определять критические изменения среды или состояния здоровья, чтобы решить вопрос о возможном продолжении полета или его прекращении. При этом использовалось относительно небольшое число средств регистрации физиологического состояния организма или среды обитания.

Сегодня упор делается на определение стадий и эффективности адаптации человека в условиях полета, прогнозирование осуществимости полета на длительный срок. Заметно расширились и методы исследования. На борту орбитальных станций имеется, можно сказать, хорошо оборудованный кабинет для всесторонних исследований состояния здоровья космонавта. Это и комплексы для регистрации функций различных органов и систем, и приборы для детального изучения деятельности сердечно-сосудистой системы, и различные устройства для исследования органов зрения и вестибулярного аппарата, кислородного режима в тканях и водно-солевого обмена.

Длительные полеты потребовали решить вопрос, связанный с профилактикой неблагоприятного действия невесомости на организм космонавта. Дело в том, что долгое пребывание человека в космосе требует от организма не только устойчивости к экстремальным воздействиям, но и пластичности, приспособляемости к новым условиям, активной деятельности адаптационных механизмов. Ряд физиологических измене-



*Испытания вакуумного костюма «Чибис»*

◀ *В. В. Лебедев тренируется на велоэргометре*

ний, происходящих в процессе приспособления к невесомости, не представляет опасности для здоровья космонавтов. Но возникает непростая ситуация: чем полнее приспособление к невесомости, тем напряженнее и труднее реадaptация после возвращения на Землю.

Пожалуй, наиболее ярко такая ситуация проявилась при выполнении А. Г. Николаевым и В. И. Севастьяновым 18-суточного космического полета на «Союзе-9». Адаптация к не-

весомости у космонавтов проходила без каких-либо трудностей. А вот возвращение к земной силе тяжести далось не без труда. Было ощущение тяжести собственного тела, много усилий приходилось прилагать, чтобы сохранить вертикальную позу, изменились двигательные функции, особенно в первые сутки после приземления.

К началу полетов на орбитальных станциях медики разработали комплекс профилактических средств и

методов, который в настоящее время с успехом применяется в длительных полетах. Задача в том, чтобы помощью средств профилактики не дать системам организма «забыть свое земное предназначение, не помнить» им их земную роль.

Тренировки на велоэргометре бегущей дорожке — существенная нагрузка на мышцы. Ту же цель преследует и ношение специального костюма, в ткань которого шиты резиновые тяжи. При движениях они

заставляют работать различные группы мышц. Вакуумный костюм «Чибис», создающий отрицательное давление на нижнюю половину тела, заставляет кровь из верхних отделов устремляться в сосуды ног и тем самым имитировать кровообращение, свойственное организму человека на Земле.

Чтобы обеспечить радиационную безопасность, тщательно контролируется радиационная обстановка на трассе полета. Для определения дозы радиации на корабле установлены дозиметры, имеются они и на одежде каждого космонавта. До сих пор полеты проходили в условиях относительно спокойной радиационной обстановки, и доза ионизирующего излучения, полученная космонавтами, составляла не более 5 БЭР (биологического эквивалента рентгена). Пока орбиты полетов пролегают ниже радиационных поясов Земли, и потому последние не представляют очевидной опасности для человека.

Увеличение длительности пребывания человека в космосе заставило решать очень сложные психологические проблемы. Психологи участвуют в организации труда и жизни космонавта: помогают определить рациональные режимы работы и отдыха на различных этапах полета, а также формы досуга, которые в наибольшей мере способствуют восстановлению работоспособности и эмоциональной разрядке. Оправдала себя «психологическая поддержка» (встречи с семьями, со специалистами, с любимыми артистами), направленная на создание хорошего настроения и оптимальной работоспособности экипажа.

Успешно завершившийся в конце 1982 года самый продолжительный пока 211-суточный полет А. Н. Березового и В. В. Лебедева на станции «Салют-7» еще раз убедительно показал, что выбранная советскими специалистами стратегия постепенного увеличения длительности пребывания человека в космосе себя полностью оправдывает и позволяет все увереннее обживать космическое пространство. Как и в предыдущих длительных космических полетах, первоочередное внимание медики уделяли

исследованию тех систем организма, которые в условиях продолжительного пребывания в невесомости претерпевают наиболее существенные изменения.

Следует отметить, что на станции «Салют-7» усовершенствован комплекс для медицинских обследований космонавтов. Новая многофункциональная аппаратура «Аэлита» позволяет комплексно регистрировать физиологические показатели состояния организма. А это заметный шаг вперед на пути повышения качественного уровня медицинского обследования в космосе.

Впервые на приборе «Эхограф» были получены данные, характеризующие такие важные показатели деятельности сердечно-сосудистой системы, как диаметр сосудов и объемный кровоток различных областей тела, объемы полостей сердца, количество крови, выбрасываемой сердцем за каждое сокращение. Было установлено, что по истечении примерно четырех недель полета реакции сердечно-сосудистой системы в покое и при функциональных нагрузках стабилизировались.

Обследование, проведенное в первые сутки по окончании полета, не выявило изменений функций сердца.

Отмечавшееся ранее в длительных полетах небольшое уменьшение числа эритроцитов в крови не прогрессировало с увеличением продолжительности полета до семи месяцев. Главное, эритроциты нормально выполняют свою основную функцию — транспортировку кислорода. Это позволяет оптимистически оценивать возможность системы крови приспосабливаться к условиям длительных космических полетов и восстанавливаться после полета. Реадаптационный период у А. Н. Березового и В. В. Лебедева проходил благополучно. Состояние их здоровья существенно не отличалось от состояния здоровья космонавтов, ранее совершавших длительные орбитальные полеты.

Фундаментальный результат этого полета очевиден: увеличение продолжительности пребывания человека в космосе до семи месяцев не привело (в сравнении с полетами меньшей

длительности) к появлению каких-либо качественно новых функциональных сдвигов в организме космонавтов.

Несомненно, важной для космической медицины была работа на станции «Салют-7» С. Е. Савицкой — второй в мире женщины, побывавшей в космосе. Для врачей представляли интерес реакции женского организма на 8-суточное пребывание в условиях невесомости. Основным выводом, сделанным специалистами по результатам исследований, проведенных в полете и после его завершения, заключается в том, что не обнаружено каких-либо существенных различий в реакциях организма женщин и мужчин. Это позволяет уверенно смотреть на участие женщин в будущих космических путешествиях.

Что же мы узнали за 22 года изучения организма человека в условиях космического полета? Сегодня мы многое знаем о реакциях организма на невесомость, в основном понимаем механизмы их возникновения. Складывается впечатление, что человек может удовлетворительно адаптироваться к длительному воздействию невесомости. Мы достаточно ясно представляем себе общий ход процесса адаптации к невесомости, отдельные фазы этого процесса, те физиологические системы, что вовлекаются на том или ином этапе адаптации.

Наиболее существенны достижения в области стабилизации здоровья космонавта. Выработаны принципы и методы, которые позволяют управлять состоянием здоровья человека, совершающего космический полет. Не могу утверждать, что они стопроцентно эффективны. Требуется еще много сделать для более глубокого понимания индивидуальных физиологических реакций каждого человека. Поскольку речь идет о человеке, о его здоровье и безопасности, каждый новый шаг в космосе должен быть скрупулезно взвешен. Как бы далеко ни шагнули мы вперед в своих знаниях, надо понимать, что сделано отнюдь не все, что предстоит выполнить существенно больше, и все, что мы совершаем, должно делать для блага Человека.



Заместитель руководителя полета  
В. Д. БЛАГОВ



## Космический марафон

Самый длительный в истории космонавтики 211-суточный полет А. Н. Березового и В. В. Лебедева принес выдающиеся результаты. В значительной мере этому способствовал самоотверженный, высокопрофессиональный труд всех тех, кто готовил станцию «Салют-7» к полету, работал на ней, и в особенности—специалистов ЦУПа.

ЦУП — ЭТО ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЕТОМ

До 1967 года полетом управляли инженеры-разработчики космической техники. В то время это была для них смежная специальность. Со временем космическая техника становилась сложнее, продолжительность полета станций достигла нескольких лет, и инженер-проектант уже не мог оставаться совместителем, иначе у него попросту не осталось бы времени для разработки новой космической техники. Нужно было создавать специализированную службу. В нее вошли молодые энтузиасты, решившие посвятить жизнь трудному, увлекательному делу, требующему глубоких знаний космической техники, умения быстро ориентироваться в сложных ситуациях и оперативно принимать правильные решения.

К октябрю 1973 года это был уже солидный коллектив с большим опытом управления полетами «Зондов», кораблей «Союз», станций «Салют», который в этом году будет праздновать свое десятилетие. Сейчас в не-

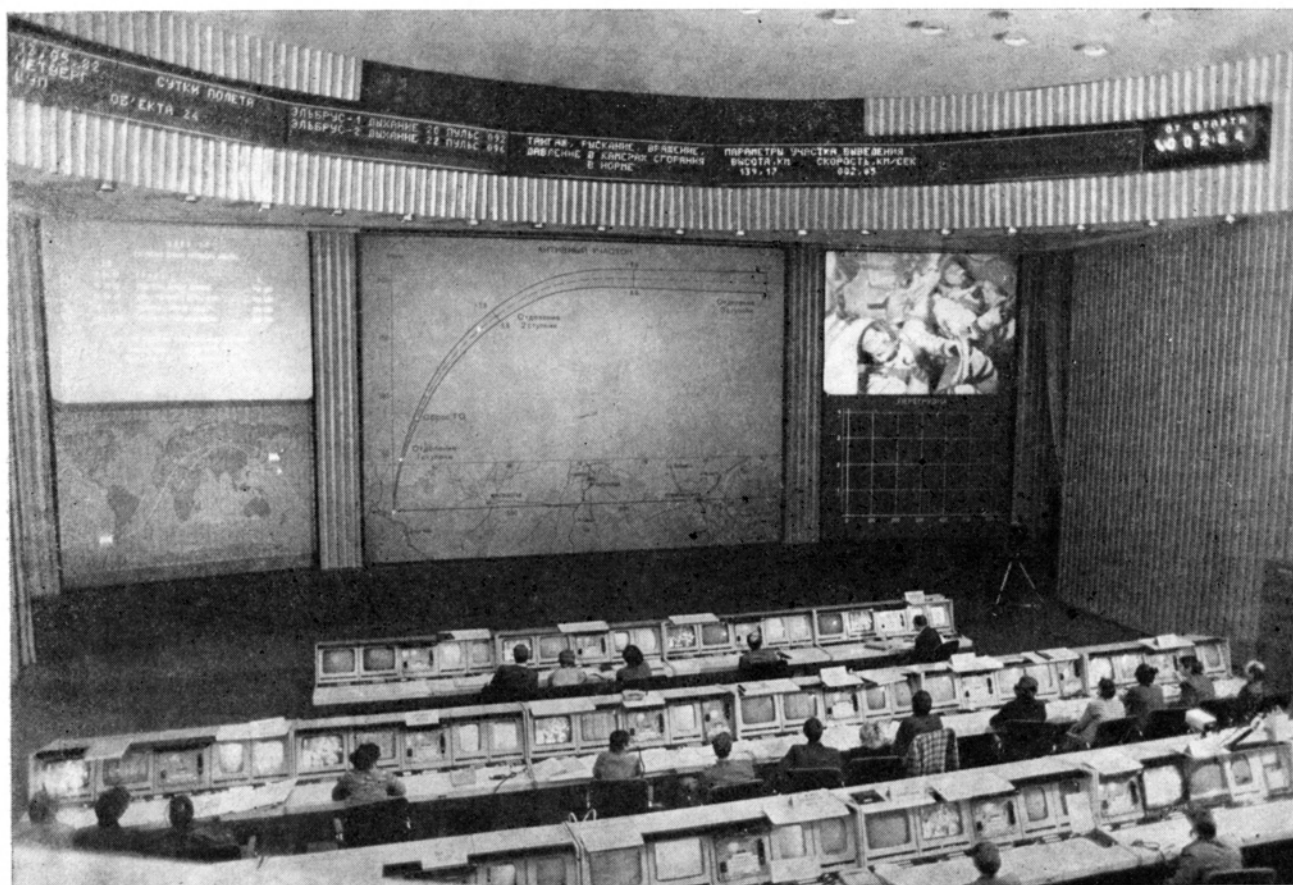


*Участники 211-суточного космического полета А. Н. Березовой (слева) и В. В. Лебедев*

го входят группы планирования программы, баллистического обеспечения, связи с экипажем, группы анализа работы бортовых систем, обеспечения работы системы «Дель-

та», группа обеспечения экспериментов, группа подачи команд на борт станции и т. д. Есть даже группа психологической поддержки экипажа, занимающаяся организацией его досуга: подбором звуко- и видеозаписей для передачи на борт в периоды отдыха, организацией встреч экипажей с семьями и известными деятелями науки, искусства.

Через руки сотрудников ЦУПа про-



*В Центре управления полетом во время запуска корабля «Союз Т-5»*

Фотохроника ТАСС

ходят документы 60 наименований по различным направлениям деятельности «Земли» и экипажа. До того, как тебя допустят к управлению полетом, необходимы один-два месяца тренировок с имитацией сотен нештатных ситуаций. Все делается так, будто идет реальный полет. К концу тренировок специалист уже настолько втягивается в работу, что иногда не может отличить, тренировка ли еще продолжается или уже начался реальный полет.

Этот бесценный опыт накапливается годами, во время тренировок и реального полета, удач и нештатных ситуаций, которые, к сожалению, пока случаются при эксплуатации космиче-

ской техники. Рекомендации по выходу из нештатных ситуаций отрабатываются еще до полета. На сегодня рассмотрены несколько сотен нештатных ситуаций. Они собраны в одну, как ее называют, «красную книгу», которая у экипажа и управленца всегда под рукой. В среде специалистов-управленцев бытует мнение, что нештатная ситуация, если ее поместить в «красную книгу», никогда не случится в реальной жизни. Но это не так. Устранение таких ситуаций, если они заранее проанализированы, осуществляется проще и быстрее. Реакция на них однозначно определена и многократно отработана в наземных условиях, управленец с ней знаком еще до полета. Более сложный случай — нерассмотренные нештатные ситуации. Персонал с ними ранее не встречался ни на тренировках, ни в ходе полета. Имеется только некий стереотип действий, конкретные рекомендации

отсутствуют и вырабатываются уже в процессе полета в зависимости от сложившейся обстановки. Но именно в таких ситуациях наиболее полно проявляются качества, необходимые специалисту-управленцу: умение не растеряться, по неполной информации определить, как влияет отказ на безопасность экипажа и выполнение программы, за минимально возможное время локализовать нештатную ситуацию, выработать рекомендации экипажу. Выход из нештатной ситуации осуществляется совместными действиями экипажа и «Земли».

#### ОРБИТАЛЬНЫЙ ДОМ КОСМОНАВТОВ

Поздно ночью 10 декабря 1982 года закончилась самая длительная в истории космических полетов экспедиция на станцию «Салют-7». А. Н. Березовой и В. В. Лебедев, успешно выполнив запланированную программу, возвратились на Землю.

Экипаж доставил богатый научный материал: фото- и киноленту, магнитные ленты, бортовые журналы с результатами исследований, биологические объекты, над которыми проводились эксперименты. Пребывание космонавтов в полете от момента старта «Союза Т-5» (13 мая 1982 года) до посадки составило 211 суток 9 часов, или около 7 месяцев (заметим, что этого достаточно для полета до Венеры и обратно).

А станция «Салют-7» продолжила полет. Все было подготовлено к приему следующего экипажа. На это ушло около трех суток. Съемное оборудование разложено по своим местам за панелями. На Землю привезена подробная ведомость укладки. Один экземпляр такой ведомости оставлен на станции вместе с традиционным письмом новым хозяевам. Двигательная установка заправлена топливом. Отработавшие ресурс вентиляторы, регенераторы воздуха, фильтры заменены свежими. Оборудование, которое не будет использоваться в беспилотном полете, выключено (система регенерации воздуха, система водообеспечения, часть научной аппаратуры, система радиосвязи, пульта освещения). Выключена и серьезно «потрудившаяся» в этом полете система «Дельта», оснащенная мини-ЭВМ.

Телекамера нацелена на входной люк в ожидании нового экипажа, которому предстоит продолжить работу на станции. До прихода нового экипажа ответственными на станции символически остались специально изготовленные для этого полета две симпатичные матрешки Иван да Марья...

Напомним, что станция «Салют-7» была выведена на орбиту 19 апреля 1982 года. К моменту окончания экспедиции станция находилась в космосе 235 суток, «накрутила» вокруг Земли 3722 витка, пролетела 158 млн. км — больше среднего расстояния от Земли до Солнца. Проведено свыше 3500 сеансов связи, по телеметрическим каналам получено более 1 триллиона бит научной и служебной информации, а на борт передано около 1,5 млн. бит информации.

До конца июля 1982 года на орбите находилась и станция «Салют-6» с пристыкованным к ней спутником «Космос-1267». ЦУП работал поочередно с двумя станциями. Плоскости орбит «Салюта-6» и «Салюта-7» составляли угол примерно 90°. Когда станция «Салют-6» пролетала над западной частью Советского Союза, «Салют-7» только входил в зону видимости станций слежения, расположенных в восточной части страны. Это обеспечивало равномерную загрузку наземных станций слежения и Центра управления полетом. «Салют-6» летал втрое дольше, чем планировалось поначалу. Многие системы станции в процессе работы на ней были заменены или отремонтированы, в результате чего станция все еще оставалась пригодной для работы в пилотируемом режиме, хотя и с пониженной эффективностью из-за изношенности ряда несъемных систем и агрегатов (солнечных батарей, иллюминаторов, наружной пассивной теплозащиты, субмиллиметрового телескопа).

Но «Салют-6» продолжал полет для испытаний его систем в предельных режимах, при критических нагрузках и имитируемых с Земли нештатных ситуациях. По окончании этих испытаний 29 июля 1982 года станция «Салют-6» прекратила свое почти пятилетнее существование на орбите и была затоплена в южной части Тихого океана.

Первый пилотируемый этап на «Салюте-7» закончился, но жизнь на станции продолжалась: многие ее приборы работали, обеспечивая температурный режим, снятие телеметрической информации, измерение параметров траектории. Непрерывно работали солнечная электростанция, а также научная аппаратура: система регистрации микрометеоров, заряженных частиц, контроля микроперегрузок, продолжались исследования воздействия внешних условий на образцы биополимеров и конструкционных материалов, расположенных на специальных площадках вне станции.

Центр управления полетом не прекращал своей работы ни на один день и на беспилотном этапе. Часть специалистов покинула ЦУП и пос-

ле кратковременного отдыха приступила к подготовке следующей экспедиции, другие, разделившись на сокращенные смены, остались работать в ЦУПе.

При переводе станции в режим беспилотного полета объем научной информации, получаемой с борта, существенно уменьшается (это естественно, так как станция предназначена для работы, в основном, с экипажем). Например, за сутки со станции проводится 2—3 сеанса связи (сравним с 16 сеансами в пилотируемом режиме). Главная задача управленцев на этом этапе — периодически контролировать работу бортовых систем, максимально экономить ресурсы, с помощью коррекций поддерживать необходимую высоту орбиты. Вынужденный перерыв между первой и второй экспедициями объясняется несколькими причинами. Во-первых, нужно обработать и проанализировать доставленные материалы научных исследований и телеметрическую информацию. Разобрать все замечания, сделанные за время полета, разработать рекомендации для следующей экспедиции. Во-вторых, по результатам проведенных экспериментов скорректировать программу научных исследований следующей экспедиции и методики их проведения. Надо сказать, что в процессе полета поступало много предложений от экипажа и от специалистов по совершенствованию методики проведения отдельных экспериментов и операций. Мало эффективные эксперименты исключаются из программы, заменяются другими, более эффективными. В-третьих, необходимо заказать и сделать дополнительную аппаратуру, подготовить наземную и бортовую документацию для следующего этапа, провести дополнительные тренировки экипажа и персонала управления.

Итак, в течение нескольких месяцев полета в беспилотном режиме станция используется неполностью, системы терморегулирования, электроснабжения работают вхолостую.

Поэтому специалисты-разработчики и управленцы неустанно ищут пути повышения эффективности эксплуатации орбитальных станций. Один из



возможных путей — увеличение продолжительности экспедиций и сокращение беспилотных участков. Но здесь есть свои проблемы. К примеру, разработанные мероприятия сводят к минимуму неблагоприятное воздействие факторов космического полета на организм человека, но, к сожалению, пока еще не исключают их полностью. Думаю, в будущем продолжительность экспедиций может возрасти, но для этого придется повысить эффективность профилактических мероприятий, комфортность станции, разработать дополнительные средства, снижающие неблагоприятное воздействие невесомости на человека.

Мне представляется наиболее реальным другой путь — последовательная работа на станции нескольких экспедиций средней продолжительности со сменой экипажей на борту станции. Практически это будет непрерывный пилотируемый полет. Исключатся потери рабочего времени из-за необходимости консервации станции перед уходом прежнего экипажа и расконсервации после прихода нового. Экипаж — хозяин станции — непосредственно на борту ознакомит вновь прибывших с размещением научной аппаратуры и особенностями работы с ней, передаст «смену» другому экипажу, как это делается в ЦУПе.

Конструктивно станции «Салют-6» и «Салют-7» имеют много общего. Но опыт длительной эксплуатации «Салюта-6» потребовал внести ряд изменений в станцию «Салют-7» (Земля и Вселенная, 1982, № 6, с. 11.— Ред.).

Для регистрации результатов экспериментов появился бортовой телевизионный комплекс «Нива», позволяющий фиксировать на видеопленку изображения и затем передавать эти записи на Землю по телевизионному каналу. Таким образом, с результатами визуальных наблюдений, медицинских и биологических экспериментов специалисты ЦУПа могли оперативно знакомиться непосредственно в ходе полета. Кроме того, «Нива» использовалась и как средство психологической поддержки — в ее составе был комплект видеофильмов,

присланных с Земли, который непрерывно обновлялся.

Но, пожалуй, главной особенностью, отличающей и работу ЦУПа с этой станцией, и работу экипажа, можно считать применение новых методов ориентации и управления научной аппаратурой с помощью бортовой системы «Дельта». Она была установлена и на «Салюте-6», но там в основном отрабатывались ее режимы. Наличие мини-ЭВМ на борту освободило экипаж от второстепенных операций, добавив время для научных исследований. «Дельта» по заложенной с Земли или экипажем программе управляет радиоаппаратурой в сеансах связи, ориентирует станцию на заданный источник на небесной сфере, затем по кратчайшему пути, экономя топливо и время, переводит станцию на второй, третий источник, что вручную сделать невозможно. По данным, полученным космонавтами с помощью секстанта, «Дельта» вычисляет координаты наблюдаемого источника. Существенна способность «Дельты» рассчитывать параметры движения станции по измерениям автономных бортовых средств. Эти данные экипаж использовал при проведении научных экспериментов. Так, удалось практически исключить передачу баллистической информации с Земли. С другой стороны, значительно увеличился поток цифровой информации, передаваемой «Дельте» по радиоканалу для проведения режимов ориентации, и потому нагрузка наземных служб также возросла. Появилась возможность оперативного введения новых программ в «Дельту». Изменилась и технология планирования полетных операций: по ходу полета можно совершенствовать методику выполнения экспериментов, но потребовались специальные стенды для проверки новых режимов на Земле. Ни один новый режим не реализовывался на станции без обязательной проверки его на стенде — аналоге «Дельты».

Отмечу еще две особенности этого полета. Дважды (когда прибывали экспедиции посещения) на станции работали пять космонавтов. Планирование программы, распределение

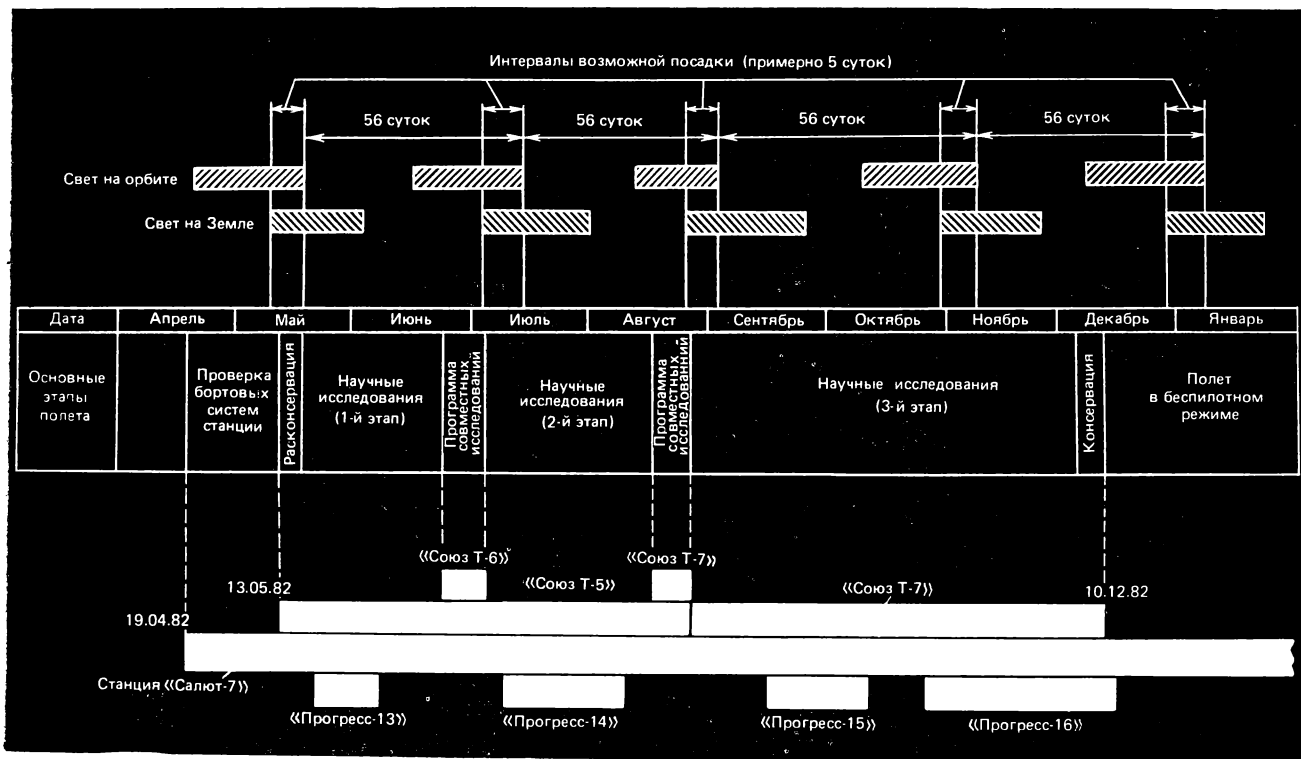
функций между ними подтвердили в основном правильность принятых до полета решений. Кое-что пришлось скорректировать в ходе полета. В частности, изменили схему размещения приборов «ПСН», «Пирамиг», астроориентатора и секстанта на иллюминаторах станции в связи с тем, что, работая в невесомости по принятой ранее схеме, космонавты мешали друг другу. При тренировках на Земле это было недостаточно очевидно.

Впервые на участке спуска во время работы тормозного двигателя «Союза Т-7» осуществлялась прямая связь экипажа с ЦУПом через стационарный спутник «Радуга».

В результате преобразований аналоговых сигналов в цифровые коды и последующего (в ЦУПе) обратного синтеза голоса космонавтов приобрели характерный металлический оттенок и становились похожими на синтезированный голос робота. Чтобы понимать такую речь, требуется определенный навык. Для этого в течение нескольких дней проводились специальные тренировки. Словом, каждый полет вносит что-то новое, обогащает опыт специалистов ЦУПа, повышает эффективность использования космических средств в интересах науки и народного хозяйства.

## ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ ПОЛЕТА

Программа полета этой экспедиции (как и всех других) разрабатывалась задолго до старта. Исходные данные для нее — заявки на эксперименты от научных организаций, баллистическая схема полета, полученная от проектантов (характеристики орбит станции, их вариации, диапазоны и количество коррекций, светотеневая обстановка, видимости светил, наземных ориентиров и т. п.), даты начала и продолжительность полета экспедиций, запасы топлива, график доставки грузов. Сперва намечаются даты проведения стыковок, дозаправок, маневров, посадок. По принятым в Центре управления полетом правилам, для обеспечения высокой надежности спуска экипажа с орбиты должно безусловно выполняться од-



**План полета А. Н. Березового и В. В. Лебедева**

но жесткое условие: в момент включения тормозного двигателя корабля «Союз Т» поверхность Земли в подспутниковой точке (южная часть Атлантического океана) должна быть освещена Солнцем, чтобы экипаж мог по оптическому визиру проконтролировать правильность положения корабля (вектор тяги двигателя должен быть направлен против вектора орбитальной скорости корабля). Легко представить, к каким непоправимым последствиям может привести, например, выдача тормозного импульса в противоположную сторону. Интервал, в котором выполняется это условие, имеет продолжительность примерно 28 суток и повторяется каждые 56 суток.

Есть еще одно условие, правда, не столь жесткое, как первое. Желательно, чтобы в расчетном районе посадки в момент приземления экипажа было светло — легче работать

поисково-спасательным службам. Продолжительность таких интервалов также примерно 28 суток, интервалы повторяются каждые 56 суток. Организаторы полета стремятся, когда возможно, учесть и это условие. Но из-за относительного сдвига интервалов освещенности поверхности Земли в районе торможения (Атлантический океан) и в районе посадки (Казахстан) суммарный интервал, в котором соблюдаются оба условия, имеет малую продолжительность (около 5 суток), и попасть в него не всегда удается.

Затем, исходя из условий выполнения экспериментов, определяют возможные диапазоны («окна») проведения каждого эксперимента. Учитываются ограничения, накладываемые бортовыми системами станции и внешней обстановкой на выполнение экспериментов, а также возможности экипажа, его режим труда и отдыха. В результате получается матрица экспериментов и штатных операций. Потом эксперименты распределяются по времени полета, начиная с

эксперимента, имеющего высший приоритет. Тем самым создается, как мы его называем, **план полета**. В связи с тем, что перечень экспериментов предлагается, как правило, с избытком, эксперименты, не попавшие в основной план, переходят в резерв. Аналогичным методом готовятся два три резервных плана.

В ходе полета может возникнуть необходимость пересмотра плана из-за изменений внешних условий (например, сильная облачность над районом фотографирования), непредвиденного отказа научной аппаратуры, оперативной переоценки приоритета экспериментов по результатам предыдущего этапа либо изменения продолжительности полета. В связи с этим цикл долгосрочного планирования многократно повторяется и в процессе полета (примерно через 3—4 недели).

(Продолжение в следующем номере)



Кандидат физико-математических наук  
И. Н. ГАЛКИН

## Сейсмичность Луны: загадки и итоги

**Сейсмическая активность Луны — по земным меркам — ничтожно мала. И все же ее изучение полезно: оно не только может облегчить предсказание и даже управление сейсмическими толчками на нашей собственной планете, но помогает решать и фундаментальные вопросы эволюции Земли.**

### «ГИРЛЯНДА» ЭПИЦЕНТРОВ

Изучая режим землетрясений, сейсмологи Института физики Земли имени О. Ю. Шмидта АН СССР разработали вычислительные программы, превращающие сухие цифры катало-

гов землетрясений в «сейсмофильм». Он демонстрирует карту изучаемого региона; в точках эпицентров в момент сейсмического толчка вспыхивают огоньки (время в фильме, конечно, ускорено). Оказывается, человеческий глаз обладает замечательной способностью: пусть не так детально, как ЭВМ, но зато «со скоростью мысли» анализировать и систематизировать данные, проводить их осреднение и частотно-временной анализ. Просмотры и обсуждения таких фильмов весьма полезны.

Лунного «сейсмофильма» еще нет, но мы, кое-что уже зная о лунотрясениях, представим, каким он будет. Аппаратурой с обычной «земной» чувствительностью лунотрясений не обнаружишь: энергия лунотрясений в миллионы, а то и в миллиарды раз

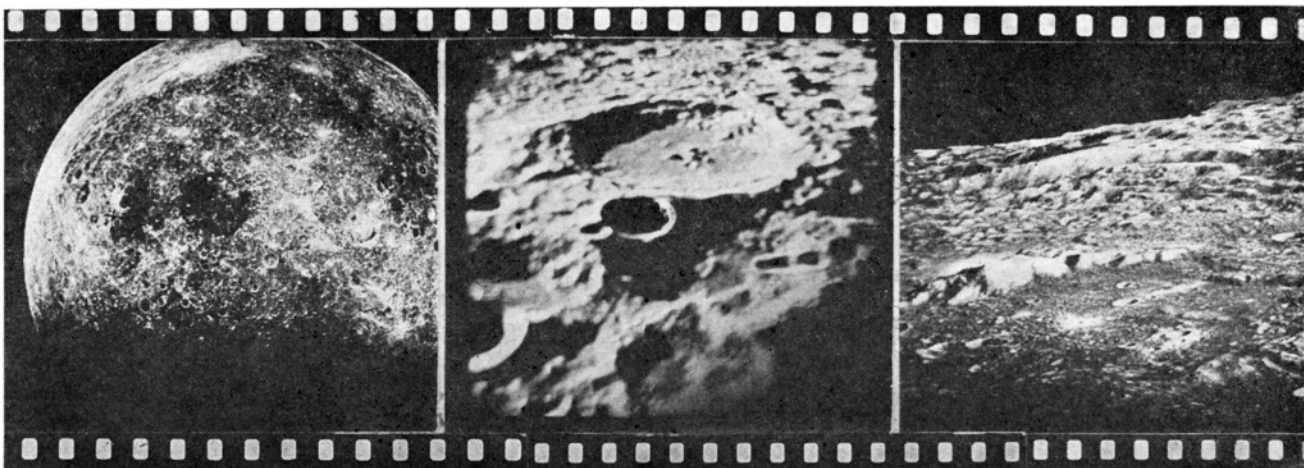
слабее энергии земных толчков. За год по всей Луне при лунотрясениях выделяется  $10^{12}$  эрг, на Земле же годовой расход сейсмической энергии составляет  $10^{23}$  эрг. Для Луны нужен своего рода «электронный сейсмомикроскоп». И такие сверхчувствительные сейсмометры работали восемь лет на видимой стороне Луны, располагались они в вершинах громадного треугольника со стороной 1000 км. (Столь высокую чувствительность на Луне удалось реализовать благодаря ничтожному уровню помех.)

Сейсмическая картина оказалась и похужей и не похужей на земную. Очаги лунотрясений — лунные «фонари», или скорее «светлячки», вспыхивали с конца 1969 года (установка первого сейсмометра на Луне) в те-

*Луна из космоса.  
Начало лунной «космической одиссеи» — запуск советской космической станции «Луна-1» 2 января 1959 года*

*Кратерный пейзаж Луны — следы падений метеоритов.  
Первое попадание. Станция «Луна-2», сентябрь 1959 года*

*Облет обратной стороны Луны.  
«Луна-3», октябрь 1959 года*





чение неполных 8 лет, но вспыхивали не где и не когда попало. Как и на Земле, очаги на Луне не рассеяны равномерно по поверхности, а приурочены к особым зонам, узким поясам. Пояса лунной сейсмичности, будто «гирлянда» огоньков, опоясывают видимую сторону Луны, «завязываясь узлом» вблизи экватора. От этого «узла» три пояса сейсмичности расходятся в направлении сезер — юг, на северо-восток и северо-запад. 80 вспышек (индивидуальных очагов лунотрясений), повторяющихся по многу раз, удавалось насчитать за время сейсмосеанса. Совсем не освещаются огоньками юго-восточная четверть диска Луны (высокогорный массив, лишенный темных пятен базальтовых морей), а также полярные области (вблизи южного полюса Луны «фонарик» однажды вспыхнул, но он относился к лунотрясениям другого сорта, редким и особенным).

Что трассируют гирлянды лунотрясений? Скорее всего, гигантские швы — разломы планетарного масштаба. Они проникают глубоко, до середины лунного радиуса. Может быть, они представляют собой реликты ударного слипания Луны из нескольких протолун? А может, это незажившие раны, нанесенные «кинжалами» метеоритов?

Проследить огоньки на обратной

стороне Луны не удастся (за исключением одного случая): невидимая в телескоп с Земли, она практически не видна и в сейсмический «микроскоп». То ли так неодинаково устроены недра двух половинок Луны (их поверхность действительно асимметрична), что там и впрямь нет очагов лунотрясений. То ли «светлячки» так слабы, что совсем не различимы на больших удалениях. А может быть, энергия волн иссякает в молекулярном хаосе подплавленных пород центральной части Луны. Вопрос пока неясен.

Привыкнув к миганиям лунных очагов, мы заметим, что яркость вспышек за весь сеанс не так уж сильно различается (энергия изменяется на порядок, условные магнитуды приходятся на величины 0,5—1,3). Но за время фильма промелькнуло десятка два более ярких событий, впрочем, они и не отстояли далеко от основных «сейсмогирлянд». И еще бросается в глаза, что больше всего вспышек пришлось на один очаг неподалеку от «узла» поясов (на счастье, поблизости расположен самый долгодействующий лунный сейсмометр). Следя за вспышками, можно обнаружить главную особенность лунной сейсмичности — ее ритмичность. Будто «сейсмогирлянда», как елочная, управляется электронным реле. «Ре-

ле» и в самом деле есть, но управление другое — гравитационное.

Чтобы не сидеть в кинозале годами, перейдем на ускоренный темп сейсмофильма: одни земные сутки — одна секунда лунного фильма. Тогда в главном эпицентре вспышки происходят по 3—4 кряду примерно через 30 с. Между ними в главном эпицентре темнота, но вспышки сверкают в других эпицентрах, и в каждом — та же периодичность. Если все очаги и станции рассматривать вместе, то обнаруживается еще и 13—15-секундная периодичность сверканий (полумесячный максимум). В каждом очаге вспышки становятся поярче (лунотрясения посильнее) каждые 3,5 мин (206 земных суток, 7,5 лунных месяцев). И еще — в начале сеанса (конец 1969 года) яркость вспышек возрастала, максимум активности пришелся на середину 1970 года, а потом яркость начала спадать. В конце 1971 — начале 1972 годов главный очаг уступил лидерство другим. Потом он начал наполняться все более яркими «светлячками», приближаясь к экстремуму 1975 года.

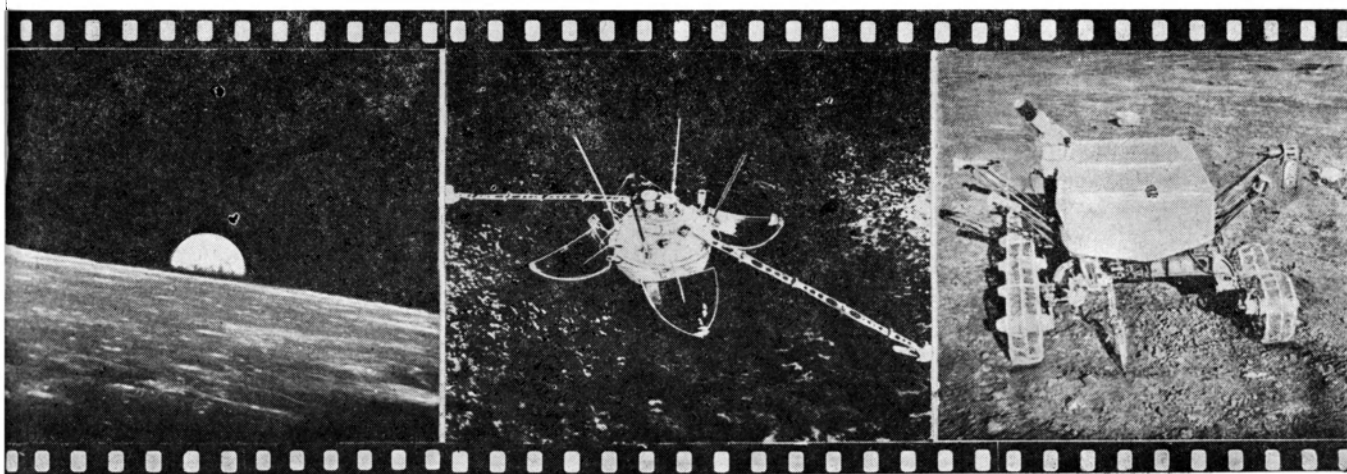
#### ПРИРОДА ЛУНОТЯСЕНИЙ

Природа лунотрясений тройственна: бывают «солнечные» сейсмические толчки, собственно «лунные» и «земные». Первые связаны с тепло-

*Передвижной автомат на поверхности Луны. «Луноход-1», ноябрь 1970—октябрь 1971 года*

*Первая мягкая посадка на поверхность Луны. «Луна-9», февраль 1966 года*

*Измерение параметров лунного грунта. «Луна-13», декабрь 1966 года*



выми напряжениями, со сменой дня и ночи. Их очаги — на поверхности близ кратеров и разломов и ощутимы лишь вблизи сейсмометров. Поэтому в нашем сейсмофильме они дают своеобразную подсветку места расположения станции. Вклад этих сотрясений не так уж значителен.

При углублении в кору и мантию характер вспышек изменяется. «Зажигается» один очаг на всю планету в квартал (земной масштаб времени). При этом вспышки в том же самом месте не повторяются и периодичности не имеют. Это — собственно «лунные», тектонические толчки. Их свойства (характер записей, распределение числа лунотрясений по энергиям) довольно близки к землетрясениям. Возможно, они связаны с вековыми напряжениями в лунной коре и мантии, вызванными остыванием Луны или проседанием избыточных масс в морях. Они-то и вносят основной вклад в энергетику лунной сейсмичности, хотя все же достаточно слабы (магнитуда — 4—5). Глубже 300 км эти толчки пропадают, так что 500-километровая толща средней мантии Луны покоится в «сейсмической тиши и темноте».

Зато глубже (800—1200 км) начинается «фейерверк» регулярных вспышек «земных» лунотрясений. Извивающиеся «ленты» очагов в сейсмическом слое (так они выглядят на

электронном осциллографе в режиме послесвечения) — будто шнуровка, стягивающая мяч, будто нервы, пронизывающие тело естественного спутника Земли.

В районе «сейсмического полюса» («узла» эпицентров) швы подходят к поверхности ближе всего. Разбегаясь отсюда, они причудливо извиваются, вычерчивая извилистую границу — даже не границу, а переходную зону со сложным, контрастным рельефом между верхней половиной лунного тела, жесткой, крепкой, холодной, и центральной — теплой, размягченной.

Чтобы понять, почему приливные лунотрясения приурочены к стыку этих двух зон лунных недр — литосферы и астеносферы, почему они так регулярны, но и так слабы, покинем кинозал и саму Луну и рассмотрим ее взаимодействие с космическими соседями.

#### ПЕРИОДИЧНОСТЬ ЛУНОТЯСЕНИЙ

Орбитальное движение Луны трудно описать формулами небесной механики. Дело в том, что Луна — аномально большой спутник (ее масса — примерно 0,01 земной), так что в поле притяжения Солнца существует пара космических тел Земля — Луна,

их общий центр масс движется вокруг Солнца в плоскости эклиптики.

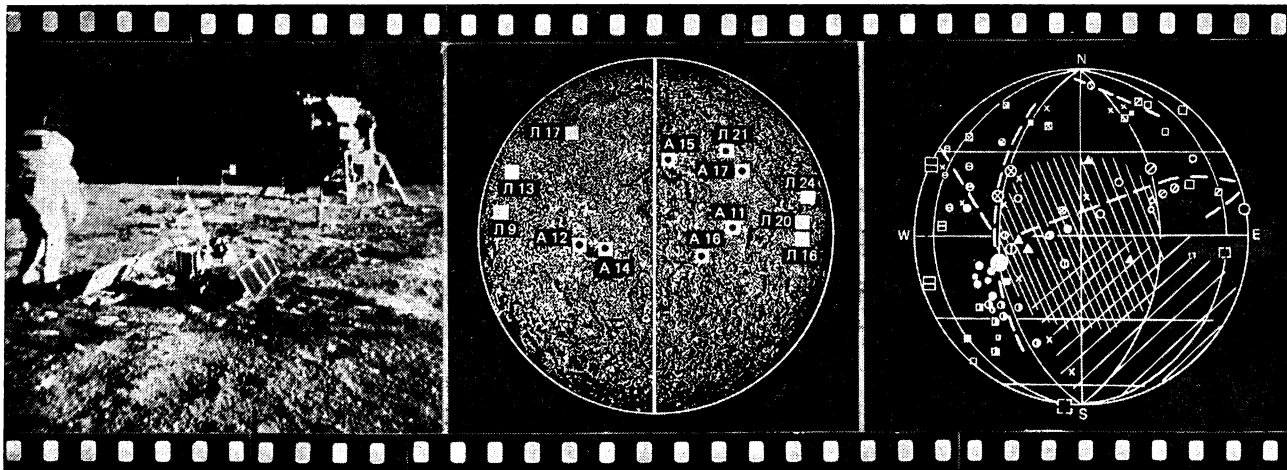
Луна обходит вокруг Земли по слабо сплюснутому эллипсу за 27,3 земных суток, таким оценил бы период обращения Луны внешний «звездный» наблюдатель. Но в системе движущихся и взаимно притягивающихся друг друга небесных тел Солнце — Земля — Луна картина усложняется и период обращения Луны составляет 27,2 земных суток (нодикальный месяц). Из-за притяжения Солнца в точке перигея Луна оказывается через 27,5 суток (аномалистический месяц). К тому же лунный эллипс деформируется во времени, возвращаясь в исходное положение через 206 земных суток (7,5 аномалистических месяцев). И, наконец, небольшое различие между длительностью нодикального и аномалистического месяцев дает расфазировку движения, повторяющуюся через каждые шесть лет.

Как видим, все нюансы движения Луны укладываются в периоды по 27 с небольшим земных суток. Отражаются ли они в режиме лунотрясений? Для ответа на этот вопрос, удоб-

*Эпицентры лунотрясений (ноябрь 1969 — июль 1975 года). Круги — приливные, квадраты — тектонические лунотрясения, треугольники — сейсмические станции. Заштрихованы асейсмические области*

*Первый сейсмометр на Луне. «Аполлон-11», 20 июля 1969 года*

*Схема изученности Луны (1966—1976 годы); Л — советские автоматические межпланетные станции «Луна», А — экспедиции «Аполлон»*



нее вернуться к земному, «нормальному» масштабу событий. При этом обнаруживается та же самая периодичность (устойчивые всплески спектров), что и в орбитальном движении: 13,6; 27,2; 206 суток.

Это должно означать только одно: сейсмичность тесно связана с гравитационным взаимодействием Луны с Землей и Солнцем. Следовательно, природа сейсмичности Луны — внешняя, экзогенная, гравитационная, отличная от природы землетрясений.

#### ИСТОЧНИК ИЛИ «ПОСЛЕДНЯЯ КАПЛЯ?»

Обсудим механизм глубокофокусных лунных толчков. Главная особенность строения Луны — разделение на жесткую и холодную литосферу и мягкую теплую астеносферу (Земля и Вселенная, 1979, № 1, с. 22.— Ред.). На стыке твердой и жидкой сред должны концентрироваться приливные напряжения, а контрастный рельеф этой границы усугубляет их действие на буграх и впадинах. Энергии приливов, которая здесь накапливается ( $10^{13}$  эрг в  $1 \text{ км}^3$ ) как будто достаточно, чтобы произвести

индивидуальный толчок. Да и размер очага, судя по удивительной стабильности формы записи, не должен превышать 10 км в поперечнике. Удивительно другое: амплитуда приливных напряжений невелика, она соизмерима с 1 атм, тогда как всестороннее сжатие на глубине 1000 км — 30 тыс. атм. Словом, расчеты не дают вполне ясной картины, однако кое в чем они явно соответствуют наблюдениям. Отсутствие приливных очагов на глубине 300—800 км и тектонических — в 1000-километровом круге в центре видимого диска, возможно, объясняется слабостью сжимающих напряжений (это следует из расчетов). Зато в слое от поверхности до 300 км имеется локальный максимум напряжений. Так соответствует расчетам «поэтажно-поквартирное» расположение очагов лунотрясений.

Что же касается связи приливов и лунотрясений во времени, тут вопрос менее ясен. У разных авторов эта связь чаще подтверждается расчетами, реже отвергается, а единой ревизии расчетов еще никто не проводил. Здесь существуют две точки зрения. Согласно одной, приливные напряжения — непосредственный источник глубокофокусных лунотрясений, по

другой, они служат триггером, а напряжения имеют внутреннюю лунную, тектоническую природу. Правда, есть и третья концепция — промежуточная: приливные и тектонические силы примерно в равной мере виновники сейсмических толчков. Именно эта точка зрения способна объяснить такой любопытный факт: в главном эпицентре долго сохраняющие свою форму сигналы после трех лет наблюдений изменили полярность — направления вступления сейсмической волны. Так или иначе, но получается, что приливные силы — «дирижеры» лунной сейсмичности.

#### ПО «ГРАВИТАЦИОННОЙ УКАЗКЕ»

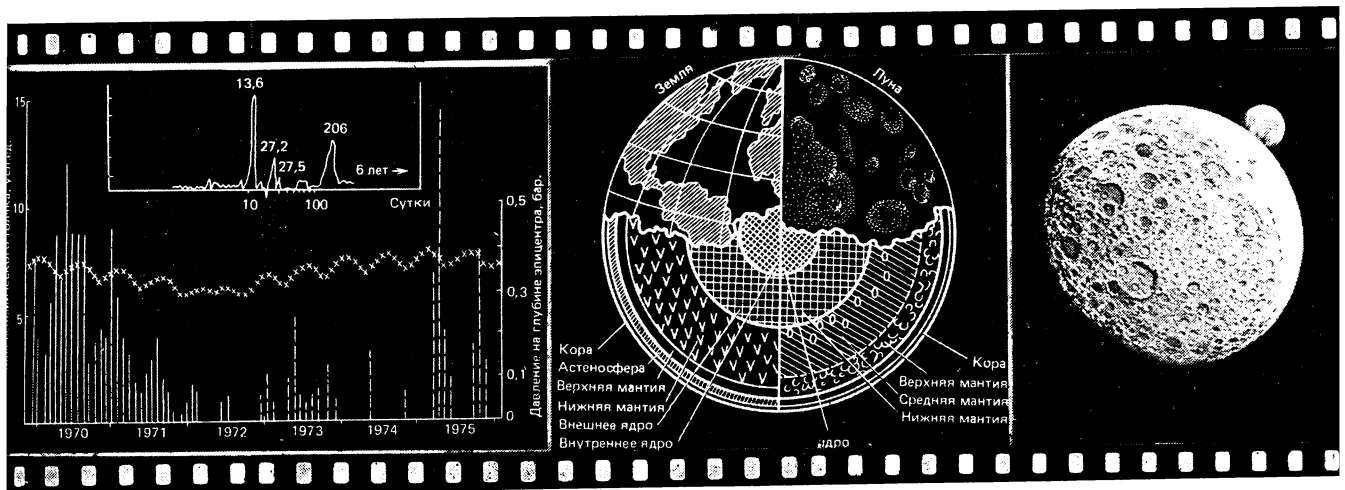
Учитывая известные теперь нам свойства лунной сейсмичности, представим, что происходит в очаге приливного лунотрясения. Движение и вращение Луны по «гравитационному расписанию» вызывает периодический рост и перепады приливных напряжений, приуроченные к области на стыке литосферы и астеносферы.

В астеносфере Луны, как считают теоретики, существуют потоки размягченного вещества (быть может, эпицентральные «швы» отражают их местоположение). Разогретое вещество астеносферы в перигее или апогее «впрыскивается» в переходную область, тем самым повышая давление

*Периодичность лунотрясений.  
Вверху: спектр приливных лунотрясений. Выделяется гравитационная периодичность 13,6; 27,2 и 206 суток.  
Внизу: календарь лунотрясений на сейсмической станции «Аполлон-12» за 1969—1975 годы*

*Внутреннее строение Земли и Луны (видна оболочечная структура).  
Относительные глубины основных границ совпадают*

*Земля «сквозь лунное окно»: смысл изучения Луны — решение земных проблем*



и давая «смазку» для движения блоков по разрыву.

Разрывы случаются в небольших однородных блоках, возможно, первичного, но во всяком случае не сильно сцементированного вещества Луны. Из-за малых размеров блоков сотрясения не получаются большими и движение блоков происходит по одним и тем же долго «не заживающим» разломам. Характер лунного толчка — сдвиговый, что подтверждается энергичными поперечными волнами, проявляющимися на лунных сейсмограммах. Частота сотрясений во времени полностью регулируется «гравитационной указкой» Земли и Солнца. Не успевают напряжения «набраться сил», как в гипоцентральной зоне впрыскивается очередная порция «смазки» и блок пород скользит по разрыву. Таким образом, сотрясения несильные — Земля и Солнце «приказывают» Луне трястись часто, но слабо, не дают ей накопить силы для могучего толчка.

Похоже, что действие приливных сил вместе с системой глубинных сверхразломов создает на Луне единый «организм» сейсмичности. На приливные сотрясения гравитация, конечно, влияет непосредственно. Но она же имеет отношение и к тектоническим толчкам. Эти толчки приходятся как раз на моменты наиболее сильных приливных толчков и локализованы они вблизи основных поясов сейсмичности.

#### ЛУНОТЯСЕНИЯ — НА СЛУЖБЕ У ЗЕМЛЯН

Из астрономического объекта Луна уже превратилась в геофизический. Она «подарила» ученым самые древние породы (4,2 млрд. лет), зародившиеся на ранних этапах развития планет Солнечной системы, донесла облик поверхности, свойственный Земле во времена ее «лунного детства», дала новые аргументы в пользу единого способа образования планет — гравитационной аккреции из частиц холодного околосолнечного облака. Тот факт, что ныне в сейсмических лучах тело Луны, как и Земли, предстает расслоенным на оболочки, то, что на Марсе обнаружена, возможно, граница между корой и ман-

тией и есть аргументы в пользу существования плотных (железных) ядер у Марса и Венеры (Земля и Вселенная, 1973, № 5, с. 21. — Ред.) — не означает ли это, что планеты развиваются по единому плану?

По-видимому, они находятся на различных стадиях своей эволюции: наиболее активна Земля (хотя и прошедшая через максимум), остальные выстраиваются в такой ряд по степени активности недр: Венера — Марс — Меркурий — Луна. Младшая по рождению, Луна оказывается старшей по развитию. Исчерпав запасы внутреннего тепла, сегодня она, быть может, являет собой образ далекого будущего Земли.

Исследования Луны могут принести людям пользу уже теперь. Речь идет о прогнозе землетрясений. На Луне предсказание сотрясений (только приливных) — не составляет уже проблемы. Например, можно, основываясь на формулах небесной механики, построить «прогнозную» карту, указав особые места близ центра лунного диска, каждое из которых «предсказывает» сейсмический толчок в соответствующем очаге. Когда в ходе либрации центр видимой стороны попадает в ту или иную точку «сейсмической мишени», вспыхивает «назначенный» очаг.

«Тихая», тектонически инертная Луна может быть идеальной лабораторией для изучения (в чистом виде) роли экзогенных факторов в планетотрясениях, в частности — в землетрясениях. Притяжение Луны действует на Землю: набегают океанские волны на берег, поднимается и опускается твердь земная. И хотя слабее земных приливные нагрузки Луны, во многих районах нашей планеты их силы хватает, чтобы спровоцировать подземный толчок.

Видимо, только гравитационным влиянием Луны можно объяснить скрытую периодичность (уже не раз выявленную при тонком анализе) в режиме землетрясений — месячную и многолетнюю. Отыскав такие потенциально опасные районы, нужно не упускать из виду Луну, понимая, что она может служить «спусковым крючком» землетрясений.

Приливные силы Земли и Солнца не

дают накопиться напряжениям в недрах Луны, они предупреждают катастрофы, заранее «обезоруживая» будущий очаг. Похожие эффекты уже наблюдаются и изучаются на Земле: закачка воды в скважины, наполнение искусственных водохранилищ, подъем грунтовых вод служат причиной более интенсивной сейсмической жизни некоторых регионов, играют роль спускового механизма. Только на Земле эти эффекты с трудом пробиваются сквозь «шум» других явлений и причин, Луна же демонстрирует этот механизм в чистом виде.

Далекая, холодная и пассивная Луна оказалась удобной точкой для сеймотектонических наблюдений. Взгляд «сквозь испещренное кратерами, запыленное лунное окно» позволяет выявить интересные детали в одной из самых острых человеческих проблем — обуздании землетрясений.



#### СЕКРЕТ ПЕРИОДИЧНОСТИ ЛУНОТЯСЕНИЙ

Лунная сейсмичность, как следует из наблюдений, обладает особенностями, которые до недавнего времени не могли объяснить. Например, почему существует период лунотрясений в 206 суток и почему интенсивность лунотрясений с периодом 13,6 суток максимальна?

Сотрудник Института физики Земли имени О. Ю. Шмидта АН СССР Ю. Н. Авсюк уточнил математическое выражение для приливной силы на Луне, введя в обычно применяемую формулу Лапласа дополнительные члены, учитывающие гравитационное влияние Солнца, неоднородную структуру Земли, Солнца и Луны и их размеры. Рассчитанная по этой уточненной формуле величина при-



ливной силы на Луне содержит члены, соответствующие всем периодам приливных лунотрясений (13,6, 27,2, 206 суток и 6 лет). При этом оказалось, что амплитуды приливной силы с периодом 13,6 суток максимальны.

Автор дает новое объяснение механизму активизации глубокофокусных очагов. В момент полнолуний и новолуний Луна получает дополнительное ускорение к Земле, вследствие чего пластичная астеносфера давит на жесткий панцирь литосферы, вызывая сдвиги пород. Малая энергия приливных толчков говорит о том, что приливные напряжения не накапливаются, а непосредственно реализуются в приливных глубокофокусных лунотрясениях.

Расчеты по уточненной формуле объясняют также и циклически поочередную активность другого класса лунотрясений — мелкофокусных тектонических. Их толчки происходят поочередно в восточном и западном полушарии, когда блоки испытывают растяжение. При сжатии блоков — регионы сейсмически пассивны. Получается, что циклически меняющиеся сжатия-растяжения выполняют роль «опроса» готовности очаговой зоны к сейсмическому толчку.

Доклады АН СССР, 1983, 1.

## МЕСТНОЕ СВЕРХСКОПЛЕНИЕ ГАЛАКТИК

Многие знают, что в созвездии Девы есть очень богатое скопление галактик. Его ярчайший объект — гигантская эллиптическая галактика M87, известная еще как мощный радиописточник Дева А (Земля и Вселенная, 1978, № 1, с. 16.— *Ред.*). В скоплении много других эллиптических, спиральных, неправильных и карликовых галактик. Скопление галактик в созвездии Девы расположено от нас на расстоянии 500 млн. световых лет, примерно в 25 раз дальше, чем одна из ближайших к нам галактик — M31 в созвездии Андромеды.

Уже давно на фотографиях неба, полученных с крупными телескопами, были выявлены скопления галактик в созвездиях Волосы Вероники, Льва, Северной Короны, Персея и других. Эти скопления находятся от нас еще дальше, чем скопление в созвездии Девы. Расстояния до них определяются по красным смещениям линий в спектрах галактик, входящих в скопление. Красное смещение необходимо измерить в спектрах многих галактик скопления, так как на него проецируются и близкие к

нам, и далекие от нас объекты, да и сами галактики могут иметь большие собственные движения.

Изучив распределение галактик на небесной сфере, Ж. де Вокулер высказал убеждение, что скопление галактик в созвездии Девы входит вместе с другими, более мелкими скоплениями в гигантское Местное (Локальное) сверхскопление. Мы располагаемся на его окраине, а в центре находится скопление галактик в созвездии Девы. Важен вопрос: однородна ли в среднем в больших объемах Метагалактика или в ней существуют неоднородности, с которыми нельзя не считаться? Ответ на этот вопрос ищут теоретики — особенно успешно работают группа академика Я. Б. Зельдовича в нашей стране и группа доктора П. Пиблса в США, а также наблюдатели, которые ведут поиск скоплений галактик, определяют их размеры и расстояния до них.

Структуру Метагалактики за пределами Местного сверхскопления изучали Дж. Кинкарини и Г. Руд (США). Красные смещения, которые они измерили в спектрах галактик, соответствовали скоростям от 3000 до 10 000 км/с, то есть указывали, что объекты находятся в 3—10 раз дальше от нас, чем скопление в созвездии Девы. Исследуя окрестности уже известных скоплений, Кинкарини и Руд обнаружили заметное расслоение галактик по красным смещениям. В распределении галактик вдоль некоторых направлений существуют сгущения и «пустоты» —

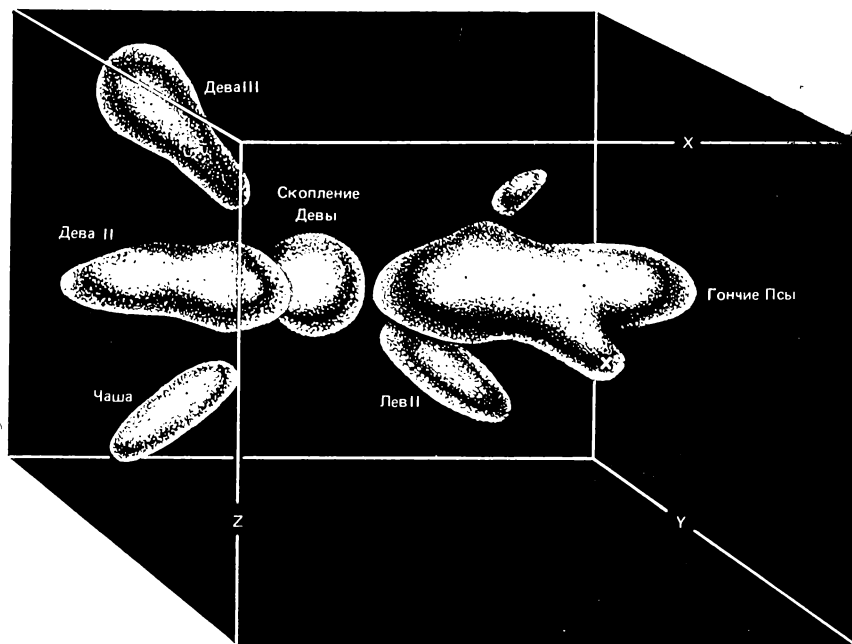
области, где галактики практически не встречаются.

Пространственное распределение галактик исследовано лишь в ближайшем к нам Местном сверхскоплении. Такое исследование выполнил недавно Р. Тулли (США). Он выделил в Местном сверхскоплении три компонента. Его плотное центральное ядро, где собрано 20% ярчайших галактик, составляет скопление в созвездии Девы. 40% галактик находятся в плоском диске, состоящем из двух протяженных облаков. Остальные 40% галактик заключены в небольшое число облаков, образующих сферическое гало. Концентрация галактик в облаках довольно высокая: 98% галактик Местного сверхскопления сосредоточены в 11 облаках, суммарный объем которых не превышает 5% объема всего сверхскопления. Мы не замечаем столь высокой концентрации ближайших галактик в облаках только потому, что размеры облаков состав-

*Пространственное изображение Местного сверхскопления, согласно Р. Хессу.*

*X, Y, Z — сверхгалактические координаты.*

*Показано расположение в облаках различных скоплений галактик и крестиком — положение нашей Солнечной системы (рисунок из журнала «Sky and Telescope», 1982, 63, 6)*



ляют значительную долю расстояния между ними.

Тулли вычислил проекции Местного сверхскопления на три сверхгалактические плоскости, и на основе этих проекций Р. Хесс создал пространственную модель сверхскопления. Конечно, пространственное изображение Местного сверхскопления им несколько утрировано и довольно произвольно, но оно впервые наглядно представляет систему, в масштабе которой наша огромная Галактика всего лишь... точка!

Опираясь на данные наблюдений, Тулли пришел к следующим выводам:

1. Почти 80% галактик Местного сверхскопления сосредоточены в пяти облаках. Вместе эти облака занимают ничтожную долю объема всего сверхскопления;

2. Облака, входящие в Местное сверхскопление, имеют форму вытянутых сфероидов, которые ориентированы в направлении на ядро сверхскопления — скопление галактик в созвездии Девы;

3. Диск Местного сверхскопления очень тонкий, отношение его осей 6:1;

4. Относительные лучевые скорости галактик внутри облаков порядка 100 км/с.

Сверхскопление, изученное Тулли,— не единственное, но остальные, например, сверхскопления в созвездиях Волосы Вероники и Геркулес, далеки и недоступны для такого исследования.

Сейчас распространено представление о том, что сверхскопления — это не архипелаги в океане космоса, а скорее узлы неправильной сети из скоплений галактик, пронизывающей пространство Метагалактики. Примерно такую точку зрения высказал в 1977 году советский астроном Я. Э. Эйнасто с коллегами. В больших масштабах Вселенная имеет ячеистую структуру. Галактики и их скопления концентрируются вдоль стенок ячеек, внутри которых находятся области, практически свободные от галактик. Эти представления согласуются с теорией образования крупномасштабной структуры Вселенной, которую разрабатывает группа академика Я. Б. Зельдовича (Земля и Вселенная, 1982, № 2, с. 2.— *Ред.*).

Более детальная картина распределения галактик и их скоплений будет, вероятно, построена, когда завершат свою работу астрофизики Гарвардского центра (США). На 50-сантиметровом телескопе они начали измерения лучевых скоростей галактик ярче 14,6<sup>m</sup> на значительной области неба.

Доктор физико-математических наук  
Б. А. ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ

Академик  
А. А. МИХАЙЛОВ

## Когда минута длится 61 секунду

**1 июля 1983 года в 3 часа 59 минут летнего московского времени минута длилась не 60 секунд, как обычно, а 61 секунду. Зачем понадобилась добавочная секунда?**

Были времена, когда часы проверяли по вращению Земли, считая его совершенно равномерным. Такое «земное» время согласовывалось со сменой дня и ночи и этим регулировало всю нашу жизнь. Правда, еще в 1750 году немецкий философ И. Кант высказал мысль, что морские приливы, ежесуточно обегая Землю в направлении, противоположном ее вращению, встречают препятствия в виде материков и мелководья, а потому могут тормозить вращение Земли и удлинять продолжительность суток. Однако на такую возможность не обратили внимания, и даже спустя пятьдесят лет после Канта французский астроном П. Лаплас считал вращение Земли абсолютно равномерным.

Лишь в первой половине текущего столетия было обнаружено противное. Все началось с наблюдений Луны. В середине прошлого века немецкий астроном П. Ганзен уточнил теорию обращения Луны вокруг Земли и составил таблицы, дающие видимые координаты Луны — ее прямое восхождение  $\alpha$  и склонение  $\delta$  — по аргументу Всемирного времени Т. Вычисленные координаты хорошо представляли наблюдения за целое столетие — с 1750 по 1850 год. Естественно было ожидать, что и в дальнейшем сохранится хорошее согласие с наблюдениями. Однако уже

через несколько десятилетий стали замечать нарастающие расхождения между наблюдениями и эфемеридой, вычисленной по таблицам Ганзена, что побудило американского астронома С. Ньюкома составить эмпирические, не вытекающие из теории поправки координат Луны.

В астрономических ежегодниках публикуются эфемериды Луны, дающие ее прямое восхождение и склонение на каждый час Всемирного времени. (Приводимый в статье фрагмент эфемериды Луны на 1 января 1963 года демонстрирует, как изменяются лунные координаты в зависимости от Всемирного времени.) Если из наблюдений получали несколько иные значения координат, то винули эфемериду, считая неправильными прямое восхождение и склонение. Но с таким же правом можно было заподозрить ошибку и в значениях Всемирного времени. Решить эту дилемму на основании одних только наблюдений Луны оказалось невозможно.

Постепенно выяснилось, что и в эфемеридах, представляющих движение Меркурия, Венеры и даже Земли, тоже заметны небольшие невязки, тем меньшие, чем медленнее видимое угловое движение данной пла-

### ЭФЕМЕРИДА ЛУНЫ 1963 ЯНВАРЬ 1

Время Т	Прямое восхождение $\alpha$	Склонение $\delta$
0 <sup>h</sup>	23 <sup>h</sup> 03 <sup>m</sup> 28,64 <sup>s</sup>	-9°57'58,2"
1	23 05 42,90	-9 46 36,2
2	23 07 57,05	-9 35 10,8
3	23 10 11,08	-9 23 41,9



неты. Оказалось, что если всюду слегка изменить Всемирное время на одну и ту же величину, то невязки почти пропадут. Так в середине текущего столетия было доказано, что Всемирное время, определяемое по вращению Земли, не вполне равномерно.

Приблизительно в те же годы произошло замечательное усовершенствование в точности «хранения» времени. Если лучшие маятниковые часы с температурной компенсацией и в герметическом сосуде под постоянным давлением ошибались примерно на 0,01 с в сутки, что соответствует относительной точности  $10^{-7}$ , то изобретенные кварцевые часы, в которых время измерялось числом вибраций кристалла горного хрусталя в электромагнитном поле, давали более чем на порядок высокую точность. Еще позже кварцевые часы были заменены атомными, в которых атомы цезия, водорода или рубидия, переходя из одного энергетического состояния в другое, излучают или поглощают электромагнитные волны строго фиксированной длины. Это повысило относительную точность измерения времени еще на несколько порядков, доведя ее до  $10^{-13}$ . Такая точность позволила не проверять часы по вращению Земли, а, наоборот, проверять равномерность этого вращения по атомным часам. И сразу обнаружился ряд неправильностей во вращении планеты (Земля и Вселенная, 1971, № 3, с. 28.— Ред.).

Правда, общее замедление вращения Земли, вызванное трением морских приливов на мелководье и при встрече с береговой линией континентов, было замечено еще до введения атомного времени. Это удалось сделать, сравнив сведения о солнечных и лунных затмениях, дошедшие из глубокой древности, с современными вычислениями, основанными на нынешней скорости вращения Земли. Для согласования этих данных пришлось допустить, что вращение Земли замедляется, а в результате сутки удлиняются примерно на 0,0015 с за 100 лет. Казалось, столь малая величина не могла стать заметной в исчислении времени. Однако под-

считаем, какова будет разница во времени, измеряемом такими удлиняющимися сутками, на интервале в 2000 лет. Если за одно столетие сутки удлиняются на 0,0015 с, то через 20 столетий сутки увеличатся на 0,03 с, а в среднем удлинение составит половину этой величины — 0,015 с. Но в течение 2000 лет прошло 730 500 суток, так что общий сдвиг времени равен  $730\,500 \times 0,015 = 10\,957,5$  с, или круглым счетом три часа. Примерно на столько же отличаются моменты солнечных и лунных затмений, содержащиеся в древних источниках эпохи Птолемея и даже раньше, вычисленные с нынешней продолжительностью суток.

Атомные часы подтвердили не только общее замедление вращения Земли, но и периодические сезонные изменения его, открытые в первой половине XX века. Как правило, вращение Земли весной замедляется, поэтому продолжительность суток возрастает почти на 0,001 с, а в середине года вращение ускоряется, и сутки укорачиваются на 0,001—0,0015 с, чтобы к концу года опять начать удлиняться. Такие сезонные колебания вызваны в основном атмосферной циркуляцией. Кроме того, в скорости вращения Земли иногда наблюдаются измеряемые долями миллисекунды скачки неизвестного происхождения.

Вернемся к наиболее равномерному атомному времени, применяемому в некоторых отраслях науки и техники. По атомным часам ежедневно передаются известные всем радиосигналы точного времени. Из-за прогрессивного замедления вращения Земли эти сигналы постепенно расходятся с «земным», то есть Всемирным, временем, по которому мы живем. С 1900 до 1980 года расхождение Всемирного и атомного времени достигло 50 с.

Сигналы атомного времени должны быть согласованы с вращением Земли, но замедлять атомное время нельзя во избежание нарушения самого принципа равномерного времени, которое необходимо для науки и техники. Тогда решили давать радиосигналы точного времени с «запаздыванием» на одну добавоч-

ную секунду и делать это по мере надобности не чаще двух раз в год, именно в последнюю минуту Всемирного времени 1 января и 1 июля (Земля и Вселенная, 1979, № 3, с. 34.— Ред.). Надобность добавочной секунды возникает, когда разность между атомным и Всемирным временем начинает превосходить 0,5 с, что бывает не каждое полугодие. Предсказать, когда это произойдет, невозможно из-за некоторых флуктуаций во вращении Земли, заранее не поддающихся учету. Включение такой секунды определяет Международное бюро времени, находящееся в Париже. В последний раз добавочную секунду ввели в гринвичскую полночь 1 июля 1983 года. Тогда завершающая минута 30 июня 1983 года длилась 61 с; по московскому летнему времени такая удлиненная минута была 1 июля в 3 часа 59 минут утра.

## ОКЕАНЫ НА ВЕНЕРЕ?

По мнению американского ученого Т. Донау и его коллег, на Венере некогда существовали океаны. Этот вывод получен из анализа данных масс-спектрометра, установленного на большом зонде американского космического аппарата «Пионер—Венера-2», запущенного в 1978 году. Хотя результаты измерения масс-спектрометра были искажены (во время прохождения облачного слоя входной канал прибора был засорен каплями концентрированной серной кислоты), в самих каплях содержалось достаточное количество воды, чтобы определить соотношение дейтерий/водород. Вероятно, оно достигает примерно 0,016, тогда как на Земле соотношение в 100 раз меньше. Предполагая, что исходное соотношение дейтерий/водород на Венере было таким же, как сейчас на Земле, и лишь затем произошла интенсивная диссипация водорода (при этом более тяжелый дейтерий диссипировал медленнее), ученые сделали вывод: первоначально масса воды на Венере составляла по меньшей мере 0,3% массы земных океанов. Правильность этого вывода может подтвердиться, если, например, при детальном картографировании поверхности Венеры, выполненном с орбиты ее искусственного спутника, будут обнаружены топографические свидетельства воздействия воды в ранние периоды истории планеты.

Science, 1982, 216.



Кандидат физико-математических наук  
**М. В. САЖИН**  
Кандидат физико-математических наук  
**В. Г. СУРДИН**

## Астрономические инструменты, созданные природой

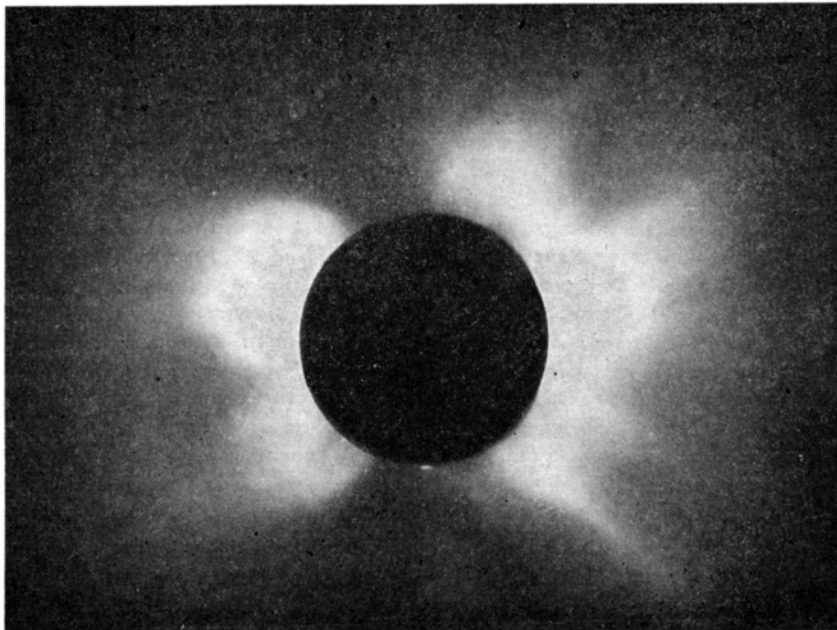
Принято считать, что звезды, планеты, Луна — лишь объекты астрономических исследований. Но это не совсем так: порой небесные тела выступают и как своеобразные детали астрономических приборов.

Еще в 240 году до н. э. греческий астроном Эратосфен использовал свойство параллельности солнечных лучей для измерения диаметра Земли. А русский ученый-энциклопедист М. В. Ломоносов, наблюдая прохождение Венеры по диску Солнца, обнаружил у нее «знатную» атмосферу. И для Эратосфена, и для Ломоносова Солнце служило зондом при изучении планет.

В наше время большинство астрономических открытий сделано благодаря новым приемникам излучения в радио-, рентгеновском, инфракрасном, ультрафиолетовом и гамма-диапазонах. Может создаться впечатление, что прогресс астрономических знаний связан исключительно с применением технических новинок, а природные объекты и явления лишь мешают наблюдениям: например, земная атмосфера размывает изображения, а Луна посылает рассеянный свет в атмосферу. Но изобретательность человеческого ума безгранична: даже то, что порою мешает в работе, ученые заставили служить науке.

**ЭКРАН РАЗМЕРОМ  
В ТЫСЯЧИ КИЛОМЕТРОВ**

Астрономы по праву гордятся тем, что в их руках находятся самые круп-



*Корона во время  
солнечного затмения 31 июля  
1981 года. Всего на одну минуту  
лунный диск заслонил  
солнечную фотосферу  
и исследованию стала  
доступна корона.  
Снимок получили Э. В. Кононович,  
А. Н. Сокол, М. Ю. Шевченко  
в поселке Маршинское  
Хабаровского края*

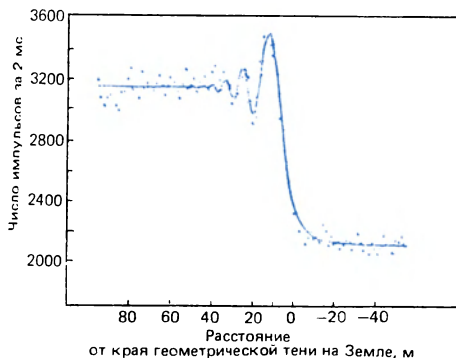
ные (и дорогие!) научные приборы — 6-метровый оптический телескоп, радиотелескоп РАТАН-600, межконтинентальные радиоинтерферометры с базой, длина которой равна расстоянию от Крыма до Австралии! Кажет-

ся, не было крупнее приборов в истории человечества. Но это не так. Еще древние астрономы использовали для наблюдения солнечной короны «прибор» размером почти 3500 км. Ну конечно, речь идет о Луне, которая во время полных солнечных затмений аккуратно закрывает сияющий диск нашей звезды, предоставляя ученым возможность исследовать солнечную хромосферу и корону. Сколько сил и изобретательности было затрачено на создание внезатменного коронографа! Прибор работает, но пока ему трудно конкурировать с естественным коронографом — Луной, и астрономы по-прежнему с нетерпением ждут солнечных затмений.



Неоценимы в астрономических исследованиях покрытия Луной различных объектов малого углового размера. Астрономы хорошо умеют измерять яркость источников света, но земная атмосфера препятствует исследованию тонкой структуры этих источников. Край лунного диска, движущийся со скоростью 1 км/с (0,5'' в секунду, если наблюдать с Земли), последовательно закрывает от наблюдателя части изучаемого объекта, что регистрируется приборами как изменение светового потока. Современные телескопы с фотоумножителями и электронной памятью способны тысячу раз в секунду фиксировать световой поток от звезды 5—6-й величины. Значит, угловое разрешение системы «телескоп — Луна» составляет примерно 0,001'', то есть в сотни раз лучше, чем у телескопа «без Луны».

*Изменение блеска звезды  $61 \delta^1$  Тельца в момент покрытия ее Луной. Встретив непрозрачный край Луны, свет звезды испытывает дифракцию. Чем меньше угловой размер звезды, тем глубже дифракционные минимумы. Точки — данные наблюдений, линия — расчеты. Наблюдения проводил Е. М. Трунковский на 48-сантиметровом рефлекторе Высокогорной Тянь-Шаньской экспедиции Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга. На основе этих наблюдений определен угловой диаметр звезды  $61 \delta^1$  Тельца:  $0,0028'' \pm 0,0007''$*



Методом лунных покрытий определяют диаметры планет и звезд, открывают и исследуют тесные двойные звезды и даже изучают распределение яркости на дисках некоторых звезд. Правда, такие наблюдения возможны лишь в тех местах на небе, где бывает Луна,— в полосе шириной около 11° вдоль эклиптики.

У метода лунных покрытий есть свои недостатки. Во-первых, явление дифракции света на краю лунного диска приводит к искривлению световых лучей. Даже точечный источник, когда на него надвигается лунный диск, исчезает не сразу, а предварительно испытывает несколько затухающих колебаний яркости. Исключают эти эффекты математическими методами, сравнивая с наблюдаемой картиной изменения яркости кривые, рассчитанные для источников различного углового диаметра.

Второй недостаток данного метода в том, что одно лунное покрытие дает только одномерное распределение яркости в источнике. Но если наблюдать несколько покрытий источника, то можно получить набор одномерных профилей яркости с разными углами сканирования (Луна движется очень сложно и никогда не повторяет в точности своего пути) и по ним восстановить двумерную картину распределения яркости.

Покрытия Луной используются для исследований не только в оптическом диапазоне: чрезвычайно широкое применение нашел этот метод в рентгеновской астрономии, приборы которой до недавнего времени обладали очень низким угловым разрешением. В 1963 году рентгеновские детекторы имели угловое разрешение в несколько градусов, поэтому И. С. Шкловский предложил исследовать рентгеновский источник в созвездии Тельца в то время, когда его постепенно закрывала Луна (Земля и Вселенная, 1965, № 3, с. 2.—Ред.). Эксперимент был проведен: в результате источник отождествили с Крабовидной туманностью и определили его размер — около 1', что было в сотни раз меньше разрешающей способности рентгеновского детектора.

Особенно тесно на небе рентге-

новские источники расположены в направлении галактического центра. К счастью, через этот район время от времени проходит Луна. В 1971 году в ходе ракетного эксперимента удалось определить координаты близкого к галактическому центру рентгеновского источника GX3 + 1 с точностью 25'' × 1''. Рентгеновским телескопам такая точность стала доступна лишь в конце 70-х годов.

Кстати, аналогичная ситуация сложилась в 50-х годах в радиоастрономии. В то время радиотелескопы в метровом диапазоне имели угловое разрешение около 10°. Поэтому радиоастрономы часто использовали методы лунных покрытий для определения точных координат источников. В наше время на радиоинтерферометрах достигнута фантастическая разрешающая способность — 0,0001'', но Луна по-прежнему осталась в арсенале радиоастрономов (Земля и Вселенная, 1981, № 5, с. 24.—Ред.). Например, в последние годы при наблюдении радиоизлучения межзвездных молекул метод лунных покрытий позволил детально исследовать ядро нашей Галактики.

С 1973 года Луна выступает в новой роли: американский радиоастрономический спутник «Эксплорер-49», выйдя на окололунную орбиту, развернул 230-метровые антенны и приступил к исследованию низкочастотного радиоизлучения Солнца, Юпитера и других объектов, закрываясь с помощью Луны от радиосуммов земного происхождения. Заметим, что при наблюдении с борта искусственных спутников Земли и Луны метод лунных покрытий удается распространить практически на все небо.

## ЗЕМЛЯ — ФИЛЬТР, МИШЕНЬ, ДЕТЕКТОР

Казалось бы, земные явления только мешают астрономическим наблюдениям: достаточно вспомнить о свечении ночного неба, об атмосферном дрожании, о почти полной непрозрачности атмосферы в рентгеновском, инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах. Несмотря на это, в последние годы Земля все чаще становится элементом астрофи-



*Схема регистрации сверхжестких космических гамма-квантов, порождающих в земной атмосфере черенковское свечение*

зических приборов. Вот несколько примеров.

Чтобы наблюдать космическое гамма-излучение, приходится устанавливать аппаратуру на ракетах или искусственных спутниках Земли и выводить ее за пределы земной атмосферы. Но и в космическом пространстве трудно зарегистрировать «сверхжесткие» гамма-кванты, энергия которых превышает 100 ГэВ. Это «сверхпроникающее» излучение способно обнаружить детекторы размером в десятки и сотни метров. К счастью, оказалось, что таким детектором может быть... атмосфера Земли! Ученые воспользовались тем обстоятельством, что гамма-квант сверхвысокой энергии, проходя через земную атмосферу, создает в ней ливень элементарных частиц. Каждая заряженная частица этого ливня, двигаясь с околосветовой скоростью, вызывает черенковское свечение. Оно распространяется в том же направлении, что и гамма-квант.

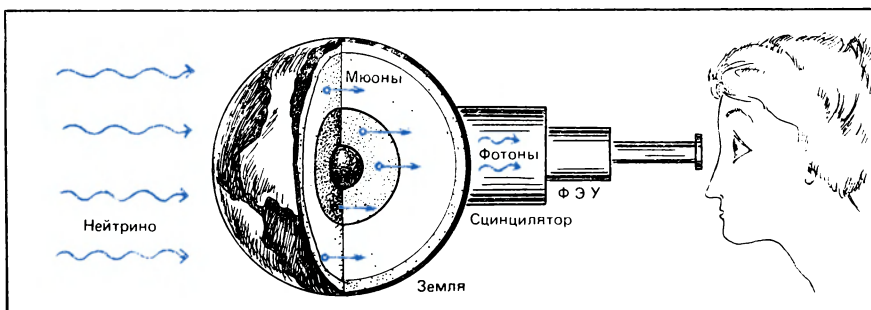
Остается только зарегистрировать этот свет с помощью обычного телескопа.

Первыми в мире систематические наземные исследования космического гамма-излучения начали проводить сотрудники Физического института имени П. Н. Лебедева АН СССР (ФИАН) еще в 1964 году. Сейчас регистрация черенковского излучения успешно осуществляется в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР и на Тянь-Шаньской высокогорной станции ФИАНа, где с июля 1976 года оно фиксируется тремя параболическими зеркалами диаметром 1,5 м.

Неоценима роль Земли при наблюдении космических нейтрино. В недрах горы Андырчи, в Приэльбрусье, сооружен крупнейший в мире нейтринный телескоп, в котором нашей планете отведено сразу несколько важных функций. Во-первых, она служит фильтром, не пропускающим к телескопу потоки космических лучей. Во-вторых, земной шар используется в качестве мишени, взаимодействуя с которой, нейтрино рожают потоки мюонов. Эти мюоны регистрируются счетчиками нейтринного телескопа (Земля и Вселенная, 1979, № 1, с. 4.— Ред.).

Советские физики предложили проект акустической регистрации нейтрино. Согласно проекту ДЮМАНД (Земля и Вселенная, 1979, № 1, с. 13.— Ред.), будет регистрироваться черенковское излучение, сопровождающее ливень элементарных

*Схема обнаружения нейтрино, пронизывающего земной шар*



частиц, рожденных нейтрино в толще Мирового океана. И в этом эксперименте земной шар играет не последнюю роль: сравнивая потоки нейтрино, приходящие сверху и снизу, можно определить сечение взаимодействия нейтрино с земным шаром, иначе говоря, измерить коэффициент пропускания планеты-фильтра.

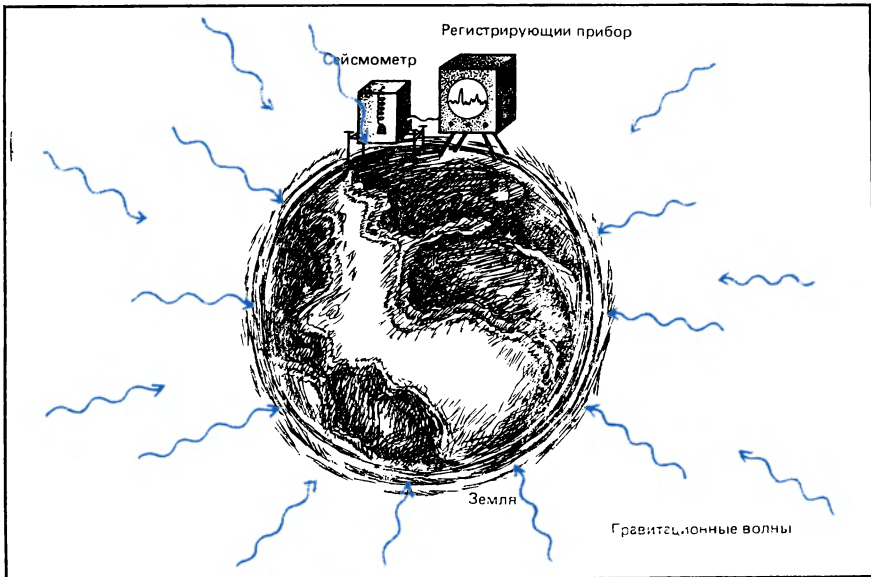
Но, пожалуй, еще более грандиозная идея — использовать всю Землю целиком в качестве телескопа. Планета Земля может служить детектором самого экзотического вида излучения — гравитационных волн (Земля и Вселенная, 1980, № 3, с. 28.— Ред.). В поле гравитационного излучения Земля в простейшем случае должна деформироваться в эллипсоид, вытянутый перпендикулярно направлению приходящей волны, причем степень вытянутости изменяется с частотой гравитационного излучения. В результате в теле Земли будут возбуждаться сейсмические колебания с частотой приходящего излучения. В принципе, такие же колебания должны возбуждаться и в лабораторных твердотельных детекторах гравитационных волн. Это, как правило, металлические болванки массой около тонны, снабженные чувствительными датчиками колебаний. Наилучшим образом такие детекторы откликаются на ту гравитационную волну, частота которой совпадает с частотой собственных колебаний болванки: для лабораторных детекторов это звуковые частоты (100 Гц — 10 кГц), для Земли — инфразвуковые (0,1—10 Гц), что интереснее с точки зрения астрофизики. Регистрируя колебания земной поверхно-

сти специальным сейсмометром, исследователи надеются обнаружить гравитационное излучение пульсаров. Уже более 10 лет в различных районах Земли ставятся такие эксперименты. За это время чувствительность аппаратуры была повышена в тысячи раз, но пока на фоне сейсмических шумов не удалось выделить колебаний с периодами, близкими или кратными периодам известных пульсаров. Были даже попытки поставить аналогичный эксперимент на Луне, куда доставили сейсмометры экипажи кораблей «Аполлон». Но эти попытки закончились безрезультатно.

Регистрировать длинноволновое гравитационное излучение с периодом колебаний около 2 с можно гравитационной антенной «Земля — Луна». Для этого нужно точно измерить расстояние между центрами Земли и Луны. Такие измерения осуществляются методом лазерной локации с использованием угловых отражателей, доставленных на поверхность Луны советскими и американскими космическими аппаратами. Достигнутая при этом точность (20—30 см) пока не достаточна для целей гравитационно-волновой астрономии, но можно надеяться, что переход от лазерной локации к лазерной интерферометрии резко повысит чувствительность гравитационной антенны «Земля — Луна», так как интерферометр способен почувствовать изменение расстояния в несколько ангстрем.

#### ГЕНЕРАТОРЫ СТАНДАРТНЫХ СИГНАЛОВ

Астрофизики предлагают все новые способы «поймать» гравитационное излучение. На помощь призваны пульсары как источники радиопульсов постоянной частоты. Идея проста. Представьте себе, что где-то на пути от пульсара к Земле находится источник гравитационного излучения, например тесная двойная звезда. Тогда свойства пространства не остаются неизменными, ведь гравитационная волна — это и есть периодическое изменение свойств пространства-времени! Радиосигналу



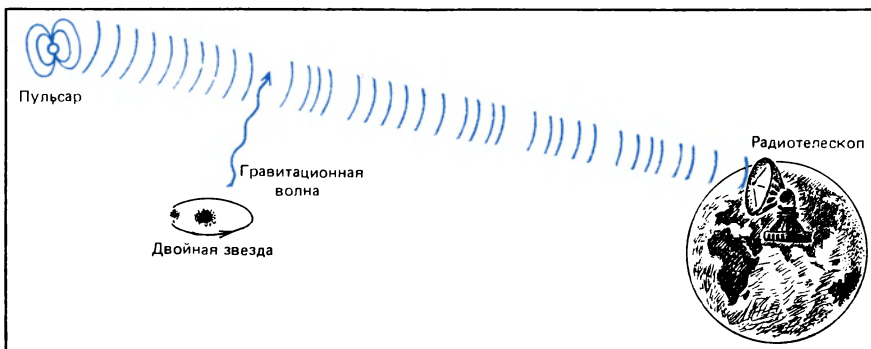
*Схема регистрации гравитационных волн, в которой используется специальный сейсмометр, фиксирующий колебания земного шара*

пульсара понадобится то чуть больше, то чуть меньше времени, чтобы достичь Земли. Радиоастрономы, в принципе, могли бы заметить такие периодические изменения в моменты прихода импульсов и сравнить

их период с периодом обращения тесной двойной звезды. При их совпадении можно констатировать наличие гравитационных волн в пространстве между пульсаром и Землей.

К сожалению, на пути осуществления такого эксперимента много трудностей. Межзвездное и межпланетное пространство заполнено движущейся неоднородной плазмой, которая преломляет радиоволны и непредсказуемо задерживает их приход на Землю. Правда, мы знаем, что периодическую компоненту, связанную с гравитационным излучением, можно выделить на фоне даже очень сильных шумов, но для этого нужны длительные прецизионные наблюдения.

*Гравитационное излучение тесной двойной звезды можно обнаружить, исследуя радиоизлучение пульсара, расположенного от наблюдателя дальше, чем двойная система*



Уникальный «прибор» для гравитационно-волновых экспериментов создан самой природой. Это — тесная двойная звездная система, один из компонентов которой — радиопульсар PSR 1913+16 (Земля и Вселенная, 1981, № 6, с. 28.— Ред.). В результате излучения гравитационных волн период обращения звезд в этой системе должен уменьшаться, и заметить такое уменьшение можно, измеряя частоту прихода радиоимпульсов от пульсара, который служит «генератором стандартных сигналов». Наблюдения этой двойной системы начались недавно, но они уже подтвердили эффекты общей теории относительности с точностью 50%.

## ГРАВИТАЦИОННЫЕ ЛИНЗЫ

До сих пор мы рассматривали принципы детектирования гравитационных волн с помощью небесных тел, но было бы хорошо научиться фокусировать эти волны, создавая высокую плотность гравитационного излучения в некоторой точке пространства — фокусе. Разумеется, поскольку волны гравитационные, то и фокусирующая их линза тоже должна быть гравитационной. Такой линзой может служить любое массивное тело.

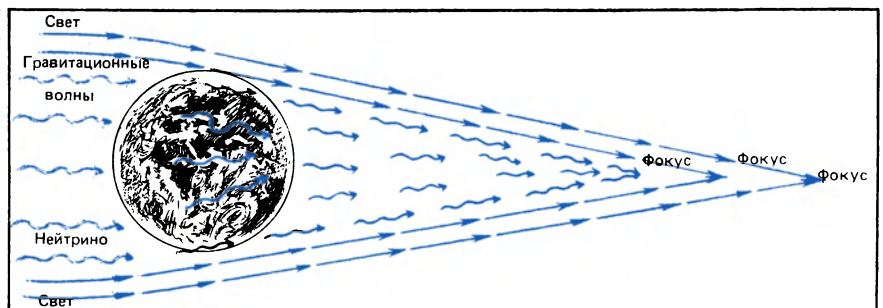
Гравитационная линза универсальна: она фокусирует все виды излучения и потоки любых частиц, ведь гравитационному взаимодействию подвержены все материальные объекты. Принципиальная возможность создания такой линзы была доказана в 1919 году, когда под руководством А. Эддингтона во время полного солнечного затмения измерили отклонение лучей света звезд, наблюдавшихся недалеко от края Солнца. Оправдалось предсказание А. Эйнштейна, что лучи света, проходящие вблизи солнечного края, отклоняются на  $1,75''$  (под таким углом мы видим толщину спички с расстояния 200 м). Зная эту величину, даже школьник может вычислить, что отклоненные Солнцем лучи соберутся в фокусе, расположенном на расстоянии 550 а. е. от светила — в 14 раз дальше орбиты Плутона. Поток излучения в фокусе такой гравитаци-

онной линзы, как Солнце, усиливается всего в несколько раз. Солнце и любой другой одиночный массивный объект — плохая гравитационная линза, так как обладает сильнейшей абберацией. У этой линзы нет одной точки фокуса, где собирались бы все параллельно падающие на нее лучи: чем дальше проходят лучи от поверхности Солнца, тем больше для них фокусное расстояние.

Но для излучений, которые проникают сквозь вещество (гравитационные волны, нейтрино), можно рассчитать, каким должно быть распределение плотности вещества вдоль радиуса гравитационной линзы, чтобы фокусировка происходила в одной точке, где поток излучения значительно усилится. Оказалось, что распределение плотности вещества в мантии и внешнем ядре земного шара неплохо подходит для целей гравитационной фокусировки. Жаль только, что точка фокуса удалена от Земли на 13 000 а. е. Но если установить автоматическую систему детектирования на комету с подходящей орбитой, через 325 000 лет наш детектор прибудет на место наблюдения...

С развитием космонавтики использование Солнца и планет в качестве гравитационных линз должно стать реальным. А пока мы не имеем возможности выносить наши детекторы далеко от Земли, нужно подбирать

*Планета — гравитационная линза. Такая линза фокусирует все виды излучений и потоки частиц*



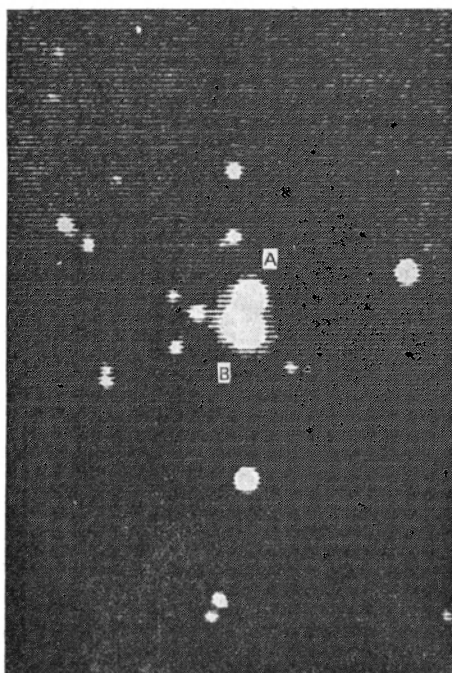
подходящую линзу, в фокусе которой мы случайно находимся, благо вокруг нас много звезд и галактик.

Несколько лет продолжались поиски эффекта гравитационной фокусировки в мире галактик. И вот такая гравитационная линза как будто бы найдена. В конце 1978 года на расстоянии всего  $6''$  один от другого обнаружили два квазара, яркость, красное смещение и спектры которых оказались абсолютно идентичными (Земля и Вселенная, 1980, № 3, с. 34.— Ред.). Скорее всего, это — два изображения одного квазара, созданные гравитационной линзой — далекой галактикой (ее сейчас интенсивно ищут с помощью крупнейших телескопов). В 1980 году был найден «тройной квазар», по-видимому, также результат гравитационной фокусировки света одного источника (Земля и Вселенная, 1981, № 6, с. 79.— Ред.). Таким образом, принцип гравитационной фокусировки можно считать доказанным. Остается научиться использовать его для усиления проникающей способности наших нейтринных и гравитационных телескопов.

## ЗВЕЗДЫ-ЗОНДЫ

Сегодня и звезды стали составной частью астрофизических приборов. Очень часто и плодотворно применяется знакомый нам метод покрытия звезд, но уже не для того, чтобы изучить саму звезду, а чтобы с ее помощью «просветить» исследуемый объект. Этот метод позволил обнаружить кольца вокруг Урана. Их удалось заметить в 1977 году во время покрытия Ураном звезды 9-й величины SAO 158687 в созвездии Ве-

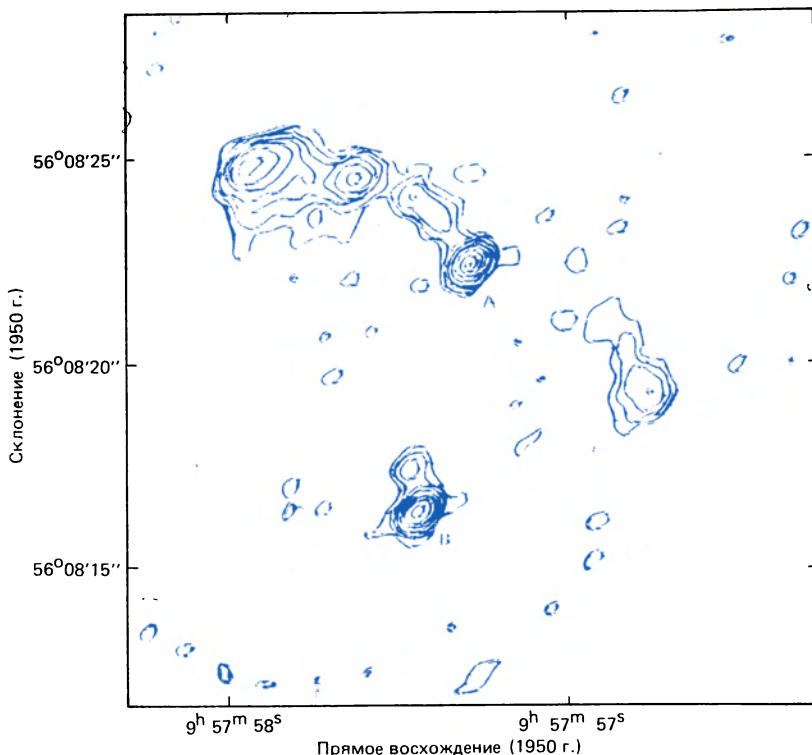
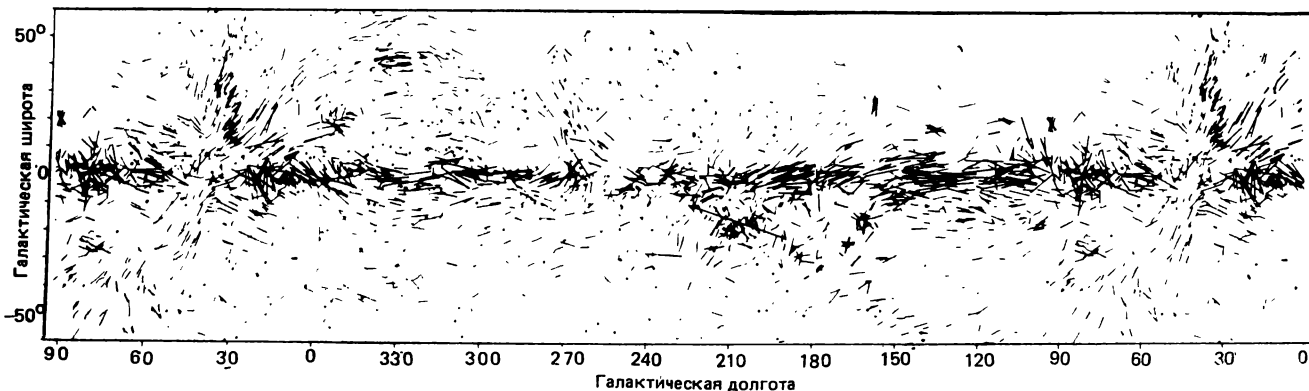




Оптическое и радиоизображение двойного квазара 0957+561 A и B.

Считается, что изображение квазара «раздвоилось» под действием гравитационной линзы — не обнаруженной пока галактики

Распределение поляризации света звезд вдоль Млечного Пути. Направление и длина каждой черточки соответствуют направлению и степени поляризации света одной звезды. Каждая звезда — это зондирующий источник света, как бы прощупывающий межзвездную среду



сов, когда звездный свет ненадолго был заслонен от нас сравнительно непрозрачными кольцами планеты. Ну, а самым неожиданным открытием, сделанным при наблюдении звездных покрытий, конечно, было обнаружение спутников у некоторых астероидов (Земля и Вселенная, 1979, № 2, с. 26.— Ред.).

Излучение звезд помогает измерить напряженность магнитного поля в межзвездном пространстве. Взаимодействуя с межзвездным магнитным полем, вытянутые космические

пылинки ориентируются поперек направления его силовых линий. Этому препятствует тепловое движение самих пылинок и атомов межзвездного газа, с которыми пылинки сталкиваются. Но чем выше напряженность поля, тем дружнее выстраиваются пылинки поперек силовых магнитных линий. Проходя через такую анизотропную среду, звездный свет частично поляризуется, так как пылинки лучше поглощают электромагнитные волны, если вектор электрического поля в них направлен вдоль длин-

ной оси пылинки. Поскольку в большинстве случаев можно быть уверенным, что свет, испущенный звездой, не был поляризованным, то, измеряя степень его поляризации у Земли, можно определить напряженность и направление магнитного поля в пространстве между звездой и наблюдателем.

Этот метод предоставляет астрофизикам надежные данные о распределении галактических магнитных полей в окрестности Солнца. Метод настолько прост и эффективен, что недавно стал применяться даже для измерения магнитных полей в соседних галактиках. Оказалось, что магнитное поле, как правило, вытянуто вдоль галактических спиральных рукавов.

Похожие методы изучения межзвездной среды есть и в арсенале радиоастрономов. Известно, что радиоизлучение космических источников часто бывает поляризованным. С другой стороны, физики давно знакомы с эффектом Фарадея: в разреженной плазме, пронизанной магнитным полем, плоскость поляризации радиоизлучения вращается. Это натолкнуло исследователей на мысль использовать поляризованное излучение космических источников для исследования межзвездных магнитных полей. В 1978 году группа советских астрономов на радиотелескопе РАТАН-600 измерила вращение плоскости поляризации излучения Крабовидной туманности в сверхкороне Солнца. Благодаря этому эксперименту была прослежена структура магнитного поля до расстояния в 12 солнечных радиусов от поверхности нашего светила. Напомним, что при покрытии Крабовидной туманности Луной исследовалась структура туманности, в случае же покрытия ее Солнцем уже сама туманность выступает в роли зонда для изучения солнечной сверхкороны.

Мы показали, как используют астрономы одни космические объекты для изучения других. Всякий раз, когда природа сама помогает поставить те или иные эксперименты, астрономы стараются не упустить предоставившуюся им возможность наблюдать ход этих экспериментов.



### КАК БЫЛА ОТКРЫТА КОМЕТА АХМАРОВА — ЮРЛОВА — ХАССЕЛЯ

В «Земле и Вселенной» (1981, № 1, с. 78) уже рассказывалось о кометах, открытых советскими астрономами. Наряду с именами таких известных астрономов, как Г. Н. Неуймин, С. И. Белявский, А. М. Бахарев, К. И. Чурюмов, упоминались фамилии любителей астрономии Ахмарова и Юрлова, обнаруживших независимо друг от друга комету 1939 III, причем раньше норвежского астронома А. Хасселя. Оба советских любителя, имена которых носит открытая ими комета, жили тогда в Удмуртской АССР (Юрлов — г. Воткинск, Ахмаров — с. Кестым). Но кто такие Ахмаров и Юрлов? Ни в «Астрономическом журнале», ни в «Астрономическом календаре» на 1941 год (где напечатан обзор успехов астрономии за 1939 год), ни в «Бюллетене ВАГО» ничего о них не сказано. Не везде приведены даже их инициалы (в «Земле и Вселенной», как выяснилось, инициалы Ахмарова ошибочны).

Стремясь узнать побольше об этих людях, автор написал в Воткинск, Кестым и столицу Удмуртской АССР — г. Ижевск. В ответ пришли письма А. П. Скачковой — научного сотрудника Воткинского филиала республиканского краеведческого музея Удмуртской АССР, Р. И. Касымовой из села Кестым, Л. Г. Кондратьевой — старшего библиографа республиканской библиотеки г. Ижевска, приславшей брошюру «Ими гордится Удмуртская земля» со статьей об Ахмарове. Теперь можно и читателям «Земли и Вселенной» рассказать о первооткрывателях кометы 1939 III.

Ибрагим Валиуллаевич Ахмаров преподавал физику и математику в школе села Кестым Балезинского района. Увлеченный астрономией, он организовал кружок юных любителей науки о Вселенной.

14 апреля 1939 года 27-летний учи-

тель возвращался домой после чтения лекции по астрономии. Односельчанин Ахмарова, присутствовавший на лекции, попросил его показать созвездие Стрельца. Посмотрев на небо, Ахмаров заметил, что между созвездиями Кассиопеи и Андромеды светит новая звезда. Присмотревшись внимательнее, он понял, что это — комета. Тогда Ибрагим Валиуллаевич помчался в Балезино на телеграф и дал телеграмму в Пулковскую обсерваторию о своем открытии, сообщив координаты кометы.

Семен Никитич Юрлов на 20 лет старше Ахмарова. Он работал на Воткинской метеорологической станции, был ее заведующим. Юрлов интересовался естественными науками, в частности астрономией. В ночь на 15 апреля 1939 года в созвездии Андромеды Юрлов заметил новый светящийся объект, как он подумал, — комету. О своем открытии он тоже сообщил в Пулковскую обсерваторию. Его сообщение пришло на полчаса позже телеграммы Ахмарова, и поэтому, когда комете стали присваивать название, имена ее открывателей расположили в таком порядке: комета Ахмарова — Юрлова — Хасселя.

Советские любители астрономии были удостоены настоящей памятной медали Центрального бюро Международного астрономического союза, находившегося тогда в Копенгагене, с изображением кометы и выгравированными (на английском языке) сообщением о ее открытии и фамилиями открывателей.

Как же сложилась их дальнейшая судьба? И. В. Ахмаров — участник Великой Отечественной войны. После демобилизации в 1946 году Ибрагим Валиуллаевич 16 лет работал учителем в Кестымской средней школе, а затем заведующим учебной частью. Сейчас И. В. Ахмаров на пенсии, живет в г. Глазове Удмуртской АССР.

С. Н. Юрлов в годы войны работал в Белоруссии в прифронтовой полосе, после войны вернулся в Воткинск на прежнюю должность. В 1962 году он умер. В Воткинском филиале республиканского краеведческого музея хранятся личные вещи Юрлова. Среди них — памятная медаль с изображением открытой им кометы и дневник метеостанции.

**И. П. КИПРИК**  
(с. Бовбасовка, Полтавская обл.)

## КОМЕТА В ОКРЕСТНОСТИ ЗЕМЛИ

Открытая в конце апреля 1983 года комета 1983d ИРАС — Араки — Олкока 11 мая прошла вблизи Земли на расстоянии 0,031 а. е., или 4,5 млн. км. Столь тесное сближение кометы с Землей — событие чрезвычайно редкое. Последний раз подобное произошло в 1770 году, когда комета Лекселя 1770 I приблизилась к Земле примерно на такое же расстояние.

В преддверии полетов космических зондов к комете Галлея прохождение кометы 1983d около Земли явилось своеобразной генеральной репетицией для всех участников международной программы наблюдений кометы Галлея. Уникальный эксперимент, поставленный самой природой, предоставил астрономам возможность наблюдать комету 1983d наземными средствами на расстояниях, с которых космический зонд будет «видеть» комету Галлея всего лишь за сутки до встречи с ней.

История открытия кометы 1983d так же необычна, как и сама комета. Впервые ее изображение было зарегистрировано 25 апреля 1983 года космическим аппаратом «Infrared Astronomy Satellite» (IRAS). Этот спутник, сконструированный совместно США, Нидерландами и Англией, предназначен для составления инфракрасного атласа неба. Запущенный 25 января 1983 года на околоземную орбиту, спутник несет 60-сантиметровый телескоп.

Обнаружив объект, довольно быстро движущийся относительно звезд, сотрудники отдела предварительного анализа информации IRAS в университете города Лестер (Англия) приняли его за астероид. Астрономы шведской обсерватории Квистабег 27 апреля сфотографировали новый объект и установили, что это — не астероид, а комета. Сообщение об открытии кометы, правда, без указания ее координат поступило в Международное бюро астрономических телеграмм. Чтобы найти новый объект, 2 мая Дж. Гибсон в Паломарской обсерватории сфотогра-

*Фотография кометы  
ИРАС — Араки — Олкока,  
полученная Н. С. Черныш  
на двойном 40-сантиметровом  
астрографе в Крымской  
астрофизической обсерватории  
АН СССР.*

*Снимок сделан 10 мая  
1983 года в 19 ч 40 мин —  
19 ч 55 мин Всемирного времени  
(вверху — след спутника)*





фировал участок неба, где ожидалась комета, но прежде чем он успел просмотреть снимки, Международное бюро астрономических телеграмм получило из Англии сообщение, что Дж. Олкок открыл 3 мая яркую комету. Директор бюро Б. Марсден установил, что речь идет об одной и той же комете, и немедленно оповестил все обсерватории об открытии Олкока, попутно указав координаты кометы (по наблюдениям спутника IRAS). Едва это сообщение было разослано, как из Токио поступила телеграмма, согласно которой, комету на 7 часов раньше Олкока открыл Г. Араки из Ниигаты (Япония).

Новая комета получила название «комета ИРАС — Араки — Олкока». Впервые в истории астрономии в названии кометы наряду с именами первооткрывателей входит и сокращенное название космического аппарата.

Орбиту новой кометы определил Б. Марсден. Орбита оказалась параболической. Ее элементы:

Момент прохождения перигелия	$T = 1983 \text{ май } 21,189$	
Перигелийное расстояние	$q = 0,99137 \text{ а. е.}$	
Расстояние перигелия от узла	$\omega = 192,786^\circ$	} эпоха 1950,0
Долгота восходящего узла	$\Omega = 48,399^\circ$	
Наклон орбиты к эклиптике	$i = 73,373^\circ$	

В течение первых двух недель с момента открытия комета двигалась по нисходящей ветви параболы, которая для земного наблюдателя проецировалась на северную околополярную область неба. 12 мая, за 9 дней до прохождения перигелия, комета достигла нисходящего узла своей орбиты. Здесь кометная орбита почти пересекается с орбитой Земли: расстояние нисходящего узла от Солнца 1,004 а. е., а земной орбиты — 1,010 а. е. Эту часть своей орбиты Земля в годичном движении проходит 10 мая. Земля и комета, двигаясь независимо по своим орбитам, одновременно оказались в месте их сближения. Вероятность такого события ничтожно мала, однако оно произошло. В середине дня 11 мая комета прошла в непосредственной близости от Земли.

Комета двигалась «наперерез» и немного навстречу Земле. Относительная их скорость в момент встречи составляла 42 км/с. Максимальная скорость видимого движения кометы на фоне звезд достигала  $1,9''$  в секунду, или  $1,9^\circ$  в час. За трое суток, с 9 по 12 мая, комета описала на небе дугу около  $90^\circ$ , пройдя по

созвездиям Малой Медведицы, Дракона, Большой Медведицы, Рыси, Рака. Она была видна невооруженным глазом как голубоватая туманность 2—3 звездной величины. Голова кометы имела поперечник около  $1''$  и эксцентрично расположенную конденсацию.

13 мая комета сместилась в область отрицательных склонений, и для наблюдателей северного полушария стала не видна.

В те несколько дней, пока комета находилась по соседству с Землей и располагалась высоко на северном небосклоне, к ней было приковано внимание астрономов многих стран<sup>1</sup>. В Крымской астрофизической обсерватории АН СССР проводились спектральные и фотографические наблюдения кометы. 10 и 11 мая на двойном 40-сантиметровом астрографе были получены астрометрические снимки, а также фотографии, необходимые для исследования структуры кометы. В эти дни при визуальных наблюдениях в оптические приборы с небольшим увеличением комета внешне мало изменялась. Она походила на веер, раскрытый примерно на  $120^\circ$ , с ядром (наиболее плотная часть головы) 3—5 звездной величины в вершине. Веерообразный хвост был около  $0,5-1''$ . 10 мая в гид астрографа при 200-кратном увеличении ядро кометы звездобразное, не больше  $1''$ , 10—11 звездной величины. Через сутки, 11 мая, видимый размер ядра увеличился до  $5''$  при той же звездной величине. Сравнение фотографий показывает, что в течение суток яркость кометы в фотографических лучах существенно увеличилась.

Несовпадение фотографического и визуального вида кометы легко объясняется результатами спектральных наблюдений. Как известно, видимый диаметр кометы определяется в основном излучением молекул углерода  $C_2$ , а фотографический — циана CN. В. П. Таращук, проводившая спектрофотометрические наблюдения кометы на 60-сантиметровом рефлекторе Крымской станции Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга, обнаружила, что в течение 10—11 мая интенсивность

<sup>1</sup> Редакция «Земли и Вселенной» получила несколько фотографий кометы, которые удалось сделать специалистам и любителям астрономии. В числе приславших фотографии — сотрудник Абастуманской астрофизической обсерватории АН ГССР Г. Н. Кимеридзе, любители астрономии С. Б. Александров и И. И. Станкевич, сфотографировавшие комету в Кисловодске, и др. Редакция благодарит всех, приславших фотографии.

полос  $C_2$  и  $C_3$  оставалась примерно на одном уровне, тогда как интенсивность полосы CN 11 мая сделалась намного больше, чем 10 мая. Эта «циановая вспышка» и была зарегистрирована на photographиях.

Предварительные оценки некоторых физических характеристик кометы 1983d ИРАС — Араки — Олкока таковы. Ее абсолютная звездная величина около  $9,0^m$ , то есть она относится к кометам средней яркости. Твердое ядро кометы имеет диаметр около 1 км. Поперечник видимой невооруженным глазом и на фотографии газопылевой атмосферы кометы составлял 200—250 тыс. км.

Детальная обработка наблюдений позволит астрономам уточнить орбитальные и физические характеристики новой кометы, пришедшей к нам с далеких окраин Солнечной системы.

Кандидат физико-математических наук  
Н. С. ЧЕРНЫХ

## ФОТОГРАФИИ КОМЕТЫ ИРАС — АРАКИ — ОЛКОКА

Редакция публикует снимки кометы, полученные сотрудником Абастуманской астрофизической обсерватории АН ГССР — Г. Н. Кимеридзе.

Комета ИРАС — Араки — Олкока ► внутри ковша созвездия Малой Медведицы. Снимок сделан 9 мая 1983 года в 23 ч 20 мин Всемирного времени фотоаппаратом «Киев-88» (объектив «Мир-26В»). Пленка «Фото 65», выдержка 20 мин. На врезке — снимок кометы, полученный на анаберрационной камере Шмидта (диаметр входного отверстия 360 мм, фокусное расстояние 625 мм) 9 мая 1983 года в 19 ч 57 мин Всемирного времени. Комета видна вблизи звезды γ Малой Медведицы. Узкий газовый хвост кометы тянется в направлении от Солнца. Пленка А600РП, выдержка 6 мин



## ДРЕЙФУЮТ ЛИ КОНТИНЕНТЫ?

Недавно гипотеза дрейфа континентов подверглась проверке с помощью интерферометрических измерений. Группа американских специалистов, возглавляемая А. Э. Роджерсом из Хайстекской обсерватории (Уэстфорд, штат Массачусетс, США), провела такие измерения с длинной базовой линией. Целью их было высокоточное определение расстояний между удаленными друг от друга точками на поверхности Земли.

При такой методике радиоизлучение, поступающее от астрономического источника, принимается двумя или более телескопами — это позволяет достигать высокой разрешающей способности, которая немислима при традиционных методах. К тому



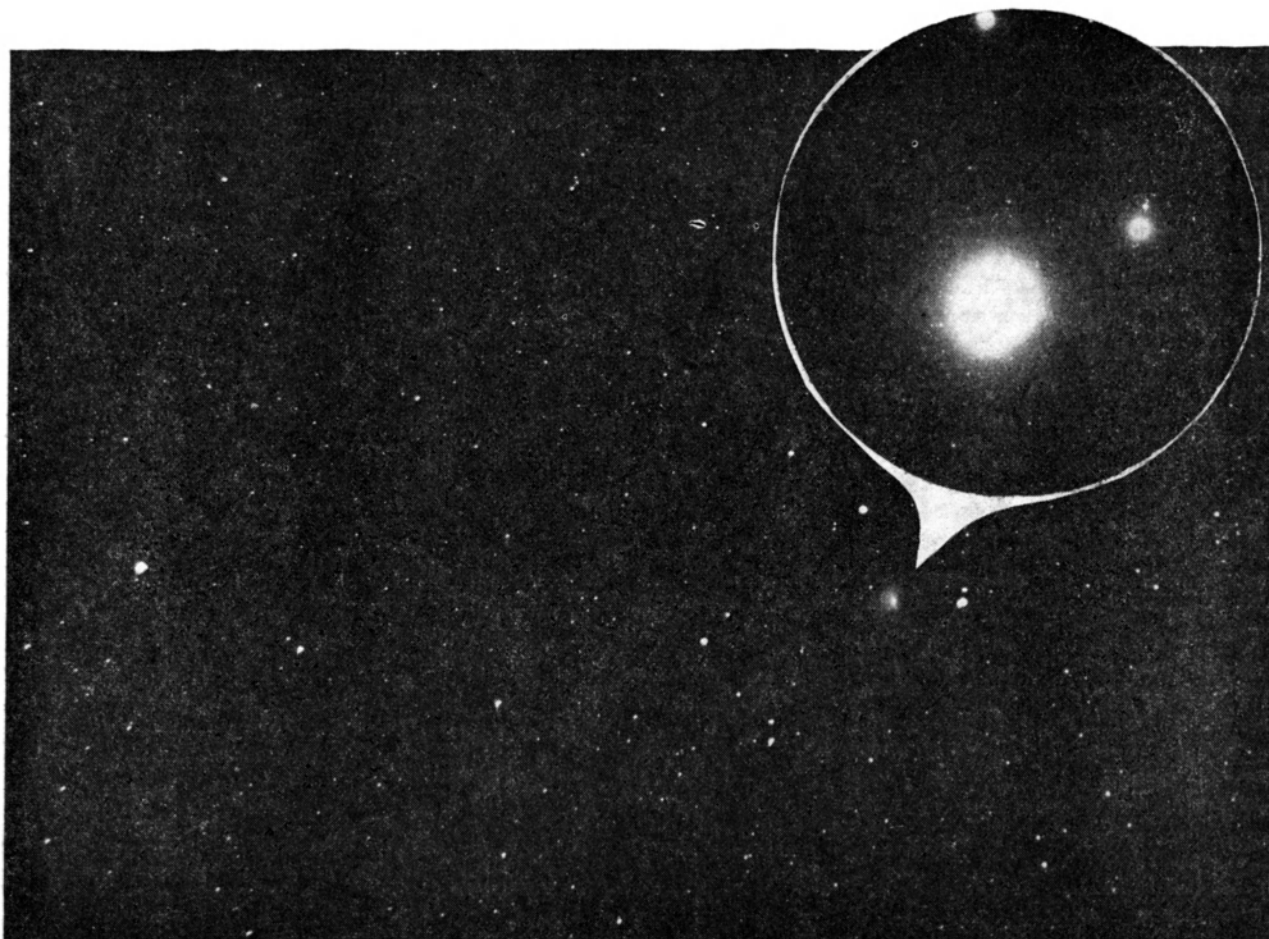
же впервые была использована новейшая система «Mark III», принимающая и обрабатывающая в секунду до 112 мегабит информации — в шесть раз больше, чем применявшиеся до сих пор устройства.

В ходе эксперимента расстояния между точками, в которых располо-

жены телескопы, удалось определить с поразительной точностью. Вообще точность измерений в значительной мере зависит от степени разнесенности приемной аппаратуры. В данном эксперименте наиболее удаленными друг от друга оказались расположенные на разных континентах радиотелескопы Форт-Дейвис (США) и Онсала (Швеция). Расстояние между ними, равное 7 940 732,17 м, было измерено с точностью  $\pm 0,10$  м.

Эксперимент продолжался с 1979 по 1982 год. Но никаких существенных изменений расстояния между телескопами зафиксировать не удалось. А ведь, согласно гипотезе дрейфа континентов, расстояния между точками на поверхности Земли отнюдь не стабильны.

Science, 1983, 123, 2.





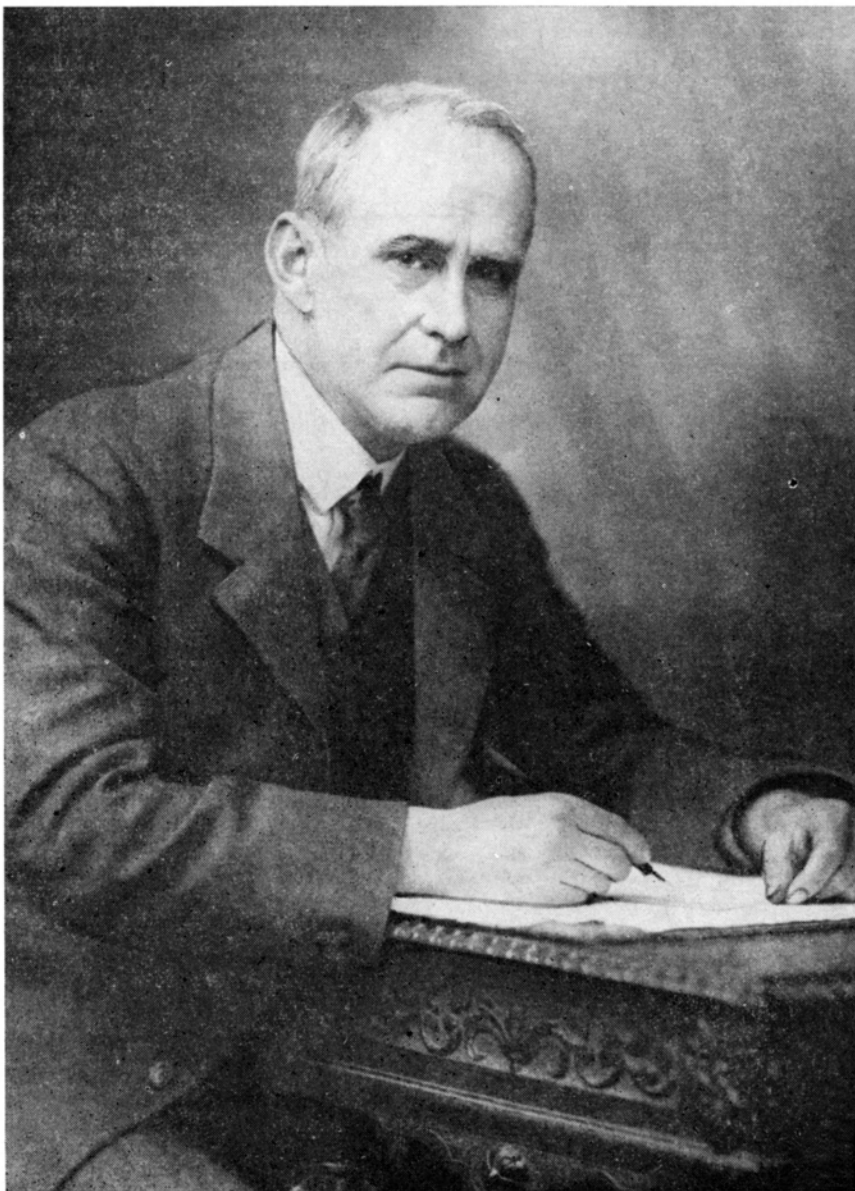


Член-корреспондент АН СССР  
И. С. ШКЛОВСКИЙ

## Размышления об Эддингтоне

28 декабря 1982 года исполнилось 100 лет со дня рождения выдающегося астронома XX века Артура Стэнли Эддингтона. С именем этого замечательного английского ученого навсегда связано одно из величайших достижений астрономии — познание природы звезд, «главных» объектов Вселенной на современном этапе ее развития. Все зрячие люди, когда-либо жившие на нашей планете, знали, как выглядят звезды, но сущность этого поразительного явления первым понял Эддингтон. Поэтому вряд ли будет преувеличением сказать, что число астрономов всех времен, внесших такой же вклад в нашу науку, как Эддингтон, можно пересчитать по пальцам одной руки.

Общеизвестно, что в XX веке астрономия практически свелась к астрофизике. Последняя как количественная наука могла возникнуть только на рубеже XIX—XX веков, когда появилось и стало бурно развиваться детище квантовой физики — теория излучения. Ибо анализ излучения от космических объектов — это единственный способ познания природы Вселенной. Хотя начало научной карьеры Эддингтона почти совпадает с рождением астрофизики, понимаемой в современном смысле этого слова, он не был ее основателем. Заметим, что далеко не каждую науку можно связать с именем ученого, которого позволительно считать ее основателем. И все же такие науки есть! Мы связываем кибернетику с Норбертом Винером, радиоастрономию с Карлом Янским. Я думаю, что у астрофизики тоже есть основатель. Имя его — Карл Шварцшильд. Этого выдающегося



*Артур Стэнли Эддингтон  
(1882—1944)*

немецкого ученого с полным правом можно считать основоположником **практической** (он создал современную фотометрию) и **теоретической астрофизики** (он разработал теорию лучистого равновесия в звездных атмосферах, объяснил, как образуются фраунгоферовы линии в спектре Солнца). Шварцшильда можно даже считать основоположником современной **релятивистской астрофизики** (вспомним «сферу Шварцшильда»).

Окончив в 1905 году знаменитый Тринити-колледж в Кембридже, Эддингтон с 1906 по 1913 год работал старшим ассистентом в Гринвичской обсерватории, причем работал в традиционном, сугубо классическом направлении астрономии. Не подлежит сомнению, что эти годы оказались решающими в формировании Эддингтона как **астронома-профессионала**. И никогда не следует забывать, что при всем многообразии граней таланта Эддингтона, он прежде всего был **астрономом** — астрономом «божьей милостью».

Чем же занимался Эддингтон в Гринвичской обсерватории? В письме к матери он дает отчет о своей деятельности за первое полугодие 1906 года. Первые шесть недель он ничем не занимался (значит, научного руководства в современном понимании у него не было: 24-летний «молодой специалист» был полностью предоставлен самому себе). И вдруг, «с места в карьер», он развивает бурную деятельность: проверяет положение 12 000 звезд в новом каталоге, наблюдает на пассажном инструменте, исследует систематические ошибки делений кругов, обрабатывает наблюдения малой планеты Эрос. Наконец, пытается (по его словам, без особого успеха) штудировать модную тогда электронную теорию Х. Лоренца. В последующие годы он наблюдает покрытия звезд Луной, участвует в наблюдениях на зенит-телескопе с целью уточнения постоянной аберрации. Интересуется кометной астрономией в связи с появлением в 1908 году кометы Морхауза, а в 1910 году — кометы Галлея. Он занимается теоретическими проблемами, связанными с газовыми оболочками вокруг кометных ядер

и наблюдаемыми там силами отталкивания. Здесь Эддингтон, по-видимому, впервые столкнулся с силой светового давления, изучению которой посвятил впоследствии много времени, исследуя равновесие звезд.

В начале 1909 года Эддингтона, уже вполне зрелого и самостоятельного астронома, отправляют на Мальту, чтобы он вновь определил долготу известного астрономического пункта — «монумента Спенсера». Дело в том, что выяснилось недопустимое расхождение (в 1<sup>с1</sup>) между старым определением долготы А. Ауверсом и более поздним, полученным сотрудниками Гидрографического департамента Британского адмиралтейства. Эддингтон убедительно разрешил спор в пользу Ауверса. В 1912 году Эддингтон возглавил британскую экспедицию по наблюдению солнечного затмения в Бразилии. От руководителя такой экспедиции требуется не только совершенное владение профессиональными навыками, но и хорошие организаторские способности. Можно не сомневаться, что опыт, приобретенный в этих ранних экспедициях, оказался весьма полезным в 1919 году, когда Эддингтон возглавил знаменитую экспедицию, наблюдавшую во время полного солнечного затмения отклонение светового луча в гравитационном поле Солнца.

Но в 1906—1913 годах основные усилия Эддингтон прилагал в той области астрономии, которая сейчас называется «звездной астрономией». Незадолго до этого голландский астроном Я. Каптейн обнаружил интересную закономерность в собственных движениях звезд, получившую название «потоки Каптейна»<sup>1</sup>. Это сейчас, после открытия вращения Галактики, астрономы разобрались в закономерностях далеко не простых звездных движений. В самом начале века эта проблема еще не была решена. Эддингтон, изучив собствен-

ные движения большого числа звезд, подтвердил существование «потоков Каптейна». В эти же годы Эддингтон много внимания уделял динамике звездных скоплений. Исследования по звездной астрономии он обобщил в своей первой монографии «Звездные движения и строение Вселенной» (1914 г.).

В 1914 году Эддингтон стал директором обсерватории Кембриджского университета. В том же году он резко сместил свои научные интересы в сторону возникшей на его глазах астрофизики. Прежде всего его заинтересовала структура звезд. В последующие почти 30 лет, до самого конца его наполненной напряженным трудом жизни, звезды оставались главной темой научных изысканий Эддингтона, хотя он серьезно занимался и другими проблемами, например, общей теорией относительности. Эддингтон был величайшим знатоком и интерпретатором этой теории.

Бросим теперь взгляд на состояние астрофизики в тот момент, когда Эддингтон приступил к важнейшему этапу своих исследований. Находясь на уровне достижений астрономической науки конца XX века, трудно даже представить глубину неведения современников Эддингтона. В то время никто ничего не знал о химическом составе Солнца и звезд. Правда, еще в XIX веке спектральный анализ убедительно показал, что на Солнце и звездах имеются некоторые элементы, известные на Земле. Но это был сугубо **качественный** анализ! Теперь, конечно, каждый знает, что звезды, за малым исключением, представляют собой водородо-гелиевую плазму с небольшими «загрязнениями». А тогда, например, были все основания считать, что Солнце состоит из... паров кальция, ведь линии H и K ионизированного кальция — самые сильные в спектре дневного светила!.. Замечательный индийский астрофизик М. Саха еще не создал свою теорию ионизации, без которой немислимо даже приступать к количественному анализу звездных спектров. Совершенно неясным оставалось агрегатное состояние вещества звездных недр, и из-

<sup>1</sup> На асимметрию звездных движений и возможную связь ее с тогда еще гипотетическим вращением Галактики впервые указал в прошлом веке русский ученый М. А. Ковальский.

вестный английский физик Дж. Джинс долгое время считал звезды... жидкими. Ведь средняя плотность карликовых звезд достаточно велика, и невозможно было даже представить, что в их недрах находится идеальный газ! Требовались интуиция и воображение Эддингтона, чтобы понять, что в недрах звезд полностью ионизированные атомы стали очень «маленькими» и движутся по законам идеального газа, несмотря на весьма большую плотность.

Равновесием звезд под действием сил гравитации и внутреннего давления астрономы занимались и до Эддингтона, особенно известны работы немецкого астрофизика Р. Эмдена. Но именно Эддингтону принадлежит основополагающая идея о том, что перенос энергии из внутренних областей звезды наружу осуществляется лучеиспусканием, а не конвекцией, как считалось раньше. До сих пор используется всеми, кто работает в этой области астрофизики, уравнение Эддингтона, связывающее поток излучения звезды  $H$  и градиент температуры  $\frac{dT}{dr}$ :

$$H = - \frac{c\sigma T^3}{3\kappa\rho} \frac{dT}{dr},$$

где  $\kappa$  — коэффициент поглощения,  $\rho$  — плотность,  $\sigma$  — постоянная Стеффана — Больцмана,  $c$  — скорость света,  $r$  — радиус звезды.

Как уже отмечалось, для вещества звездных недр Эддингтон использовал уравнение состояния идеального газа. Если в своей первой работе 1916 года, когда ему еще не была ясна роль ионизации, он произвольно принимает, что средний молекулярный вес этого идеального газа равен 54, потом 18 и даже 4 (гелиевые звезды), то уже в работе следующего года средний молекулярный вес равен двум. Такой молекулярный вес вполне соответствует произвольной смеси тяжелых элементов, поскольку в среднем атомный вес примерно вдвое больше порядкового (атомного) номера. Из этого правила исключение составляет ионизированный водород, средний молекулярный вес которого 0,5, ибо масса электрона пренебрежимо мала по сравнению с массой протона,

равной 1. Сколько водорода содержится на Солнце и звездах, долгое время оставалось неясно. Даже в 1929 году Г. Рессел в своем известном определении химического состава Солнца («ресселова смесь») недооценил содержание водорода в десятки раз! Проблема химического состава звезд была предметом постоянных забот Эддингтона и доставляла ему немало огорчений.

Фундаментальное значение для теории внутреннего строения звезд имеет рассчитанный на единицу массы коэффициент поглощения ( $\kappa$ ). Первым поняв общую картину физических условий в звездных недрах (температура около  $10^7$  К и высокая плотность газа при полной его ионизации), Эддингтон пришел к выводу, что механизмом поглощения излучения должен быть фотоэффект. Как только в 1923 году появилась теория фотоэлектрического поглощения Х. Крамерса, Эддингтон применил ее к условиям, господствующим в звездных недрах, придав коэффициенту поглощения вид:

$$\kappa = \text{const} \cdot T^{-7/2}.$$

Зная коэффициент поглощения и средний молекулярный вес и воспользовавшись уравнением состояния идеального газа, Эддингтон в 1924 году из условий лучистого и гидростатического равновесий получил известное соотношение «масса — светимость»:

$$L = \text{const} \frac{\mu^4}{\kappa} \cdot M^3,$$

где  $L$  — светимость,  $M$  — масса звезды,  $\mu$  — средний молекулярный вес,  $\kappa$  — коэффициент поглощения. Имевшийся в то время довольно ограниченный эмпирический материал в основном подтвердил справедливость соотношения «масса — светимость». Таким образом, Эддингтон получил наблюдательное обоснование своего главного предположения: вещество недр даже карликовых звезд представляет собой **идеальный газ**.

Эддингтон первым понял несостоятельность господствовавшей тогда гипотезы Кельвина — Гельмгольца о гравитационном сжатии Солнца и звезд как источника их энергии излучения. Слишком короткая шкала

времени получалась для длительности процесса излучения. В этой гипотезе возраст Солнца оценивался примерно в  $2 \cdot 10^7$  лет, что противоречило имевшимся геологическим данным о возрасте Земли. Эддингтон привел еще более разительный пример: возраст звезд-гигантов спектральных классов G и F получался всего лишь  $25 \cdot 10^3$  лет, что было совершенно неприемлемо! Какие же источники энергии действуют в недрах Солнца и звезд? И Эддингтон еще в 1916 году впервые произносит слово: «субатомные».

В то время ядерная физика находилась в эмбриональном состоянии, планетарная модель атома была предложена Э. Резерфордом только в 1911 году! Лишь в 1919 году тот же Резерфорд раздробит ядро азота, осуществив первую искусственную ядерную реакцию. До открытия нейтрона Дж. Чедвиком еще долгих 16 лет. Общепринятая в начале века классическая электронная теория считала, что материальный мир состоит из протонов, электронов и электромагнитных полей. Но Эддингтон незыблемо верил в эйнштейновское  $E=mc^2$  и постулировал, что в недрах звезд должен идти перманентный процесс разрушения (как он говорил, «аннигиляция») материи и превращение ее в лучистую энергию. Источник этот был практически неисчерпаемым. Но думать тогда об уточнении его природы было совершенно бессмысленно.

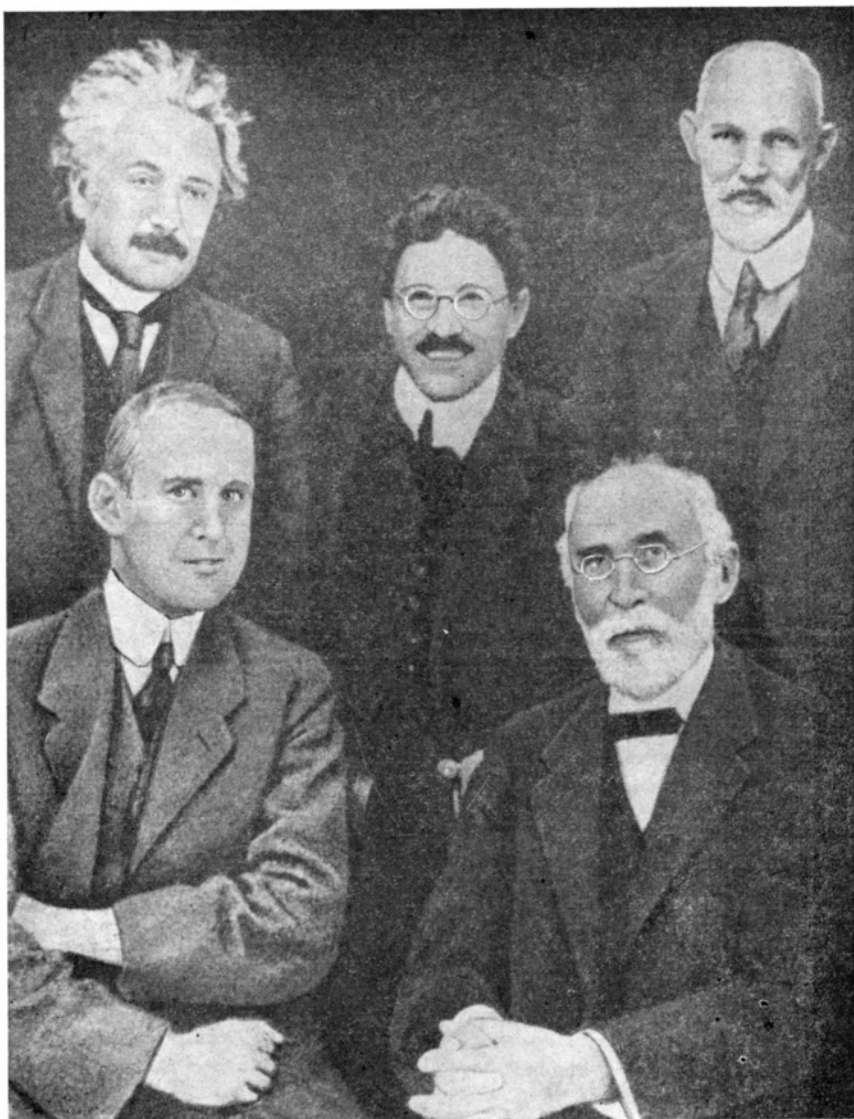
Новаторские работы Эддингтона, революционизировавшие астрономию, понимались и принимались с трудом. И в этом нет ничего удивительного: впереди лежал океан неведомого и возможных направлений развития теории (как правило, тупиковых) было сколько угодно. Верные человеческой природе, исследователи на длинном пути познания истины не избежали ни одного из возможных заблуждений. Надо было обладать абсолютным чувством истины и фантастической интуицией, чтобы находить правильные, хотя зачастую и парадоксальные, решения в сложнейших ситуациях, когда еще не были разработаны теории и даже не было необходимых физических предпосылок для

этого (например, не знали, как генерируется «субатомная» энергия). В таких условиях Эддингтона вполне можно уподобить капитану старинного фрегата, ведущему свой корабль по извилистому, изобилующему мелями Магелланову проливу...

В начале века Эддингтон много занимался и теорией звездных пульсаций. В это время выдающийся американский астроном-наблюдатель Х. Шепли уже показал, что строго периодически меняющие свой блеск цефеиды нельзя рассматривать как затмевающие друг друга при своем орбитальном движении компоненты двойных систем. Гипотеза пульсирующих гигантских звезд явилась альтернативой гипотезе двойных, и в построении теории пульсаций звезд большая заслуга принадлежит Эддингтону. Он неоднократно возвращался к этой трудной проблеме и в своей последней работе 1944 года, наконец, правильно интерпретировал давно известный факт: несовпадение по фазе кривых блеска и лучевых скоростей у цефеид. Он объяснил это специфическими условиями ионизационного равновесия в конвективной зоне пульсирующей звезды.

Теория пульсаций подверглась яростной атаке со стороны знаменитого современника Эддингтона физика Дж. Джинса, много занимавшегося проблемами астрономии. Джинс придерживался другой, на наш теперешний взгляд, совершенно дикой гипотезы: какие-то периодические взрывы на близкой к потере ротационной устойчивости звезде. Любопытно возражение Джинса против самой возможности пульсаций звезд: они-де обязаны быстро затухать, ибо в противном случае... нарушался бы второй закон термодинамики (!). Для физика такого масштаба, каким был Джинс, все-таки очень странно это полное непонимание автоколебательного процесса...

Вообще, Джинс был постоянным оппонентом Эддингтона. Ареной их полемики, зачастую принимавшей весьма острые формы, служили заседания Королевского астрономического общества, которые проходили во вторую пятницу каждого месяца. Забавно сейчас, в наши дни, про-



*Крупнейшие физики и астрономы начала XX века: сидят (слева направо) — А. Эддингтон и Х. Лоренц, стоят (слева направо) — А. Эйнштейн, П. Эренфест и В. де Ситтер*

Лейден, 1923 г.

сматривать старые номера «Observatory», содержащие протоколы этих заседаний. Джинс обычно «кусал» Эддингтона по мелочам. Теперь ясно, что, будучи по своей натуре чистым физиком-теоретиком, лишенным «чувства неба» и «космической

реальности», Джинс совершенно не понимал способа мышления своего выдающегося научного противника — чистого астронома. Типичное на этих заседаниях резюме президента Королевского астрономического общества о том, что «приятно видеть столкновение двух столь выдающихся интеллектов», а кто из них прав, мол, покажет будущее,— вполне соответствовало духу Пиквикского клуба...

Например, Джинс вплоть до 1924 года стоял на позициях гипотезы, связывавшей источники звездной энергии с гравитационным сжатием,

а когда был вынужден отказаться от нее, стал считать источником звездной энергии... радиоактивность тогда еще гипотетических трансурановых ядер. Таким образом, после 1924 года Джинс полагал, что «субатомные» источники энергии звезд не зависят от температуры и плотности среды. Между тем Эддингтон, движимый глубокой астрономической интуицией и ничего не зная о природе этих, тогда еще загадочных источников, был убежден, что они **должны зависеть** от состояния вещества в недрах звезд. (Как выяснилось много позже, такой зависимостью обладают только реакции термоядерного синтеза.) Эддингтон прекрасно понимал, что лишь в этом случае можно обеспечить тепловую устойчивость звезд. Локальный рост температуры в звездных недрах должен повлечь за собой более мощное выделение «субатомной» энергии. За этим следует **расширение** вещества звезды и его **охлаждение**, что сразу же уменьшит выход «субатомной» энергии. Другими словами, звезду можно рассматривать как своеобразную **машину с отрицательной теплоемкостью**. Без понимания этого обстоятельства нельзя представить себе, что такое звезда. Джинс этого не понимал.

Но не будем столь суровы к выдающемуся британскому физику-теоретику, одному из авторов общеизвестной формулы теории излучения и фундаментальной теории гравитационной неустойчивости — основы планетной, галактической и метагалактической космогонии. И можно вполне понять Джинса, если, например, проанализировать соотношение «масса — светимость». Почему в этом соотношении отсутствует радиус звезды? Ведь для непрозрачной сферы, какой является звезда, светимость, казалось бы, должна быть пропорциональна  $4\pi r^2$ . И почему в этой формуле нет и намек на источники звездной энергии? Выходит, любой газовый шар достаточно большой массы и данного химического состава должен генерировать совершенно определенную мощность излучения? Это очень не просто понять! Звезда в какой-то степени

уподобляется **живому организму** с его огромной способностью к **адаптации**. Звездные источники «субатомной» (то есть ядерной) энергии как бы «подстраиваются» к стратификации характеристик вещества звезды и выделяют ровно столько энергии, сколько и должно быть согласно соотношению «масса — светимость». Но не все так просто. Например, красные гиганты имеют гипертрофированно высокую светимость по сравнению с массой, что объясняется их огромным радиусом. Значит, есть звезды, светимость которых определяется (при данной массе) их радиусом.

Соотношение «масса — светимость», конечно, применимо только к звездам главной последовательности. Но во времена Эддингтона и Джинса природа красных гигантов была еще совершенно не ясна. Первым, кто понял природу этих звезд, был замечательный эстонский астроном Э. Эпик, со всей определенностью указавший на реакции термоядерного синтеза как источник звездной энергии. Он же первый показал, что после выгорания водорода в ядре звезды ее наружные части должны сильно расширяться — возникнет феномен красного гиганта. Но работа Эпики появилась лишь в 1937 году. Термоядерные реакции синтеза были уточнены и конкретизированы Г. Бете и К. Вайцекером в 1939 году, и уже в послевоенное время трудами М. Шварцшильда (сын К. Шварцшильда) и его сотрудников была построена современная теория звездной эволюции, включающая и стадию красного гиганта.

Все это произошло много лет спустя после «баталий» в Королевском астрономическом обществе. А в те далекие времена надо было обладать интуицией сэра Артура, чтобы не «сбиться с курса». Спор Эддингтона и Джинса для нас еще интересен и в психологическом плане. Это — спор чистого физика-теоретика, интересующегося астрономическими задачами, и прирожденного астронома, хорошо понимающего, что такое наблюдения и чего они стоят. Такие споры довольно часто случаются и в наши дни, ведь те-

перь астрономия стала весьма «престижной» наукой и в еще большей степени, чем раньше, привлекает к себе работников соседних областей знаний... Конечно, не следует думать, что Эддингтон был эдаким эмпириком, не владевшим оружием теории. Совсем наоборот, Эддингтон — высочайшего класса математик и далеко не заурядный теоретик. Однако его «главным оружием» было глубокое понимание специфики астрономии и совершенное владение ее методами.

Как уже упоминалось, Эддингтон был прекрасным знатоком общей теории относительности. Он же, поставив специальные наблюдения, получил важнейшие результаты, подтвердившие выводы этой теории. Напомним, что до недавнего времени общая теория относительности предсказывала три астрономических эффекта, хотя и малых по величине, но доступных наблюдению: во-первых, отклонение светового луча в поле тяготения Солнца, во-вторых, гравитационное красное смещение спектральных линий и, в-третьих, вековое движение перигелия Меркурия<sup>2</sup>. Проверка первых двух предсказаний общей теории относительности связана с именем Эддингтона. Прежде всего, во время полного солнечного затмения 29 мая 1919 года он организовал, возглавил и принимал самое непосредственное участие в наблюдениях за отклонением звездных световых лучей, проходящих около солнечного диска. Блестящий результат этих наблюдений (величина отклонения  $1,98 \pm 0,30''$  у края Солнца при ожидаемых  $1,75''$ ) в немалой степени способствовали триумфу общей теории относительности.

Эддингтон понимал, что для наблюдения гравитационного красного смещения спектральных линий Солнце — мало подходящий объект, так как гравитационный потенциал на его по-

<sup>2</sup> Сейчас известно около 20 эффектов, обусловленных общей теорией относительности, которые можно изучать средствами наблюдательной астрономии и экспериментальной физики (например, гравитационная фокусировка всех видов излучения и покраснение квантов в гравитационном поле Земли).



верхности слишком мал. Эддингтон выбрал белый карлик — знаменитый спутник Сириуса. Сочетание высокой температуры и низкой светимости у этого объекта формально означало, что его радиус очень мал — лишь немного превосходит радиус Земли. Между тем масса спутника Сириуса близка к солнечной. Отсюда следовал удивительный вывод: средняя плотность вещества этой звездочки чудовищно высока — около  $50\,000\text{ г/см}^3$ . Тогдашние специалисты считали определение плотности белого карлика забавным недоразумением, которое естественным образом разрешится в более или менее обозримом будущем. Эддингтон придерживался другого мнения. Он не только не сомневался, но и находил объяснение высокой плотности белого карлика в рамках своей концепции полной ионизации газа в звездных недрах и вытекающей отсюда возможности очень плотной «упаковки» ядер без существенных нарушений свойств идеального газа. Но надо было доказать, и притом независимым методом, что радиус спутника Сириуса действительно мал. И Эддингтон придумал, как это сделать.

Он направил письмо известному американскому астроспектроскописту У. Адамсу, работавшему на обсерватории Маунт Вилсон в Калифорнии, где находились крупнейшие по тем временам телескопы. В письме он попросил Адамса выполнить спектрографические наблюдения спутника Сириуса, чтобы определить гравитационное красное смещение линий поглощения. Учитывая большой гравитационный потенциал на поверхности этой звезды, Эддингтон ожидал, что красное смещение спектральных линий составит  $28\text{ км/с}$ . Адамс получил величину, близкую к  $20\text{ км/с}$ , что, как сразу же показал Эддингтон, полностью соответствовало новой, более низкой поверхностной температуре спутника Сириуса.

Измерения, выполненные Адамсом по предложению Эддингтона, как бы «убили двух зайцев». Во-первых, они блестяще подтвердили выводы обшей теории относительности, во-вторых, независимо и окончательно доказали, что средняя плотность ве-

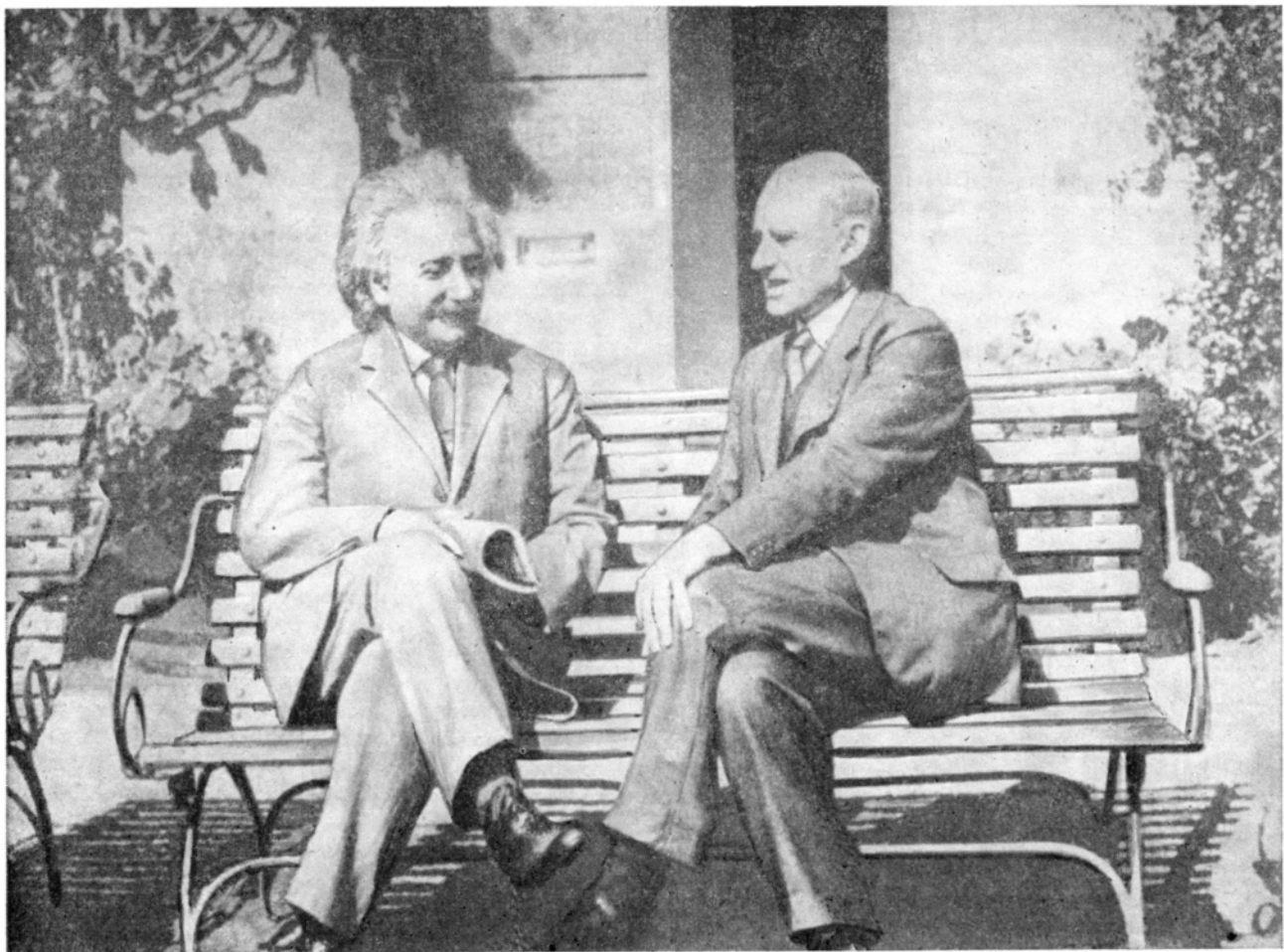
щества спутника Сириуса около  $50\,000\text{ г/см}^3$ . Хотя Эддингтон полагал (как вскоре выяснилось, ошибочно), что это вещество — идеальный газ, он ясно видел серьезные трудности, с которыми сталкивается подобное объяснение. Например, он задумывался над такой проблемой. Когда вещество белого карлика остынет и электроны рекомбинируют с протонами, средняя плотность обязательно должна стать близкой к плотности земных образцов твердого тела (около  $10\text{ г/см}^3$ ). Для этого белый карлик должен расширяться в несколько десятков раз. Но такое расширение потребует огромной энергии, ведь необходимо преодолеть чудовищную гравитацию белого карлика! Где же взять энергию? Эта и подобные ей проблемы были разрешены в 1926 году, когда английский теоретик У. Фаулер показал, что электроны в веществе белого карлика должны удовлетворять статистике Ферми — Дирака. Вещество белого карлика должно быть вырождено и по этой причине обладать рядом удивительных свойств, например, давление электронов не должно зависеть от температуры.

Новаторская работа Фаулера имела огромное значение для дальнейшего развития астрофизики. Увы, содержащиеся в этой работе новые идеи прошли мимо Эддингтона. И вот тут на сцене появляется индийский астрофизик С. Чандрасекар, которому в 1930 году едва исполнилось 20 лет. Под влиянием лекций гостившего в Индии известного немецкого физика-теоретика и выдающегося педагога А. Зоммерфельда, он глубоко изучил статистику и атомную физику и стал заниматься теорией белых карликов, развивая идеи Фаулера. Довольно быстро он получил весьма интересные результаты о «релятивистском вырождении» вещества достаточно массивных белых карликов. В таких карликах электроны, движущиеся по «высоким орбитам» (двигаться по «низким орбитам» им запрещает принцип Паули), должны иметь релятивистские скорости. Это обстоятельство радикально меняет уравнение состояния вещества: вместо  $P \propto \rho^{5/3}$  имеем

$P \propto \rho^{4/3}$ . Казалось бы, разница в степени невелика, а последствия — необозримые. Из нового уравнения состояния с очевидностью следует, что должен существовать верхний предел для массы белых карликов, близкий к 1,4 солнечной.

Эддингтон встретил этот удивительный результат в штыки на январском заседании Королевского астрономического общества в 1935 году. Поразительно, но по отношению к Чандрасекару Эддингтон занял примерно такую же воинственную позицию, какую в 1916—1924 годах занимал Джинс против него самого. Прежде всего, для Эддингтона был совершенно неприемлем вывод о существовании предельной массы у белых карликов. Это означало бы — недоумевал Эддингтон — неизбежную потерю гидростатического равновесия у таких звезд и их катастрофическое сжатие до фантастически малых размеров в несколько километров, когда гравитационный потенциал станет настолько большим, что даже свет из звезды не будет выходить. Но этого, конечно, не может быть — утверждал Эддингтон (он не верил в существование черных дыр). Природа должна была «изобрести» какое-нибудь средство, препятствующее потере механического равновесия белого карлика, и тем самым предохранить космическую материю от такого жалкого конца! Разумеется никаких формальных математических ошибок в трудах Чандрасекара Эддингтон не нашел. Но ведь расчетам молодого астрофизика нельзя доверять в принципе! Ведь само понятие «релятивистское вырождение» зиждется на двух устоях: теории относительности (хотя и специальной) и квантовой механике. Но ведь эти две области физики еще не объединились, значит, не о чем говорить! Такого понятия, как «релятивистское вырождение», просто не существует в природе! И до конца своих дней великий английский астроном термин «релятивистское вырождение» заключал в кавычки.

Потрясенный таким непониманием, Чандрасекар апеллировал к ведущим физикам мира — М. Бору и В. Паули. Они безоговорочно поддержали



*А. Эйнштейн и А. Эддингтон*  
Кембридж, 1930 г.

молодого астрофизика, но Эддингтон оставался непреклонным. Чандрасекар написал монографию «Введение в исследования структуры звезд», где, в частности, содержится теория белых карликов. К тому времени реальность релятивистского вырождения и существование предельной массы у белых карликов были доказаны найденной для этих объектов эмпирической зависимостью «масса — радиус». В дальнейшем Чандрасекар не занимался строением и эволюцией звезд, он радикально переменял область своих исследований.

Возможно, резко отрицательная позиция самого авторитетного астро-

нома того времени задержала развитие теоретической релятивистской астрофизики лет на 10—15. И все-таки, думаю, это не имело сколько-нибудь серьезного значения для астрономии. Развитие релятивистской астрофизики стало возможным лишь после того, как началась вторая революция в астрономии и появились радиоастрономия и астрофизика высоких энергий — наблюдательные и экспериментальные направления астрономии. Все это случилось уже в пост-эддингтоновское время, и здесь также кипели и кипят страсти и возникают коллизии... Странная на первый взгляд позиция сэра Артура нуждается в объяснении. Похоже, что интуиция изменила ему и он проглядел зарождение важнейшей тенденции в развитии его любимой науки.

Не зря говорится, что «наши недо-

статки есть продолжение наших достоинств». Эддингтону принадлежит важнейшая идея о том, что все звезды главной последовательности благодаря полной ионизации вещества «насквозь газовые», причем имелся в виду, конечно, идеальный газ. Идея вырожденного газа прошла «мимо» Эддингтона, хотя он с ней и не спорил. Но вот релятивистское вырождение — это уже слишком, это какие-то модернистские выверты! Что ж, по-человечески его можно понять.

Эддингтон очень много сделал для астрономической науки. Я рассказал далеко не о всех его научных достижениях. Можно было бы остановиться на его пионерских исследованиях межзвездного газа, в которых он также проявил особенную прозорливость. Эддингтон первый сказал, что средняя концентрация межзвездных

атомов около  $1 \text{ см}^{-3}$ , что кальций в межзвездной среде должен быть преимущественно в дважды ионизированном состоянии. Наконец, за полвека до открытия молекулярных межзвездных облаков он пророчески писал, что межзвездный водород скорее всего находится в молекулярном состоянии.

Многие годы Эддингтон занимался проблемами, весьма далекими от астрономии. Он пытался создать единую фундаментальную теорию всего сущего и даже написал об этом книгу. Не будем к нему строги — великий Эйнштейн пытался сделать то же самое. Эддингтон увлекался мистическими комбинациями мировых констант («таинственное число 137»<sup>3</sup>) — отголосок пифагорейских учений, а может быть, даже гениальное предвидение столь модного в наши дни «антропного принципа». Не такое уж это глупое занятие — размышлять о заблуждениях великих людей...

Помню, я очень поразился, узнав, что Эддингтон занимался невидимым

миром. «Неужели радиоастрономия?» — с замиранием сердца подумал я. Увы, это была чистойшей теологией, которой увлекался глубоко религиозный, выросший в квакерской семье Артур Стэнли Эддингтон. Ну что ж, тут, как говорится, ничего не поделаешь: ведь и великий Ньютон, правда, в XVIII веке, в течение почти 20 лет составлял комментарии к откровениям пророка Даниила. Всякий человек прежде всего принадлежит своему времени и своей среде...

Эддингтон был великим тружеником. Он написал 13 (тринадцать!) книг по астрономии и физике и опубликовал свыше 150 научных работ. Среди его книг — всемирно известные монографии: «Внутреннее строение звезд» (1926 г.) и «Математическая теория относительности» (1923 г.). Они переведены на многие языки мира и, самое удивительное, — до сих пор сохранили свою «читабельность» и свежесть. Это в значительной степени объясняется несомненным литературным даром Эддингтона. Особенности значения имеют великолепно написанные научно-популярные книги Эддингтона «Звезды и атомы», «Природа физического мира», «Расширяющаяся Вселенная», которые были настольными книгами нескольких поколений любителей астрономии

всего мира. Эти книги в огромной степени способствовали популяризации достижений астрономии среди читающих людей и, особенно, юношества.

...Этот пожилой, респектабельный старый холостяк, неисправимый курильщик и отличный велосипедист был очень одинок, хотя весь мир признал его огромные научные заслуги. Он был членом различных академий наук, в том числе и Российской академии наук (с 1923 г.). Эддингтон всю жизнь работал и еще за день до того, как лечь на операцию (рак горла) 62-летний президент Международного астрономического союза держал в руке перо. Ровно через две недели, 22 ноября 1944 года, его не стало.

Думая о сэре Артуре, я его обычно представляю как одного из героев «Саги о Форсайтах» замечательного английского классика Голсуорси. Может быть, Сомса Форсайта. Но иногда этот образ заслоняет знаменитый жилец лондонского дома 221-бис на Бэйкер-стрит — со своей неизменной курительной трубкой он почему-то сидит за огромным письменным столом...

<sup>3</sup> Величина  $1/137$  — постоянная тонкой структуры — характеризует слабость электромагнитного взаимодействия по сравнению с ядерным взаимодействием. Эддингтон придавал числу 137 мистический смысл.

**С января 1984 года  
в издательстве «Наука»  
будет выходить новый  
ежемесячный  
иллюстрированный  
научно-популярный журнал  
«ЭНЕРГИЯ: ЭКОНОМИКА,  
ТЕХНИКА, ЭКОЛОГИЯ»**

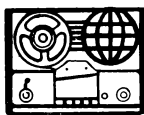
Цель журнала — способствовать решению задач улучшения использования топливно-энергетических ресурсов — ключевой народнохозяйственной проблемы современности. В связи с этим журнал предполагает публиковать разнообразные материалы, всесторонне охватывающие проблемы производства, преобразования и использования энергии. На страницах журнала будут публиковаться материалы, посвященные новым проблемным вопросам, связанным с энергией и ее использованием, а также литературные и исторические материалы, полезные и практические советы, письма читателей.

Журнал рассчитан не только на специалистов, занятых добычей, переработкой и использованием топливно-энергетических ресурсов, но и на широкий круг читателей, преподавателей, студентов, всех интересующихся энергетикой и ее проблемами.

**Индекс журнала 71095 (см. Приложение № 1 к «Каталогу советских газет и журналов» на 1984 год)**

**Подписная цена на год 5 р. 40 к.**

Подписка на журнал принимается отделениями «Союзпечати», почтовыми отделениями, общественными распространителями.



НАШИ  
ИНТЕРВЬЮ

## Астрономы о своей профессии

В этом году члену-корреспонденту АН СССР Всеволоду Сергеевичу Троицкому исполнилось 70 лет. Редакция и редколлегия журнала «Земля и Вселенная» сердечно поздравляют Всеволода Сергеевича с юбилеем и желают ему доброго здоровья и новых творческих успехов. К этому поздравлению присоединяются авторский коллектив и читатели журнала.

Всеволод Сергеевич любезно согласился ответить на вопросы, заданные ему редакцией:

1. Почему и при каких обстоятельствах Вы избрали профессию астронома?
2. Считаете ли Вы, что Ваши мечты и надежды оправдались, а если нет, то почему?
3. Какой представляется Вам профессия астронома будущего?

1. Думаю, прежде всего, я — радиофизик, хотя область моих исследований, среди прочих, — астрономия. Но, чтобы ответить на вопрос, почему и при каких обстоятельствах получилось так, а не иначе, придется начать издалека. Еще в школе любимым предметом была физика. Увлекался изготовлением простейших физических демонстрационных приборов. Инструментов для этого тогда практически не было, использовались средства типа «сургуча и веревки», а в телеграфном аппарате со свинцовыми валиками для протяжки ленты основным инструментом были... ножницы. С одиннадцати лет увлекся радиолубительством, варил в русской печи из серы и свинца кристаллы детектора, собирал приемники, часами искал чувствительную точку на детекторе приемника, чтобы услышать передачу. Не прошел мимо увлечения авиамоделизмом, тогда модель делалась от начала до конца своими, домашними средствами, а тонкие резиновые нити для мотора добывались из подтяжек.

Как-то, еще мальчиком, прочел попавшуюся случайно книгу по истории философии. Философия за-



хватила меня. Одно время мечтал даже попасть в соответствующее высшее учебное заведение. Но интерес, который я испытывал к физике и радио, привел меня в мир электро-

динамики и к чудесам теории относительности. Стал запоем читать в городской библиотеке имевшуюся по этим вопросам литературу. Понимал я, конечно, мало, но все же получал огромное удовлетворение и от этого, а самое главное, увидел, что без знаний высшей математики, которая показалась мне истинным волшебством, нельзя понять современную физику.

Примерно в 14 лет заинтересовался небом, искал на нем по карте созвездия, мастерил из очковых стекол телескоп и пытался наблюдать Луну, с увлечением читал замечательные книги Фламариона, открывавшие новый, неведомый мир.

Меня все больше увлекали физика и радио, и, как нельзя кстати, в нашей школе ввели специализацию по электросвязи, учили работе монтера, а в 1930 году, на основе нашего выпуска, был организован техникум связи, студентом которого я и стал.

Окончив техникум, работал четыре года сначала лаборантом, затем инженером-исследователем в Центральной индустриальной радиолaborатории, образованной на базе Нижегородской лаборатории. Там же была написана моя первая научная работа по распространению сверхвысокочастотных радиоволн. Здесь мне помогли исследования профессора М. Т. Греховой, которая в дальнейшем принимала живое участие в моей научной судьбе. В то время я остро ощутил недостаток фундаментальных теоретических знаний. Пытался заочно учиться в Московском институте связи, но скоро понял, что только университет может дать желаемые знания. В 1936 году поступил

в Горьковский государственный университет на физико-математический факультет с намерением заниматься физикой колебаний. Университетский курс астрономии и интерес к ней привели меня в кружок любителей астрономии. Но... Из трех специальностей физико-математического факультета: математика, астрономия и физика колебаний я — без колебаний — выбрал последнюю.

Вообще, как известно, в интеллектуальной жизни нашего Нижнего Новгорода, а затем города Горького, астрономия занимала видное место. В истории развития астрономии в России Нижнему Новгороду принадлежит заметная роль. Здесь впервые в России в конце XIX века был организован кружок любителей астрономии, здесь же впервые стал издаваться *Астрономический ежегодник*.

Университет окончил с отличием, государственные экзамены сдавал, когда началась Великая Отечественная война. Затем до 1946 года работал на заводе, где начал с организации нового цеха радиодеталей, техническим руководителем, а затем начальником которого был почти до конца войны. В 1945 году поступил в аспирантуру к профессору Г. С. Горелику — он и предложил тему исследований в радиоастрономии, только начавшей тогда делать первые шаги. Оглядываясь на пройденный путь, снова осмысливаешь то, что удалось сделать...

Были разработаны радиометры и радиотелескопы, методы точных абсолютных измерений слабых излучений. Заинтересовала Луна. Было ясно, что спектр радиоизлучения Луны от миллиметровых до метровых волн несет полную информацию о физико-химических свойствах и структуре ее поверхности. Начались комплексные исследования Луны радиофизическими методами. К концу 60-х годов были исследованы радиоизлучения Луны в диапазоне от субмиллиметровых до метровых волн, разработана теория радиоизлучения и получены данные о тепловом режиме, физико-химических свойствах и структуре поверхности, обнаружен поток тепла из недр Луны.

Одновременно с завершением этого цикла исследований началась разработка методов и аппаратуры радиоинтерферометрии со сверхдлинными базами. В 1969 году был создан первый отечественный радиоинтерферометр для работы на волне 3,5 м с базой 230 км, а затем для волн декаметрового диапазона. Измерения размеров источников на этих волнах в то время были уникальными. Совместно с Бюраканской астрофизической обсерваторией АН АрмССР удалось создать радиоинтерферометр для дециметровых волн с разрешением лучше  $10^{-3}''$ , на которых в начале 70-х годов проводились измерения угловых размеров дискретных источников.

Тогда же, в 70-е годы, разрабатывались теоретические и экспериментальные проблемы использования радиоинтерферометрии со сверхдлинными базами для радиоастрометрии. Обоснованы методы построения инерциальной системы небесных координат, измерения движения полюсов, неравномерного вращения Земли с точностями, превышающими существующие почти на два порядка. Рассмотрены вопросы применения интерферометрии для сверхточных геофизических измерений и вообще в геодинاميке.

В 60—70-е годы велись также экспериментальные и теоретические разработки по проблеме существования и поиска разумной жизни во Вселенной.

2. Теперь, когда все обстоятельства, приведшие меня к астрономии, изложены, читатель сам может решить, был ли сознательный выбор или играл роль только случай. В обоих вариантах я считаю, что в основном мои мечты и стремления осуществились и продолжают осуществляться.

3. Думаю, профессия астронома в современном понимании в недалеком будущем исчезнет, будут физик-астроном (астрофизика), химик-астроном (астрохимия), биолог-астроном (астробиология) и т. д. Из классических направлений сохранятся и разовьются астрометрия, космогония и космология.

Астрономия сегодня — это вопло-

щение синтеза многих естественных и технических наук, а углубление познания неизбежно приведет к увеличению числа специальностей и профессий, составляющих этот синтез.



## ЮБИЛЕЙНЫЙ СИМПОЗИУМ ГЕОФИЗИКОВ

31 мая — 2 июня 1983 года в Москве проходил Всесоюзный научный симпозиум «Современное развитие сейсмических, гравиметрических и тектонических исследований Земли», посвященный 80-летию со дня рождения замечательного советского ученого Г. А. Гамбурцева (1903—1955). Симпозиум открыл академик М. А. Садовский, который подчеркнул огромное значение идей и работ Г. А. Гамбурцева для развития советской геофизики. С воспоминаниями об ученом выступили профессор Л. А. Рябинкин, доктор физико-математических наук И. П. Пасечник, один из крупных организаторов геофизических работ в науке и промышленности Е. Е. Петренко, академик АН ГССР Б. К. Балавадзе.

Темой первого заседания симпозиума были проблемы сейсмической разведки — способа изучения недр Земли сейсмическими волнами. О теории распространения таких волн рассказал сотрудник ленинградского отделения Математического института имени В. А. Стеклова АН СССР профессор Г. И. Петрашень, об экспериментальном изучении их в реальных средах — доктор физико-математических наук Е. И. Гальперин. Особенный интерес участников заседания вызвало выступление доктора физико-математических наук А. В. Николаева, посвященное физическим основам разведочной сейсмике.

Специальное заседание было отведено глубинным сейсмическим и тектоническим исследованиям. О путях развития глубинного сейсмического зондирования — одного из основных методов изучения внутреннего строения Земли — рассказала доктор фи-



зико-математических наук И. П. Косминская. Член-корреспондент АН СССР В. В. Белоусов посвятил свой доклад трудностям и путям возможного сближения современной геологии и геофизики. Изучение глубинного строения коры и верхней мантии с помощью региональных геофизических профилей и сверхглубоких скважин стало темой выступления начальника управления геофизических работ Министерства геологии СССР В. И. Зайченко (он прочитал доклад, подготовленный группой авторов). Участники симпозиума заслушали сообщения, посвященные глубинным сейсмическим и тектоническим исследованиям, проведенным на Байкальском рифте, Кавказе, Памире и Тянь-Шане.

На заседании, где обсуждались вопросы теории и практики геологической интерпретации геофизических данных, было сделано несколько докладов. Доктор физико-математических наук В. Н. Страхов рассказал об исследованиях Г. А. Гамбурцева по теории интерпретации гравитационных и магнитных аномалий, доктор физико-математических наук Н. И. Павленкова — о совместных данных глубинного сейсмического зондирования и других геофизических методах.

«Сейсмология и прогноз землетрясений» — так называлось заключительное заседание симпозиума. На нем обсуждались работы по прогнозу землетрясений на Гармском полигоне (член-корреспондент АН АрмССР И. Л. Нерсесов), в Средней Азии (член-корреспондент АН ТаджССР С. Х. Негматуллаев и др.), комплексные исследования по прогнозу землетрясений на Апхабадском полигоне (член-корреспондент АН СССР Ю. Д. Буланже, М. К. Курбанов, В. И. Лыков, А. В. Николаев, Г. А. Соболев), сейсмологические наблюдения с целью прогноза цунами (член-корреспондент АН СССР С. Л. Соловьев). Свое выступление на этом заседании академик М. А. Садовский посвятил проблеме, связанной с зависимостью времени появления предвестников землетрясений от силы сейсмического толчка. Большой интерес вызвали доклады доктора физико-математических наук В. И. Буна (совместно с членом-корреспондентом АН АрмССР И. Л. Нерсесовым, Г. И. Рейснером и В. В. Штейнбергом) — об оценке сейсмической опасности; доктора физико-математических наук В. И. Кейлиса-Борока — о долгосрочном прогнозе землетрясений; доктора технических наук Д. П. Кирноса — о новых методах наблюдательной сейсмологии.

Э. К. СОЛОМАТИНА

Доктор физико-математических наук  
А. Г. МАСЕВИЧ



## Космос должен служить людям (Юниспейс-82)

Вторая Конференция ООН по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях и в интересах развивающихся стран (Юниспейс-82) состоялась в Вене (Австрия) с 9 по 21 августа 1982 года. В ней приняли участие делегации 94 стран — членов ООН, представители 35 специализированных агентств и международных организаций, а также ряда неправительственных организаций.

После 1968 года, когда (тоже в Вене) состоялась первая конференция ООН по исследованию космического пространства, получено огромное количество новых результатов, которые значительно изменили наши представления о Земле, околоземном пространстве и окружающей нас Вселенной. Диапазон использования спутников связи, метеорологических и навигационных спутников, исследования земных ресурсов расширяется невиданными ранее темпами. В ближайшие десятилетия можно ожидать новых успехов в области пилотируемых полетов, длительного функционирования больших орбитальных станций, создания в невосполнимости различных материалов.

Такой прогресс вызвал необходимость разобраться, чем мы располагаем сегодня, каковы реальные возможности использования преимуществ космической техники для хозяйства различных стран, в первую очередь стран развивающихся, как наилучшим образом использовать с этой целью программы существующих космических агентств, двусторонние и многосторонние соглашения в области исследования космического пространства, какова роль Организации Объединенных Наций в координации этих усилий.

Решение созвать международную конференцию обсуждалось неоднократно в ООН на заседаниях Комитета по использованию космического пространства в мирных целях и было принято единогласно 10 ноября 1978 года Генеральной Ассамблеей ООН. Был создан международный оргкомитет — секретариат конферен-

ции, который приступил к работе в 1981 году.

Секретариат конференции и более 200 ученых из разных стран при содействии Комитета по исследованию космического пространства (КОСПАР) и Международной астронавтической федерации (МАФ) подготовили справочные документы. В них рассмотрены следующие проблемы: состояние космической науки и перспективы ее развития; обзор и оценка космической техники; исследование земных ресурсов и окружающей среды; влияние космической деятельности на окружающую среду и космическое пространство; совместимость и взаимодополняемость спутниковых систем; технико-экономическое обоснование и планирование спутниковых систем для передачи учебных программ; эффективное использование геостационарной орбиты; связь космической деятельности с экономическим и социальным развитием; подготовка и обучение потребителей космической техники; сотрудничество в исследовании космоса; роль Организации Объединенных Наций и неправительственных организаций в исследовании космического пространства в мирных целях.

Более 60 стран представили свои доклады секретариату. Кроме того, чтобы глубже ознакомить развивающиеся страны с программой Юниспейс-82, были организованы региональные и межрегиональные семинары. Таких семинаров в 1981 году состоялось четыре: в марте в Аддис-Абебе (Эфиопия, региональный семинар для Африки), в апреле в Буэнос-Айресе (Аргентина, региональный семинар для Латинской Америки), в апреле в Тулузе (Франция, межрегиональный) и в ноябре в Джакарте (Индонезия, региональный для Азии). В 1982 году состоялись семинары в апреле в Кито (Эквадор, региональный для Латинской Америки), в мае в Оттаве (Канада, межрегиональный), в июне в Аддис-Абебе (региональный для Африки).

Все страны, приславшие свои доклады, участвуют, по мере своих воз-



*Члены международного оргкомитета-секретариата конференции.*

*Слева направо:*

*Н. Джасентулиано — исполнительный секретарь оргкомитета (Шри Ланка), А. Абдель-Гани — старший консультант*

*(Египет), Дж. Тассо — старший консультант*

*(Аргентина), Яш Пал — генеральный секретарь*

*орγκοmiteta (Индия),*

*А. Г. Масевич — заместитель генерального*

*секретаря (СССР),*

*Дж. Грей — заместитель генерального*

*секретаря (США),*

*Ю. Бортсмейер — заместитель генерального*

*секретаря (Франция),*

*П. Борман — старший консультант (ГДР)*

возможностей, в тех или иных космических проектах. Как в докладах, так и в сообщениях на семинарах подчер-

кивалось, что участие в космических исследованиях уже принесло или принесет в самое ближайшее время ощутимую пользу. Внесено много ценных предложений, касающихся направленности развития космической техники, продолжительности отдельных программ, обучения специалистов на местах, развития регионального сотрудничества и роли ООН в координации космических исследований.

КОСПАР совместно с секретариатом Юниспейс-82 перед конференцией организовали в Канаде симпозиум, посвященный роли космической науки и техники для развивающихся стран. Участники, представлявшие 15 стран, обсудили влияние космической науки на экономику, культуру и образовательный уровень развивающихся и развитых стран. Оживленно дебатировался вопрос о целесообразности развития космических исследований и фундаментальной науки в экономически отсталых странах. Непосредственно перед конференцией 4—6 августа в Вене прошел симпозиум КОСПАР и МАФ, посвященный современному состоянию космической науки, а во время кон-

ференции 12 августа — международный семинар по наиболее актуальным проблемам астрономии.

В процессе подготовки к конференции было проведено три международных конкурса: на лучшую марку и плакат по тематике Юниспейс-82 и на лучшее сочинение школьников на тему «Что может дать исследование космоса миру и моей стране». Первый приз получил плакат Д. К. Гату из Кении. Этот плакат стал эмблемой конференции. Приятно отметить среди призеров советского участника А. Меркушева, а среди лучших школьных сочинений — работы Е. Громовой (Москва) и В. Саломатиной (Николаев).

Начиная с января 1982 года, ежемесячно в здании ООН в Нью-Йорке проводились выставки на тему: «Использование космических исследований для решения земных проблем». В июне с большим успехом прошла выставка СССР.

Конференцию открыл Генеральный секретарь ООН Перес де Куэльяр. На первом пленарном заседании с приветствием выступил президент Австрии Р. Кирхшлегер, затем состоялись выборы руководящего со-

става конференции. Председателем конференции единодушно избрали В. Пара — министра иностранных дел Австрии, председателями комитетов Р. Кнута (ГДР), М. Ода (Япония) и Д. К. Андере (Кения).

На последующих пленарных заседаниях были заслушаны послания глав государств и выступления глав делегаций. Обсуждение на Юниспейс-82 в основном концентрировалось вокруг следующих трех разделов: состояние и перспективы развития космической науки и техники; использование космической техники для нужд человечества; международное сотрудничество и роль ООН. В итоге на заключительном пленарном заседании был принят Основной документ конференции — объемный доклад, где отражены современное состояние космической науки, перспективы ее развития и применения на благо человечества, а также необходимые мероприятия по использованию космической технологии развивающимися странами и рекомендации ООН для координации международного сотрудничества в области исследования космоса.

Отмечена важная роль «космических» держав в развитии космической науки и техники. В настоящее время около 95% всех исследований и внедрений в этой области принадлежит развитым странам. С другой стороны, вклад развивающихся стран, население которых составляет более 70% населения планеты, не превышает 5%. Хотя развивающиеся страны за последние годы начали использовать космическую технику, они еще далеки от полного освоения ее возможностей. В докладе даны рекомендации, как ускорить этот процесс, в частности, подчеркивается необходимость более тесного сотрудничества развивающихся стран между собой. Такое сотрудничество может выражаться в совместном приобретении и использовании дорогостоящего современного оборудования, организации общих центров обработки информации, создании бортовой, а также измерительной и наземной аппаратуры, приспособленной к условиям и возможностям этих стран.

В докладе отмечались успехи, достигнутые в рамках международного сотрудничества «Интеркосмосом», Европейским космическим агентством, Всемирной метеорологической организацией, организациями «Интерспутник» и ИНМАРСАТ — международной организацией морской спутниковой связи. Примером сотрудничества развивающихся стран с целью использования спутников для совместных нужд стала организация «Арабсат», которая была создана в апреле 1976 года. Цель ее — создание связи для арабских стран. Сей-

час в ней участвует более 20 государств.

В основном документе конференции отмечается, что для того, чтобы развивающиеся страны могли эффективно использовать возможности космической техники и вкладывать средства в свои наземные системы для различных спутников (связи, метеорологических, навигационных), им необходима уверенность, что такие спутники будут регулярно запускаться «космическими» державами в рамках многостороннего или двустороннего сотрудничества. Важную роль в этом должны сыграть международные научные союзы и ООН.

Значительное место в докладе и в дискуссиях занимал вопрос об опасности милитаризации космического пространства, о необходимости борьбы за разоружение, за мир на всей Земле. Недоумение присутствующих неоднократно вызывала позиция делегации США, которая пыталась вообще снять этот вопрос с повестки дня. Тем не менее в заключительном документе четко определена миролюбивая позиция подавляющего большинства стран.

Во время конференции в Вене 25 стран демонстрировали свои достижения в исследовании космического пространства. Выставка пользовалась огромной популярностью у жителей и гостей Вены. Этому способствовало также и участие в конференции и на выставках космонавтов социалистических стран и астронавтов США. Во время конференции весь мир узнал о полете советской женщины-космонавта С. Е. Савицкой. Вокруг видеозанов, на которых демонстрировались последние известия из Москвы, непрерывно толпились участники конференции. С. Е. Савицкая (хотя и была далеко от Вены) стала самым популярным участником конференции.

Пожалуй, наибольшее впечатление во время конференции произвела демонстрация возможностей косми-

ческой техники, организованная секретариатом совместно с рядом стран и международных организаций. На большой (4 × 5 м) экран зала пленарных заседаний через геостационарные и полярные спутники передавались выступления глав ряда государств; была проведена пресс-конференция с экипажем советской орбитальной станции «Салют-7»; показана передача образовательных программ, рассчитанных на отдаленные деревни Индии; научные консультации по экологии между двумя индонезийскими университетами; оказание медицинской помощи жителям отдаленных поселков в Канаде. С помощью спутников связи документация конференции переводилась в Нью-Йорке на все рабочие языки ООН и на следующее утро в виде оттисков раздавалась участникам конференции. На первых пленарных заседаниях синхронный перевод также осуществлялся через спутник из здания ООН в Нью-Йорке. Участники конференции могли получить информацию о результатах дистанционного зондирования, метеорологической ситуации и последних новостях в своей стране. С этой целью в кулуарах были установлены специальные видеозащиты. Всего для этих демонстраций использовались 18 спутников и 39 наземных станций в различных точках земного шара.

Для участников конференции были прочитаны три лекции: «Космические полеты — действительность и воображение» — А. Кларк (Шри Ланка); «Исследование Солнечной системы — прошлое и будущее» — К. Саган (США) и «Человек в космосе» — академик О. Г. Газенко (СССР).

В целом конференция прошла успешно, решения были приняты согласованные. Отрадно отметить, что проблема мирного использования космоса стала лейтмотивом всех мероприятий конференции как в процессе ее подготовки, так и во время проведения.

## **ПРИРОДУ ОХРАНЯЮТ ИЗ КОСМОСА**

Сегодня почти все знают, насколько актуальным становится выявление природных ресурсов, оценка их запасов, возможностей сохранения и восстановления. Но лишь немногие осознают, как остра проблема борьбы с загрязнением нашей планеты, как важна охрана биосферы — в том числе и космическими средствами.

О значении выставки «Космос и охрана природы», которая была от-

крыта в Москве в Выставочном павильоне Всероссийского общества охраны природы, говорит список участников: Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды, Государственный научно-исследовательский и производственный центр «Природа», Всесоюзное объединение «Леспроект», Министерство электронной промышленности, Институт космических исследований АН СССР и другие.

Три небольшие заламестили много интересных экспонатов: стен-

дов, макетов, скульптур, картин. Рассказ хочется начать со стендов, ибо они больше всего отвечают назначению выставки. Итак, стенд «Земля из космоса». Человечество тщательно изучает Землю, наблюдая за состоянием природной среды.

В 1976 году на корабле «Союз-22» космонавты В. Ф. Быковский и В. В. Аксенов провели эксперимент «Радуга» (Земля и Вселенная, 1977, № 2, с. 10.— *Ред.*). На стенде представлены фотокамера МКФ-6, которой они сделали снимки из космоса, фотографии северо-восточного Каспия (донные отложения, подводная растительность), лесов Центральной Якутии, горного оледенения хребтов Памиро-Алая и северо-за-

падного Памира, следов антропогенного воздействия на ландшафты Средней Азии. Составленная по космическим снимкам карта антропогенного воздействия не только показывает степень и характер такого воздействия, но и позволяет рекомендовать, как полностью или частично восстановить или улучшить нарушенные территории, регулировать их использование, чтобы не нанести ущерб природе.

Два стенда посвящены мониторингу: «Мониторинг антропогенных загрязнений атмосферы из космоса» и «Мониторинг состояния водных ресурсов из космоса». На первом показано, как выглядит Европа из космоса, представлены машинные рисунки, иллюстрирующие антропогенное состояние трех урбанизированных районов европейского континента; на втором — машинные рисунки рельефа дна залива Кара-

Богаз-Гол, дающие прогноз его высыхания.

Много новой информации содержат стенды «Космическая съемка — народному хозяйству» (здесь, в частности показаны цветные космические снимки, сделанные ручными фотокамерами с пилотируемых орбитальных станций «Салют»), «Изучение распространения эродированных почв», «Изучение растительного покрова с помощью космических средств», «Обнаружение лесных пожаров и регистрация их последствий».

В одном из залов мое внимание привлек манекен, напоминавший космонавта в ложементе. Оказалось, что это фантом-манекен, который в августе 1969 года на автоматической межпланетной станции «Зонд-7» облетел Луну и возвратился на Землю. В октябре 1970 года он вторично был испытан уже на околоземной орбите на борту искусственного спутника Земли «Космос-368». Фантом-манекен использовался для изучения радиационной обстановки в космосе. Сделан он из материала, близкого по составу к биологической ткани; масса, форма и размеры соответствуют параметрам среднего человека.

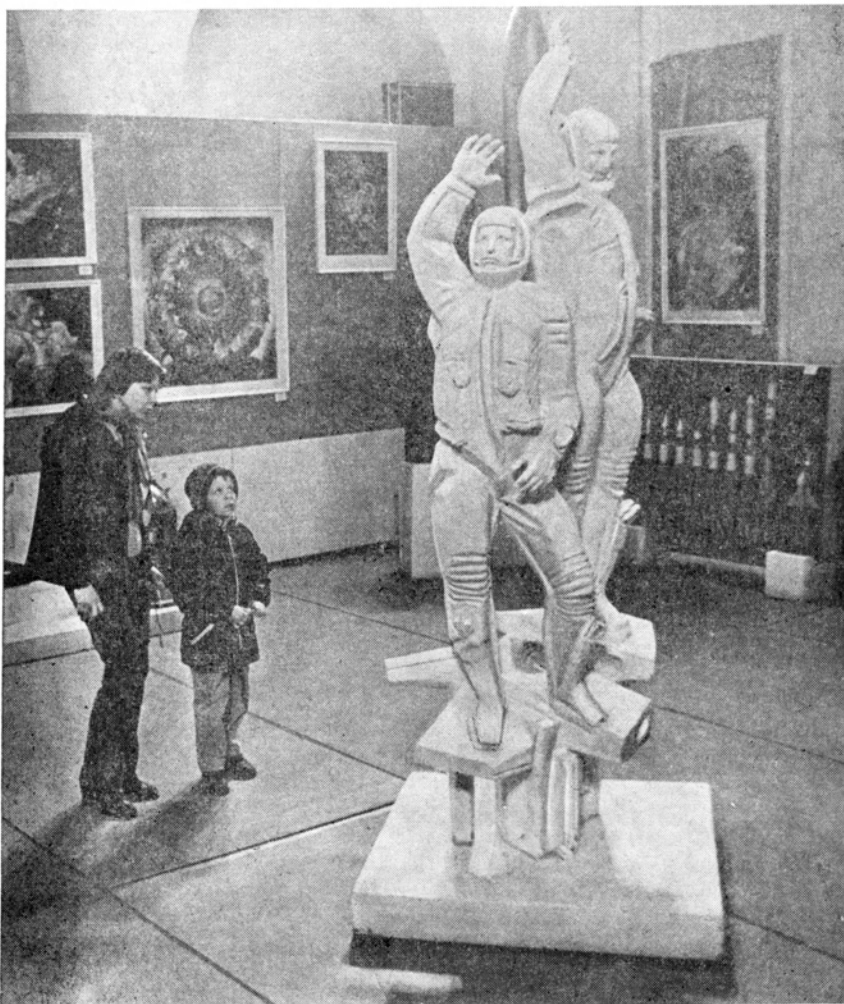
В залах много всевозможных экспонатов. Здесь и макеты искусственных спутников Земли, ракеты «Гирд-Х», лунохода, жидкостного ракетного двигателя; и полетный скафандр космонавта; и модели, сделанные ребятами на Центральной детской технической станции.

Украшением выставки стали произведения художников-фантастов. Особенно хороши картины Б. А. Смирнова-Русецкого «Космическая архитектура», «Розовая туманность», А. И. Веселова «Музыка Земли», Ю. А. Миронова «Возникновение». Очень понравились необыкновенные картины Н. Н. Якимовой, сделанные на фанере, — «Призыв», «Хаос», «Здравствуй, Марс». Изумительно, с большой художественной фантазией использована текстура материала.

В книге отзывов можно прочесть записи, которые оставили люди, приехавшие из самых разных мест нашей огромной страны: Москвы и Ташкента, Пскова и Харькова, Ленинграда, Чечено-Ингушской АССР, Мордовской АССР... Пишут школьники и студенты, инженеры и художники. Один отзыв мне хочется привести: «Экспозиция выставки убедительно показывает огромные возможности космических полетов в прекрасном деле охраны природы. Спасибо всем, кто создал эту выставку, она своевременна, нужна, полезна. Летчик-космонавт СССР А. С. Иванченков».

**Е. И. БАЛАНОВ**

*Посетители выставки у скульптуры Г. В. Франгуляна «Звездные братья»*  
Фото В. Машатина





Доктор физико-математических наук  
А. Д. ПАТАРАЯ  
Кандидат физико-математических наук  
Р. Д. ЛОМАДЗЕ

## Обсуждаются проблемы космической электродинамики

С 13 по 22 декабря 1982 года в Абастумани состоялось первое международное рабочее совещание по теоретическим вопросам космической электродинамики. Организовали это совещание Абастуманская астрофизическая обсерватория АН ГССР и Институт космических исследований АН СССР.

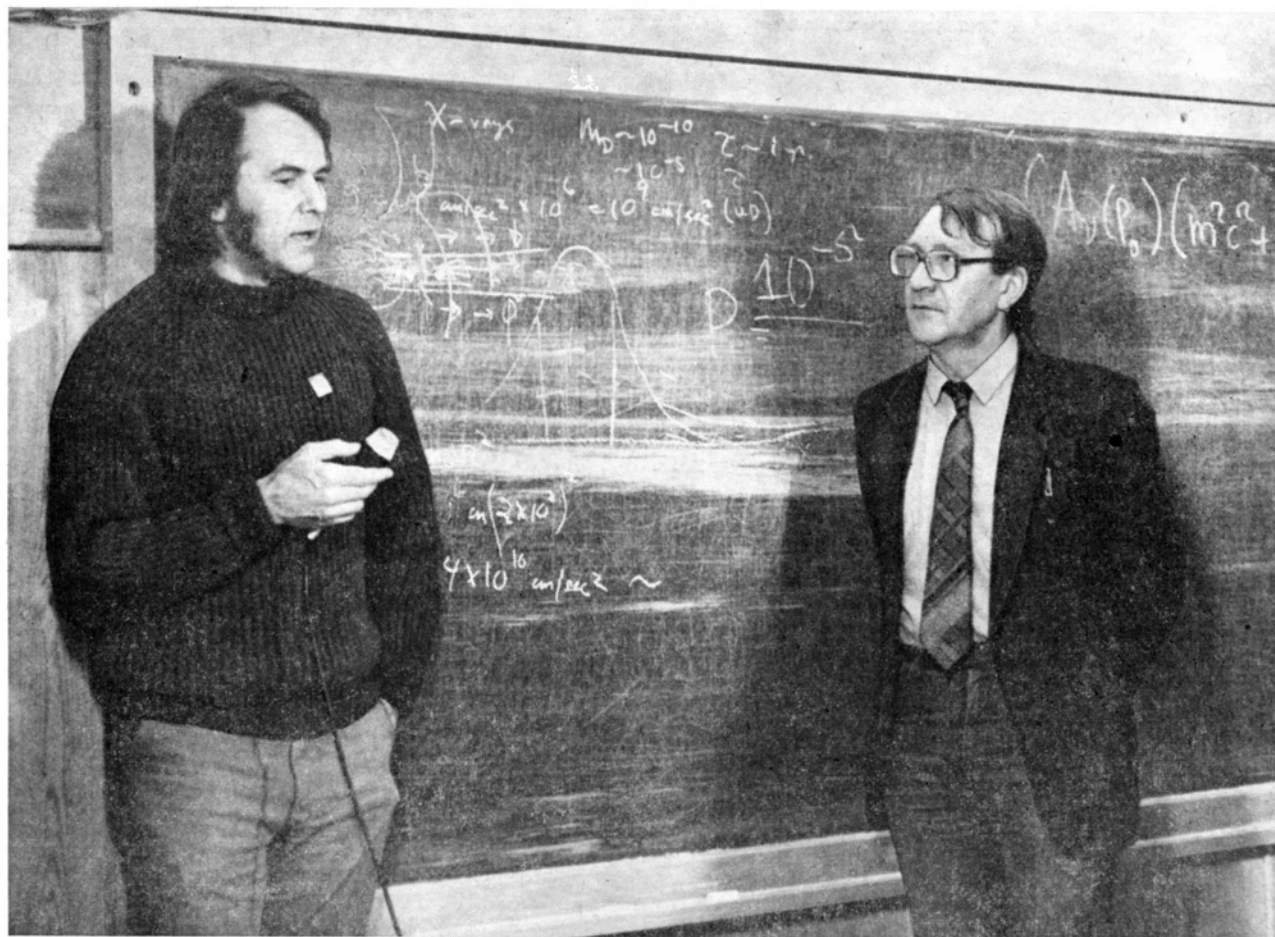
Рабочие совещания по актуальным научным проблемам становятся все

популярнее. Они обычно рассчитываются на небольшое число участников. Так, в Абастумани приехали 28 специалистов, из них восемь — зарубежных. На этих совещаниях участ-

*Профессор Ф. Майкл (слева)  
и академик Р. З. Сагдеев  
во время дискуссии*

ники не только выступают с докладами. Много времени отводится на дискуссию, обмен мнениями.

Рабочее совещание по космической электродинамике не случайно состоялось в Абастуманской обсерватории, где исследования по плазменной астрофизике развиваются с начала 70-х годов. Тогда эти работы возглавлял профессор С. А. Каплан (1921—1978). Сегодня руководимый





членом-корреспондентом АН ГССР Дж. Г. Ломинадзе отдел теоретической астрофизики в составе кандидатов физико-математических наук Г. З. Мачабели, Л. И. Харбедия, Э. Г. Цикаришвили, Г. Д. Чагелишвили, авторов статьи и ряда молодых перспективных физиков разрабатывает немало актуальных проблем. К ним относится, например, изучение электронно-позитронной плазмы, которая должна существовать вблизи нейтронных звезд вследствие бурного рождения пар электронов и позитронов в чрезвычайно сильном магнитном поле. В исследовании электронно-позитронной плазмы, а также в теории излучения пульсара, расположенного в Крабовидной туманности, многие результаты грузинские астрофизики получили совместно с докторами физико-математических наук А. Б. Михайловским (Институт атомной энергии имени И. В. Курчатова) и В. В. Усовым (Институт космических исследований). На совещании с обзором плазменных механизмов излучения пульсаров выступил Дж. Г. Ломинадзе.

Сотрудники отдела теоретической астрофизики сделали 10 докладов, посвященных свойствам нелинейных волн в электронно-позитронной плазме, природе активности Крабовидной туманности, особенностям ускорения релятивистских электронов в космических радиоисточниках (квазарах, радиогалактиках) и формирования их спектров, некоторым эффектам, связанным с пересоединением магнитных силовых линий в магнитосфере Земли, ряду явлений в плазме околоземного пространства и Солнца.

В работе совещания участвовали директор Института космических исследований АН СССР академик Р. З. Сагдеев и ведущие научные сотрудники этого института — доктора физико-математических наук А. А. Галеев, С. С. Моисеев, В. В. Усов, В. Д. Шапиро, В. И. Шевченко, в чьих докладах освещались разные аспекты теории плазменной турбулентности. На эту же тему сделал сообщение доктор М. Шкорич из Научного центра имени Б. Кидрича в Белграде.

В ходе выступлений соблюдалась удачная пропорция между работами, представляющими фундаментальный интерес для физики плазмы и астрофизики, и исследованиями конкретных космических объектов. Отметим доклады члена-корреспондента АН АрмССР Д. М. Седракяна (Ереванский государственный университет) «Магнитное поле нейтронной звезды», докторов физико-математических наук В. Е. Захарова (Институт теоретической физики АН СССР) «Теория ветрового волнения», В. И. Петвиашвили (Институт атомной энергии) «Красное пятно Юпитера и дрей-



*В перерыве между заседаниями (слева направо) доктор физико-математических наук А. А. Галеев и член-корреспондент АН ГССР Дж. Г. Ломинадзе*

фовый солитон в плазме», В. Н. Цытовича (Физический институт АН СССР) «О спектрах космических лучей».

Сибирское отделение АН СССР представляли на совещании специалисты, работающие в различных институтах, и в их числе — заместитель директора Института ядерной физики, член-корреспондент АН СССР Д. Д. Рютов, сделавший доклад «Двойные слои в плазме открытых ловушек».

Профессор Т. Онума (Япония) посвятил свое выступление излучению волн в плазме, кандидат физико-математических наук В. Д. Егоренков (Харьковский государственный университет) — плазменным неустойчивостям, важным для астрофизических приложений.

В творческой, дискуссионной атмосфере прошли семинары. На одном из них, посвященном теории магнитосфер пульсаров, с обстоятельной лекцией выступил крупный специалист в этой области профессор Ф. К. Майкл (США). При активном участии профессора Дж. Сакаи (Япония) и кандидата физико-математических наук Л. М. Зеленого (Инсти-

тут космических исследований) работал семинар по вопросам пересоединения магнитных силовых линий в космической плазме. Усилиями доктора физико-математических наук Г. М. Заславского (Институт физики СО АН СССР) был организован семинар по «странным аттракторам» — так называют возможность определенной регулярности в хаотическом поведении динамической системы.

Большой интерес вызвала лекция академика Р. З. Сагдеева, доктора физико-математических наук А. А. Галеева и директора Института ядерной физики в Будапеште К. Сегё о предстоящих исследованиях кометы Галлея в 1986 году, о проектах полетов к комете космических аппаратов.

Рабочее совещание по теоретическим вопросам космической электродинамики дало его участникам богатую пищу для раздумий, позволило наладить научные контакты, наметить пути дальнейших исследований. Участники совещания выразили благодарность организационному комитету, который возглавляли директор Абастуманской астрофизической обсерватории член-корреспондент АН СССР Е. К. Харадзе и член-корреспондент АН ГССР Дж. Г. Ломинадзе.

Фото А. Богданова



Доктор географических наук  
А. А. АКСЕНОВ

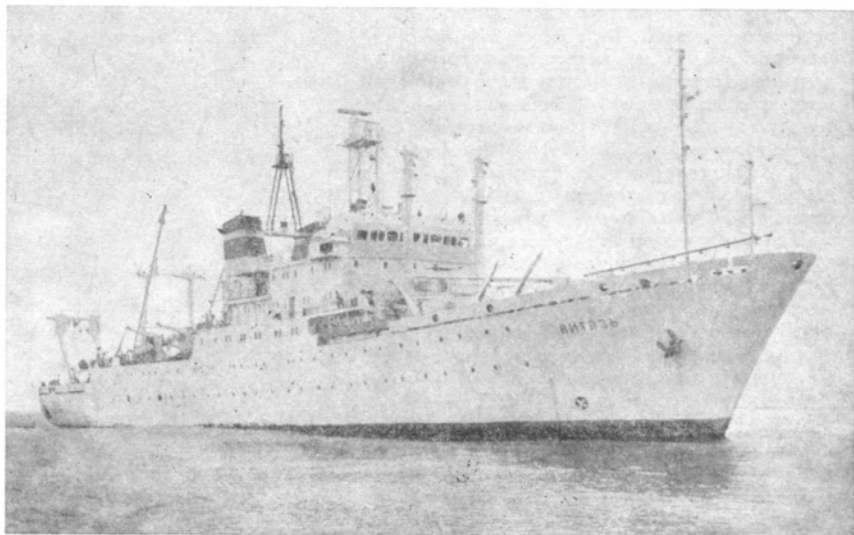
## Вторая экспедиция нового «Витязя»

16 апреля 1982 года из Новороссийска вышел в свою вторую экспедицию новый «Витязь», построенный на Щецинской верфи в ПНР. Научно-исследовательское судно направлялось в Атлантику. Оно имеет 26 научных лабораторий со специальным оборудованием, новую систему управления палубными лебедками — гидравлическую, на корме имеется мощная П-рама и слип. Важная часть оборудования судна — водолазный комплекс, состоящий из барокамер и колокола, рассчитанного для работы на глубине до 250 м (Земля и Вселенная, 1982, № 6, с. 60.— Ред.).

В первом рейсе «Витязя», который проходил в феврале-марте 1982 года в Средиземном море и Атлантике, главной задачей было всестороннее испытание водолазного комплекса, а во втором, помимо выполнения научной программы, предстояло испытать палубные и лабораторные устройства. Научная программа второго рейса состояла из трех основных разделов: гидрологических исследований в районе Гольфстрима по программе «Разрезы», биологических исследований по программе «Экосистема» и экспериментальных работ — испытаний измерительной системы, предназначенной для регистрации космических частиц высоких энергий в толще воды. Кроме того, в экспедиции вели работы группа геологов и ботаников.

Подготовительный этап проходил в зоне разлома Океанограф на Срединно-Атлантическом хребте. Здесь были опробованы и отлажены палубные устройства, подготовлены наборы лебедочных тросов.

Программа «Разрезы» предусматривает тщательные исследования в не-



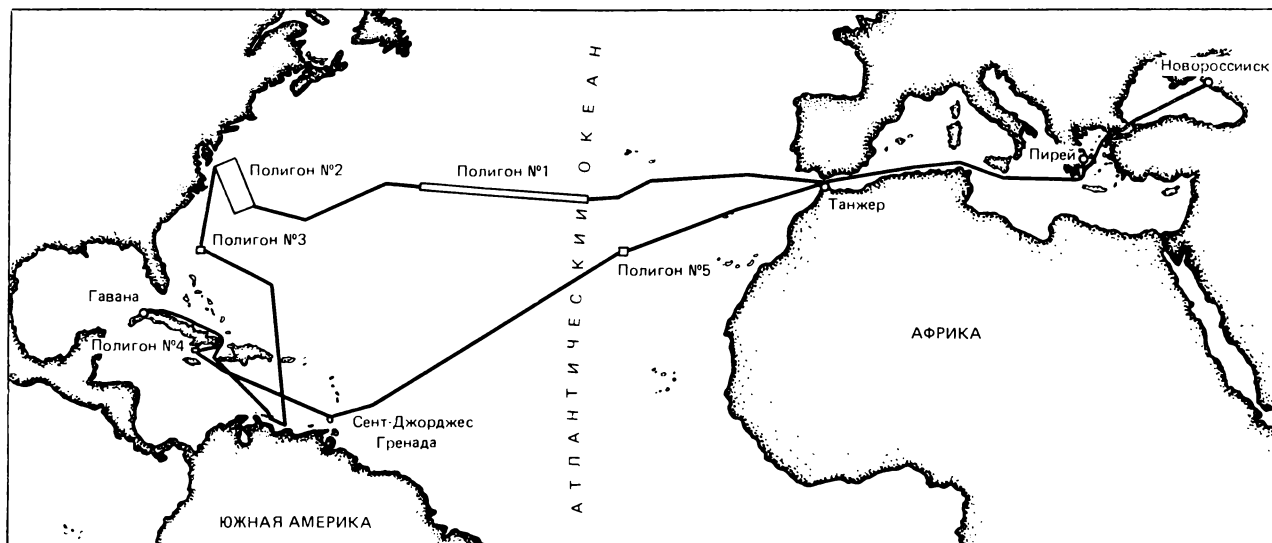
*Научно-исследовательское судно «Витязь»*

скольких энергоактивных районах Мирового океана. В них, согласно имеющимся данным, энергетическое взаимодействие океана и атмосферы наиболее интенсивно. Возникающие в таких зонах значительные аномалии теплового состояния атмосферы удерживаются длительное время и определяют состояние погоды в весьма удаленных от них районах суши. Известно, что аномалии в районе Гольфстрима непосредственно влияют на погоду в Европе. Очень важно изучить механизм этого явления и разработать метод долгосрочного прогноза погоды. Конкретные расчеты выполнялись в ходе подготовки программы «Разрезы». Установлено,

что температурные аномалии, возникающие в районе Гольфстрима, проявляются в Европе через несколько месяцев.

На трех гидрологических разрезах экспедиция измеряла температуру и соленость вод до глубины 2000 м. Одновременно проводились метеорологические измерения. В результате удалось получить количественные оценки теплообмена океана и атмосферы при разных синоптических условиях. Была зафиксирована существенная температурная аномалия, которая, возможно, и проявилась в зимний период 1982—1983 годов в Европе.

Проводить измерения в Гольфстриме — дело весьма сложное. Достаточно сказать, что это мощное течение имеет ширину 100 км, простирается в глубину до 2 км и движется со скоростью 2—2,5 м/с. Экспедиция



### Маршрут экспедиции

на «Витязе» выполнила гидрологическую съемку в весенний сезон. Предстоит сделать серию таких измерений, чтобы охватить разные сезоны года и разные синоптические условия. Подобные работы проводятся систематически еще в нескольких районах Атлантического и Тихого океанов.

Исследования по программе «Эко-система» биологи экспедиции осуществили на нескольких подводных возвышенностях, и особенно детально — на горе Большой Метеор, плоская вершина которой погружена почти на 300 м. Биологические исследования на подводных хребтах и горах в открытом океане имеют важное практическое значение. Известно, что в районах подводных возвышенностей держатся промысловые скопления рыбы. Открытая часть океана за пределами двухсотмильных зон — достояние всего человечества, и здесь соблюдается режим открытого моря.

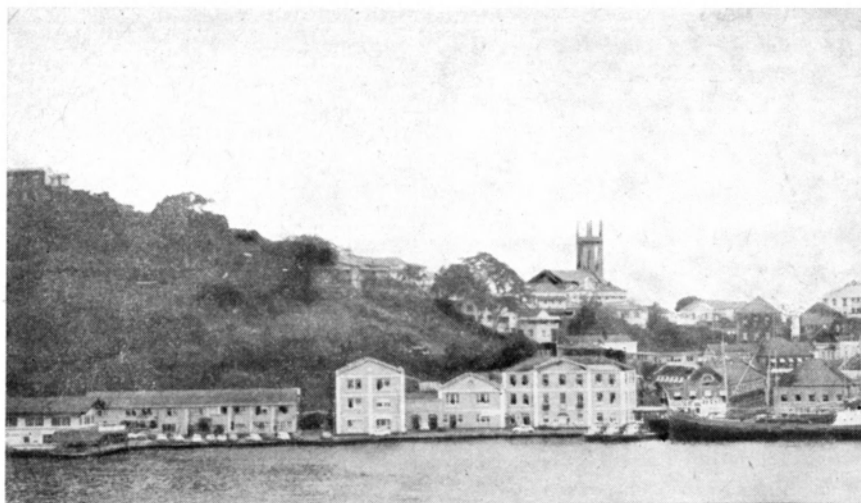
Для рациональной эксплуатации новых районов рыболовства необходимо определить запасы промысловых рыб, их кормовую базу и изучить общие закономерности формирования этих своеобразных «оазисов» среди малопродуктивных вод открытого океана. Биологи экспедиции изучили донную фауну на вершинах под-

водных гор и склонах, состав и распределение рыб, бентоса, планктона. Весьма удачно здесь использовали большой промысловый трал наряду с традиционными орудиями лова, которые применяются в научных исследованиях. В результате удалось значительно расширить представление о составе ихтиофауны, получить важные данные о донной фауне и глубоководных рыбах.

### Улов промыслового трала на палубе «Витязя»



До сих пор господствует представление, что фауна подводных гор — это глубоководная фауна, заселившая склоны и постепенно перешедшая на относительно малые глубины. Эти представления и в самом деле справедливы для подводных гор Антарктики. Однако материалы второго рейса «Витязя» достаточно определенно показали: горы Жозефин, Рокавей и детально обследованная гора Большой Метеор имеют фауну, сходную по составу с фауной шельфа и континентального склона Атлантического



*Сент-Джорджес. Вид с моря*

океана. Разумеется, для окончательного решения вопроса о происхождении фауны подводных гор необходим дополнительный материал. Но сама проблема подводных гор — в широкой постановке — имеет большое

*Капитан «Витязя» Н. В. Апехтин вручает портрет В. И. Ленина заместителю премьер-министра Гренады Б. Корду*



будущее. Видимо, следует посвятить отдельные экспедиции детальному изучению подводных гор тропической зоны океана.

Работы группы физиков были посвящены испытанию новой измерительной системы, предназначенной для регистрации космических частиц высоких энергий в подводной толще. Существуют сходные устройства и на суше, но на результатах измерений в глубоких шахтах весьма сказывается влияние рельефа и геологического строения толщи горных пород. В то же время толща океанских вод

достаточно однородна на больших глубинах и потому удобна для размещения тех или иных измерительных средств. На этом основан проект ДЮМАНД, согласно которому на больших глубинах (порядка 5 км) должны быть установлены регистрирующие устройства, сплошь покрывающие значительную площадь. Весьма важно определить оптимальные глубины и еще важнее — оптимальную площадь всей измерительной системы. Если это будет площадь в десятки квадратных километров, то проект окажется просто неосуществимым. Если площадь будет слишком мала, то вероятность регистрации частиц окажется ничтожной и соответственно возрастет время экспозиции измерительного устройства. Проект ДЮМАНД не является пока международным, но подготовка к нему идет (*Земля и Вселенная*, 1979, № 1, с. 13.— Ред.).

В экспедиции прошла испытания измерительная система, составленная из блоков, иллюминаторы которых имели диаметр 80 см. Система работала автономно и спускалась на глубину до 6 км. На специальной раме были укреплены три блока с 12 фотоумножителями в каждом, аккумулятором, гидростатическим управляющим устройством и регистратором. Предварительные погружения системы показали, что она вполне герметична и включает измерительные блоки на заданных глубинах. Испытания проводились в глубоководном желобе Кайман вблизи южного побережья Кубы. На глубинах 2, 3 и 4 км испытания прошли нормально и лишь при погружении на 5 и 6 км защитные иллюминаторы всех трех измерительных блоков деформировались, что привело к разрушению стекол фотоумножителей. Таким образом, была доказана принципиальная пригодность аппаратуры для регистрации частиц высоких энергий, но защитные иллюминаторы необходимо заменить на более жесткие, способные выдерживать давление на больших глубинах.

Геологи собрали много образцов современных осадков, в том числе обломков литифицированного фораминиферового ила. Последние, ве-

роятно, образовались во время подводных извержений вулканов.

«Витязь» заходил в греческий порт Пирей, в марокканский порт Танжер, в Гавану и в Сент-Джорджес — столицу Республики Гренада, ставшей недавно независимым государством. С 1650 года небольшой остров Гренада и еще два маленьких острова свыше 100 лет были колонией Фран-

ции, с 1783 года Гренада сделалась владением Британской короны.

Во время стоянки в порту Сент-Джорджес на судне побывали около 700 жителей Гренады, его посетили руководители Республики, гренадские ученые. Гренадцы проявили большой интерес к жизни нашей страны. На проведенной пресс-конференции капитан судна Н. В. Апехтин и начальник

экспедиции А. А. Аксенов подробно рассказали об Институте океанологии АН СССР, о задачах, которые стоят перед специалистами, изучающими Мировой океан, о работах экспедиции на «Витязе».

Судно вернулось в Новороссийск 16 июля 1982 года.

## ВУЛКАН ЭЛЬ ЧИЧОН И ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

Имеются веские основания считать, что режим вулканической активности существенно влияет на изменение климата. Масса аэрозольных частиц, скапливающихся в нижней атмосфере в результате извержения вулканов, способна сильно понизить прозрачность атмосферы. Солнечных лучей проникает меньше, и температура воздуха у поверхности Земли понижается. После крупных вулканических извержений взрывного характера средняя температура воздуха, как показывают данные наблюдений, понижалась на несколько десятых градуса в течение двух-трех лет. Затем, по мере выпадения аэрозольных частиц, прозрачность атмосферы начинала расти и похолодание прекращалось.

За последнее столетие особенно воздействовали на состояние атмосферы извержения вулканов Кракату (Индонезия, 1883 год) и Катмай (Аляска, 1912 год). Меньшее влияние оказали многочисленные слабые извержения, в частности вулкан Агунг (Индонезия, 1963 год).

В конце марта — начале апреля 1982 года в Южной Мексике произошло новое сильное извержение — взорвался вулкан Эль Чичон. Член-корреспондент АН СССР М. И. Будыко проанализировал многочисленные сообщения об этом извержении, опубликованные в ряде периодических изданий. В них говорилось, что большое облако пыли, порожденное этим взрывом, может, распространяясь в атмосфере, значительно охладить климат на несколько ближайших лет. Пылевое облако впервые было обнаружено над Тихим океаном, на высоте от 20 до 25 км с самолета, проводившего там наблюдения за состоянием атмосферы.

Облако это, возможно, наибольшее из всех, что образовались при извержениях за последние 70 лет. Взрыв вулкана Кракату в 1883 году считается стандартом для оценки выбро-

сов вулканической пыли и газа. Этот выброс условно соответствует «индексу пылевого экрана», равному 1000 единиц. Эль Чичон по той шкале, вероятно, может составить 300—500 единиц.

В сообщениях также говорилось, что облако стратосферного аэрозоля, порожденное вулканом Эль Чичон, сначала охватило весь пояс приэкваториальных широт (до 30° с. ш.), а затем распространилось к средним и высоким широтам Северного полушария. В октябре 1982 года влияние стратосферного аэрозоля на оптические явления в атмосфере обнаруживалось в различных районах нашей страны в виде ярко-красных зорь.

Как считает М. И. Будыко, аэрозольное облако, возникшее при взрыве вулкана Эль Чичон, способно и в самом деле на два-три года снизить прозрачность стратосферы и несколько уменьшить количество радиации, поступающей в верхнюю стратосферу. В результате в Северном полушарии средняя температура приземного слоя воздуха может понизиться, но не более чем на несколько десятых градуса. Однако такое колебание температуры едва ли задержит на сколько-нибудь длительный срок идущий сейчас процесс глобального потепления.

Метеорология и гидрология, 1983, 1.



## ЛЕДНИКОВЫЙ ЩИТ НА ТИБЕТЕ?

Тибет — самое обширное и высокое нагорье планеты: площадь его около 2 млн. км<sup>2</sup>, плоскогорный доколь имеет абсолютную высоту 4—5 тыс. м, а «насаженные» на него хребты воздымаются до 6—7 тыс. м. Представления о древних оледенениях нагорья до недавнего времени базировались лишь на дневниковых записях путешественников прошлого и общих соображениях о палеоклимате Центральной Азии, который рисовался крайне сухим и неблагоприятным для роста ледников. Так что древние ледники Тибета считали небольшими, имевшими общую площадь вместе с Гиндукушем не более 40 тыс. км<sup>2</sup>.

Летом 1981 года следы оледенения Тибета изучала совместная китайско-западногерманская экспедиция (Sterne und Weltraum, 1983, № 3). Предварительные ее результаты сразу привлекли внимание неожиданностью научных выводов, которые ломают традиционные взгляды на оледенение Тибета. Один из главных выводов состоит в том, что около 20 000 лет назад (вюрмская ледниковая эпоха) вся территория Тибета, исключая лишь межгорную впадину Цайдама, была сплошь покрыта льдом. В центральной части нагорья, вероятно, располагался выпуклый ледниковый щит, подобный современному покровам Антарктиды и Гренландии. По размерам это древнее оледенение, видимо, не уступало нынешнему гренландскому.

Современный климат Тибетского нагорья отличается крайней суро-



Кандидат педагогических наук  
Е. П. ЛЕВИТАН

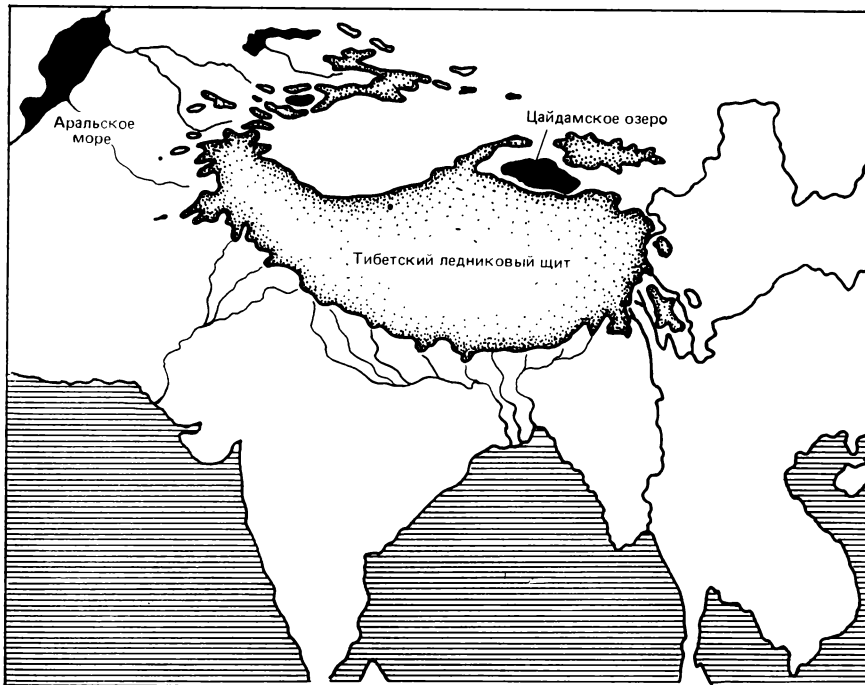
## Гуманизация

### ИСТОКИ «ЕРЕТИЧЕСКОЙ» ИДЕИ

Основная идея статьи может и в самом деле показаться «еретической». Суть ее в том, чтобы значительно усилить не физико-математическую (как это обычно стремятся сделать в последние годы!), а гуманитарную составляющую общеобразовательного курса астрономии, обратиться школьную астрономию к проблемам человека в окружающем его мире. В настоящее время такая обращенность свойственна многим наукам. В ней прослеживается фундаментальная особенность происходящего на наших глазах интеграционного развития естественных и общественных наук. Этот процесс, как и предвидел К. Маркс, приведет к тому, что в будущем вся наука станет наукой о Человеке.

Неумолимый бег времени приближает нас к отметке «2000 год». И теперь, когда не за горами грань тысячелетий, уже не только фантасты пытаются заглянуть в XXI век, предугадать, что он принесет людям, как будут решаться глобальные проблемы, по какому пути пойдет развитие науки и техники, просвещения и искусства. Марксисты убеждены, что решение глобальных проблем человечества будет найдено в русле социальных преобразований общества, имеющих своей конечной целью достижение коммунистических идеалов. Поэтому не случайно контуры будущего уже проявляются в нынешних свершениях общества развитого социализма. Важное место отводится воспитанию и образованию молодежи. А повышение эффективности и качества учебно-воспитательного процесса неотделимо от совершенствования содержания образования, иными словами, от выбора общеобразовательных предметов и включаемых в них вопросов. Должен ли и впредь сохраняться существующий набор учебных предметов?

Естественно, астрономическая общественность заинтересована в том, чтобы в школе и средних ПТУ астрономия осталась самостоятельным учебным предметом. Такое стремление продиктовано и пристрастностью к самой дисциплине, и многовеко-



### *Гипотетическая реконструкция последнего ледникового щита Тибета и Цайдамского озера*

востью и сухостью, которые определяют довольно высокий сейчас уровень снеговой линии (5500—6000 м). Поэтому современное оледенение Тибета сравнительно невелико. Однако в эпохи похолоданий последнего миллиона лет, как утверждают участники экспедиции, снеговая линия испытывала снижения, и размах таких снижений был гораздо больше, чем предполагалось прежде. Сопоставляя свежие следы оледенений с высотами современных пиков и гребней, экспедиция установила, что снеговая линия в вюрмскую эпоху снижалась на 1000—1200 м. Этого вполне достаточно, чтобы огромные территории нагорья оказались выше снеговой линии и там устойчиво накапливался фирн и лед.

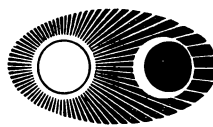
Таким образом, оказывается, что условия ледниковых эпох нагорья были много влажнее современных. Об этом говорят не только масштабы оледенения, но и данные о размерах и возрасте озера-моря, существ-

вовавшего в Цайдамской впадине. Площадь его достигала 70 тыс. км<sup>2</sup>, то есть превышала площадь современного Аральского моря. Обращает на себя внимание тот факт, что в ледниковые эпохи разрастались и озера бессточных впадин Монголии. Что касается других озер Тибета — высокогорных бассейнов, подобных памирскому Каракулю, то изучение осадконакопления на их дне, проведенное китайскими учеными, показало: формироваться они начали только 10 тыс. лет назад, после отступления льда.

Крупный ледниковый щит Тибета на современной границе тропической Индии должен был сильно влиять на атмосферную циркуляцию ледниковых эпох, поэтому установление факта его существования может иметь ключевое значение для современных палеоклиматических концепций.

Доктор географических наук  
М. Г. ГРОСВАЛЬД

## школьной астрономии



АСТРОНОМИ  
ЧЕСКОЕ  
ОБРАЗОВАНИЕ

выми педагогическими традициями. В прошлом астрономию обязательно включали и в число «семи свободных искусств» (наряду с геометрией, грамматикой, арифметикой, музыкой и др.), и в знаменитый «квадривиум» (наряду с арифметикой, геометрией и музыкой). За несколько веков до нашей эры грек Анаксагор (500—428 г. до н. э.) на вопрос, «ради чего лучше родиться, чем не родиться», отвечал: «чтобы созерцать небо и устройство всего космоса». А спустя века римлянин Марк Аврелий (121—180) говорил: «Кто не знает, что такое мир, в котором он живет, тот не знает, где он...». В более позднее время за астрономию ратовали Франсуа Рабле и Томас Мор, Ян Амос Коменский и Джон Локк, Жан-Жак Руссо и Михаил Ломоносов. Последнему принадлежат замечательные слова: «Красота, важность, обширность, величие астрономии не только возвышают дух мудрых, возбуждая их пылливость и усердие, не только прельщают умы граждан просвещенных и находящихся отраду в науках, но и необразованную толпу приводят в изумление». Напомним, что астрономия входила в учебный план Славяно-греко-латинской академии, в которой учился Ломоносов, и уж, конечно, ее преподавали в знаменитой Школе математических и навигацких наук. В русских реальных училищах и гимназиях второй половины XIX века излагались основы космографии. А в первые послереволюционные годы в школах Советской Республики существовал курс «астрономии и метеорологии».

Последние полвека астрономия входит в учебный план общеобразовательной школы, а с появлением средних ПТУ — и в планы этих учебных заведений. Заметим, что стран, в которых астрономия изучается как самостоятельный учебный предмет, пока немного. Но есть основание предполагать, что положительный опыт СССР, ГДР и Франции получит распространение. Например, в ФРГ сейчас возрос интерес к астрономии.

Конечно, дело не только и не столько в прекрасных традициях, сколько в тех возможностях, которыми обладает преподавание астро-

номии, научно обоснованное и методически грамотно разработанное. Эти возможности в настоящее время реализуются недостаточно, то есть налицо еще неиспользованные резервы укрепления позиции астрономии как самостоятельного учебного предмета.

### ЗАДАЧИ «КЛАССИЧЕСКИЕ» И «НЕКЛАССИЧЕСКИЕ»

Оказывается, в методике преподавания астрономии есть и такие. Сейчас уже ясно, что изучение астрономии помогает школьникам понять многие наблюдаемые явления, дает представление об астрономической картине мира, показывает действие физических законов в масштабах «космической лаборатории», способствует формированию диалектико-материалистического, атеистического мировоззрения. Это и есть кратко сформулированные основные «классические» задачи, которые призван решать курс астрономии.

Перейдем теперь к «неклассическим» задачам. Их по крайней мере три.

**Первую** можно условно назвать «реанимация интереса к учению». Педагоги и психологи серьезно озабочены тем, что у многих учащихся заметно снизился интерес к учебному процессу. Это очень затрудняет осуществление всеобщего среднего образования в нашей стране. Устойчивая тяга к учению, к приобретению дополнительных знаний должна формироваться в школе. Между тем нередко и учебники написаны сухо, неинтересно, и от уроков веет скукой. Авторы учебников и учителя упускают из вида известный психологам факт: интерес — это один из мощных мотивов, побуждающих школьников к учению. Практика преподавания астрономии в средних ПТУ показала, что астрономия, как правило, интересует даже «трудных» учеников! Думается, это не случайно. И потому не следует ли попытаться использовать курс астрономии для перестройки всей учебной деятельности школьников — для воспитания у них активного заинтересованного отношения к учебе?

**Вторая задача** связана с формированием «нетрадиционного», творческого мышления. Едва ли нужно доказывать актуальность такого рода мышления в современную эпоху. Характерное для астрономии «космическое мышление» отличается рядом специфических особенностей, поскольку людям, изучающим астрономию, приходится оперировать огромными пространственно-временными масштабами, анализировать данные весьма многочисленных и разнообразных наблюдений, вскрывать неоднозначную сущность явлений, которые лишь на первый взгляд кажутся «простыми» и «очевидными». Долгое время считалось, что творческое мышление относится к области эвристики, интуиции, озарения и т. п. Однако в последние годы все большее внимание привлекает идея управления процессами творческого и изобретательского труда, их алгоритмизации. На этом пути немалых успехов добился еще в 50—60-х годах известный астрофизик Ф. Цвикки (1898—1974). Швейцарец по происхождению, он долгие годы работал на крупнейших обсерваториях США, занимаясь проблемами внегалактической астрономии и физикой сверхновых звезд. Цвикки разработал метод «морфологического анализа» изучаемых объектов и систем, который успешно применял не только в астрономических исследованиях, но впоследствии и в совершенно другой области — ракетной технике, получив в общей сложности 50 патентов.

Наконец, **третья «неклассическая» задача** связана с воспитанием активной жизненной позиции учащихся. Современная педагогика рассматривает степень ее сформированности как важнейший итоговый показатель всей воспитательной работы, проводимой школой и системой профтехобразования. Именно для решения этой задачи необходима, по нашему мнению, гуманизация школьной астрономии.

### СУЩНОСТЬ «ГУМАНИЗАЦИИ»

Представляется целесообразным распространить на школьную астрономию то, что принято называть процессом гуманизации, особенно ярко проявляющимся в социалистическом обществе и не случайно оказавшимся предметом острой идеологической борьбы в современном мире. Гуманизировать курс астрономии — значит связать его с теми важнейшими общечеловеческими проблемами, которые решала, решает и будет решать астрономическая наука.

За многие тысячелетия астрономия накопила не только множество знаний о Вселенной и способах ее ис-

следования, но и то, что принято называть опытом эмоционально-целостного отношения к миру. Сегодня все отчетливее проявляются космологические истоки эстетики (возможно, также этики и психологии), глубочайшая взаимосвязь микро- и мегамира, основные черты строения и эволюции Вселенной, ее фундаментальные свойства, а значит, создаются предпосылки к тому, чтобы понять, почему Вселенная такая, какой мы ее застали, и каким образом ее свойства связаны с фактом существования жизни во Вселенной. Но сколь поверхностно эти глубочайшие научные и мировоззренческие проблемы отражаются на уроках в школе! Мы часто сетуем на прагматизм тех школьников, которые учатся ради хорошей отметки, но как редко мы находим время и повод для того, чтобы возвысить их душевные порывы, обратить их мысли к вечным проблемам и красоте мироздания, смыслу существования и развития науки, человека и человечества!

Решая «классические» задачи, стоящие перед обучением основам астрономии, необходимо прежде всего максимально связывать учебный материал с жизнью и практикой, поскольку астрономия сама возникла из практических потребностей человека и развивалась по мере их расширения и усложнения. Курс астрономии дает возможность это показать на многих убедительных примерах — от измерения времени и определения координат до вопросов астродинамики и космонавтики, где небесная механика играет роль «инженерной» науки. Так как курс астрономии больше, чем какой-либо другой учебный предмет, связан с космонавтикой, то именно на уроках астрономии нужно объяснять школьникам, какое научное и практическое значение имеет исследование и использование космоса, в какой мере уже сейчас окупаются и приносят практическую пользу полеты в космос автоматических аппаратов и пилотируемых космических кораблей.

Формирование научного мировоззрения представляет собой, безусловно, важнейшую из задач, объединяющую все остальные. Формирование мировоззрения есть стержневая проблема всего дела воспитания, ибо через осознание объективной действительности и смысла жизни мировоззрение связано с умственным, трудовым и физическим воспитанием, через выработку активной жизненной позиции — с нравственным воспитанием и, наконец, через эстетические идеалы — с эстетическим воспитанием.

Именно в мировоззренческом плане, в плане выявления отношения человека к окружающему его миру

все большую актуальность приобретает проблема «Человек и Вселенная». Со времен Коперника человечество постепенно отвыкает от представления о своем центральном положении в Солнечной системе, Галактике, во Вселенной. Но при этом все развитие астрономической науки показывает, что жизнь (а тем более разум!) в Солнечной системе, в Галактике, во Вселенной — явление, которое нельзя назвать ни повсеместным, ни хотя бы весьма распространенным. Тысячами нитей жизнь на Земле связана со Вселенной. И похоже, что Человек не только сын Солнца, как образно говорил К. А. Тимирязев, но и сын Галактики, сын Вселенной. Настало время, не ограничиваясь рассмотрением системы «Человек — Солнечная система», перейти к изучению на уроках астрономии и других систем: «Человек — Галактика» и «Человек — Вселенная». При указанном подходе широко обобщается понятие среды обитания человека, что, конечно, имеет огромное мировоззренческое значение (Земля и Вселенная, 1978, № 6, с. 69.— Ред.). Очевидно, что при таком подходе в курсе астрономии придется затронуть проблему соединения экологии и космонавтики, показав, в частности, несостоятельность доктрин и концепций, получивших в настоящее время распространение на Западе. Теория горячей Вселенной, воссоздавая сценарий «первых мгновений», выявляет условия, реализации которых привела к появлению «нужного» соотношения самых легких химических элементов (водорода и гелия). Можно лишь фантазировать о том, по какому пути пошла бы эволюция Метагалактики, если бы это соотношение оказалось иным.

Антропный принцип как раз и представляет собой своеобразное отражение фундаментальной связи, существующей между микро- и мегамиром (Земля и Вселенная, 1982, № 3, с. 48.— Ред.). Это своего рода попытка ответить на вопрос, почему мы есть в этом мире. В необозримом океане космической плазмы лишь кое-где, вероятно, можно будет встретить «костровки жизни». Рассеяны ли они хаотично или предпочитают группироваться там, где дифференциальная скорость вращения Галактики равна угловой скорости вращения ее спиральных рукавов (на коротационном радиусе), или вблизи загадочного галактического центра, либо они, напротив, исключительная редкость (а значит, Земля практически уникальна...)?

Думается, не только на внеклассных занятиях по астрономии, но и на уроках полезно знакомить учащихся с современными представлениями о возможности существования

и обнаружения жизни и разума во Вселенной. «Здравый смысл» каждый день ждет контакта с представителями вневременных цивилизаций, но не напрасно ли? А что, если в Галактике и в самом деле лишь ничтожное число цивилизаций, которые в практически обозримое время вообще не сумеют обнаружить друг друга? Имеет ли тогда смысл жизнь нашего одинокого человечества? Имеет ли смысл наука, если ее плоды могут быть использованы для уничтожения всей человеческой цивилизации?

Преподаватель астрономии не должен избегать обсуждения подобных вопросов. Наоборот, следует убедительно показывать выпускникам школ и средних ПТУ, что астрономия в известном смысле ввергает человечеству его собственную судьбу, ибо благодаря достижениям этой науки мы узнаём, что Вселенная человечеству не угрожает. Более того, в перспективе человечество может использовать необозримые просторы Вселенной, ее неисчерпаемые запасы вещества и энергии для своего безграничного развития. Но прежде всего, конечно, человечество должно оградить себя от самоуничтожения, решив возникшие в XX веке глобальные проблемы. Следовательно, в какой-то мере изучение астрономии поможет молодым людям понять, что ценность существования каждого индивидуума подчинена ценности более высокого порядка — существованию всего человеческого рода. Такой подход к проблеме смысла жизни позволяет связать познание Вселенной с глубочайшим гуманным смыслом борьбы за мир, за сохранение окружающей среды, за соединение достижений НТР с преимуществами социализма. Важно, чтобы молодые люди как можно раньше осознали свою причастность к решению глобальных проблем, личную ответственность за настоящее и будущее своей Родины и всего человечества.

Переходя к нравственному и эстетическому воспитанию в процессе обучения основам астрономии, хочу напомнить слова И. Канта: «...две вещи наполняют душу всегда новым и все более сильным удивлением и благоговением, чем чаще и продолжительнее мы размышляем о них — это звездное небо надо мной и моральный закон во мне...». Здесь не случайно рядом поставлены возвышенное эстетическое чувство и этическая категория — мораль. Древние греки, например, рассматривали Вселенную как эстетический и этический идеал. Зарождение таких категорий эстетики, как «красота», «прекрасное», «гармония», «порядок», «симметрия», и таких категорий этики,

как «добро», «справедливость», связано с представлениями о микрокосме, воспроизводящем структуру небытия Вселенной в малых масштабах, и о Вселенной как о чем-то антропоморфном и одухотворенном. Так было в прошлом. Но разве сегодня кто-нибудь отрицает роль эстетических и этических идеалов? Разве сегодня мы не убеждаемся, например, в правоте слов К. Маркса, что творческая и производственная деятельность человека осуществляется «также и по законам красоты»? И коль скоро происходящая на наших глазах космоизация различных сфер человеческой деятельности все больше охватывает науку, технику, производство, различные виды искусства и даже образ мышления людей, обучение астрономии должно способствовать нравственному и эстетическому воспитанию подрастающего поколения.

#### А НУЖНО ЛИ ФИЛОСОФСТВОВАТЬ?

В первой половине XIX века в России известностью пользовался учебник А. Г. Ободовского — «Начальные основания космографии». В предисловии к нему отмечалось, что с помощью астрономии человек «научается истинному смирению и... познает свое достоинство: внимая, так сказать, гармонии вращающихся миров, он увлекается неизъяснимым восторгом, усматривая всюду всемогущество и благодать божию... Космография, как вообще, так и в деле воспитания, есть одно из вернейших средств к возбуждению религиозных чувствований». Сие, сказанное в 1834 году, в условиях граничащего с мракобесием николаевского режима, не нуждается в комментариях. А в декабре 1980 года папа Иоанн Павел II в своей речи, обращенной к группе нобелевских лауреатов, рассуждал об опасностях и зловещих последствиях научных достижений и доказывал, что только свет веры способен озарить путь идущему во мраке на ощупь разуму... Можно было бы привести немало примеров, показывающих, что наука о Вселенной продолжает оставаться ареной идеологической борьбы. Это, в частности, наглядно продемонстрировал в 1978 году XVI Всемирный философский конгресс.

В нашей стране господствующим стало материалистическое, атеистическое мировоззрение. Но еще немало людей разного возраста считают себя верующими. Полсотни религий и вероисповеданий распространены в СССР. У нас действуют более 20 тыс. православных храмов, кирх, мечетей, костелов, синагог и т. п. В последнее время возрос интерес ко всякого рода суевериям, гороско-

пам, оккультным наукам. В этих условиях «голое» воспроизведение картины мироздания практически не дает атеистического эффекта, обучение не становится частью воспитания. Философское осмысление данных астрономии с позиций диалектического материализма — настоятельное требование нынешнего дня. Гуманизация школьной астрономии органически включает в себя такое осмысление. Идея происходящей в природе эволюции, с которой учащиеся знакомятся в курсах физической географии, биологии и физики, получает на уроках астрономии новое подтверждение и обоснование. Гармония и целесообразность, царящие во Вселенной, могут и должны быть лишены мистического покрывала. «Именно то, что человек называет целесообразностью природы и как таковую постигает,— писал В. И. Ленин,— есть в действительности не что иное, как единство мира, гармония причин и следствий, вообще та взаимная связь, в которой все в природе существует и действует» (ПСС, т. 29, с. 51).

#### ГУМАНИЗАЦИЯ — ЭТО ШАГ ВПЕРЕДИ

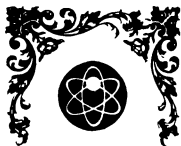
Идея гуманизации школьной астрономии возникла (и, мы надеемся, будет развиваться!) в русле решения всегда актуальной проблемы, связанной с совершенствованием содержания астрономического образования. Это одна из центральных проблем методики преподавания астрономии — комплексной педагогической науки, которая с годами находит все больше приверженцев среди преподавателей средней и высшей школы. Над решением этой сложной задачи работают и методисты, и профессионалы-астрономы. На Всероссийском совещании преподавателей астрономии пединститут (Горький, 1982 г.) идею совершенствования общеобразовательного курса астрономии, в некоторых отношениях сходную с изложенной выше идеей гуманизации, выдвинул доктор физико-математических наук А. А. Гурштейн. Усилия методистов направлены на то, чтобы оптимизировать учебно-воспитательный процесс, повысить эффективность каждого урока, каждой минуты драгоценного учебного времени. А не является ли гуманизация шагом назад, возвратом к описательному, фактологическому уровню преподавания астрономии, формирующему в лучшем случае эмпирическое мышление? Нет! Речь идет именно о дальнейшем совершенствовании преподавания дисциплины, о выработке более гармоничного мироощущения у школьников.

При этом отнюдь не снимается с повестки дня задача преодоления

«описательности»; нужно и дальше, конечно, разрабатывать методы внедрения физики и математики в учебный материал по астрономии, проявляя, как говорили древние греки, «софросине» (здравомыслие и чувство меры). Резервы есть: время, затрачиваемое учащимися на вычисления (задачи, упражнения), помогут сэкономить микрокалькуляторы; многословное объяснение различных астрофизических процессов (например, развитие солнечных протуберанцев и вспышек) с успехом сократится, если использовать документальные кинофрагменты; аппарат «планетарий» наглядно покажет видимые на небесной сфере явления; многообещающие возможности таит в себе пока еще не применяемые у нас на уроках астрономии «видео-диски» и, может быть, такие устройства для визуального отражения информации, как дисплеи...

Следовательно, дальнейшая математизация курса астрономии и его оснащение техническими средствами обучения позволят избежать перегрузки учащихся и высвободить время для осуществления того, что мы называем гуманизацией школьной астрономии. Это изменит место астрономии среди других учебных предметов. Если курс астрономии будет раскрывать перед учащимися не только диалектику процессов во Вселенной, но и отражать диалектику отношений в такой сложной социоприродной системе, как система Человек — Вселенная, то курс астрономии окажется на стыке естественнонаучных и гуманитарных общеобразовательных дисциплин. Это, во-первых, позволит более эффективно осуществлять преподавание астрономии на межпредметной основе и, во-вторых, действительно превратит астрономию в учебный предмет, завершающий физико-математическое (и в известной степени философское) образование выпускников школ и средних ПТУ.

«Школа XXI века: какой ей быть?» — так называется дискуссия, развернувшаяся в 1983 году на страницах «Литературной газеты». Эта газета, разумеется, не могла остаться в стороне от проблемы, волнующей многих людей, даже далеких от школы и педагогики. Автор «затраченной» статьи, проведший, по его собственным словам, в размышлениях о судьбах школы бессонную ночь, задает вопрос: почему в числе школьных предметов есть астрономия, а не основы какой-нибудь другой науки, например психологии. Не имея ничего против психологии, мы, однако, полагаем, что привели немало доводов в пользу неизбежности преподавания общеобразовательного курса астрономии в школе будущего.



ИЗ ИСТОРИИ  
НАУКИ

Кандидат технических наук  
Н. А. МЕЗЕНИН

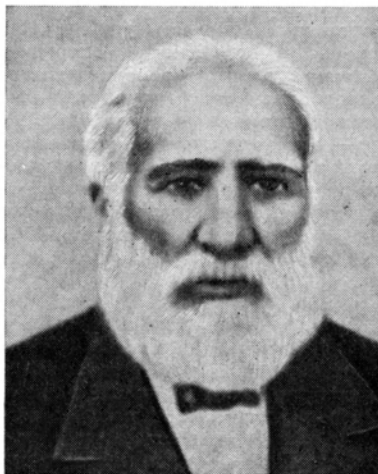
## Демидовские премии по астрономии, геологии, геодезии

В дореволюционной России большинство премий за научные труды присуждала Петербургская академия наук. Первой и наиболее почетной из них считалась Демидовская. Учредитель ее, уральский заводчик П. Н. Демидов, с 1831 года ежегодно вносил в Академию по 20 000 рублей «на награды за лучшие по разным частям сочинения в России» и по 5000 рублей «на издание увенчанных академиею рукописных творений». По оставленному завещанию, деньги поступали еще 25 лет после смерти учредителя.

Сочинения, поданные на конкурс, рассматривались Демидовской комиссией, состоявшей из академиков, и о присуждении премий докладывалось на общем собрании Академии наук. Всего за 1832—1865 годы поступило 903 сочинения, из них 55 получили полные премии по 5000 рублей, 220 — половинные по 2500 рублей, 123 работы были отмечены почетными отзывами.

Деятели науки и техники, которым присуждены Демидовские премии, внесли заметный вклад в развитие промышленности, русской культуры, исторических и естественных наук, в том числе в области астрономии и наук о Земле. Французский астроном У. Леверье в 1845 году занялся изучением неправильностей в движении планеты Уран. В итоге он установил наличие еще одной планеты, вычислил ее положение, и в сентябре 1846 года планета была открыта берлинским астрономом И. Г. Галле (Земля и Вселенная, 1975, № 4, с. 29.—Ред.). Это был Нептун.

Расчетами движения новой планеты занялся магистр астрономии



*Мариан Альбертович (Войтехович)  
Ковальский (1821—1884)*

М. А. Ковальский. За два года упорного труда он разработал теорию движения планеты, защитив эту работу в качестве докторской диссертации под названием «Теория движения Нептуна». После защиты диссертации М. А. Ковальскому предложили место профессора и руководителя кафедры астрономии в Казанском университете, а два года спустя назначили директором университетской обсерватории. Теорию движения Нептуна ученый развил и представил на соискание Демидовской премии.

Рецензент работы академик М. Е. Остроградский писал: «Из рассмотренного мною сочинения видно обширное знание автором метод, употребляемых в небесной механике. Он даже отчасти изменял эти методы, где считал нужным... Притом рас-

суждение г. Ковальского есть следствие продолжительного и упорного труда: оно содержит в себе множество нумерических выкладок, собственно ему принадлежащих и относящихся к теории Нептуна, Юпитера, Сатурна и Урана,—теории, которою пополняются периодически неравенства трех последних планет...» Академия, желая поощрить молодого ученого, подающего столь блестящие надежды, присудила М. А. Ковальскому второстепенную премию в 1855 году.

Два Демидовские премии получил астроном и математик Д. М. Перевощиков за первые на русском языке оригинальные курсы — «Руководство к астрономии» (1832 г.) и «Основания астрономии» (1842 г.). Последнюю работу рецензировал профессор Петербургского университета А. Н. Савич, его отзыв поддержал академик О. В. Струве. Рецензент отметил, что книгу Перевощикова «должно признать за одно из лучших руководств по астрономии, изданных на отечественном языке. Обширные познания автора, значительный труд, которого требовало составление столь полного курса, способ изложения предметов простой, удобопонятный и нередко изящный, наконец, неоспоримая польза, которую принесет эта книга для вящего распространения основательно изучения в нашем отечестве высших истин небесной механики, все сии качества дают автору, по мнению рецензента, полное право на внимание Академии».

Д. М. Перевощиков своими учебниками, научно-популярными статьями в «Современнике» и «Отечест-





Дмитрий Матвеевич Перевощиков  
(1788—1880)

венных записках», публичными лекциями сыграл большую роль в распространении астрономических, физических и математических знаний в России. Эта сторона деятельности ученого высоко оценивалась В. Г. Белинским и Н. Г. Чернышевским.

Полную премию получило сочинение А. Н. Савича «Приложение практической астрономии к географическому определению мест». Непременный секретарь Академии наук П. Н. Фусс, представляя работу, отметил, что автор «посвятил себя с ранних лет изучению математических наук, сначала под руководством Перевощикова в Москве, а потом уже в звании магистра поступил в число ревностнейших учеников академика Струве, имел случай изучить во всей подробности новейшие приемы практической астрономии и приспособить их на деле в совершенной им ученой экспедиции для сравнительного исследования уровней Черного и Каспийского морей, окончательно установив разность их уровней. В качестве преподавателя астрономии в Петербургском университете, пользуясь постоянной приязнью и советами знаменитого учителя, он почувствовал в себе призвание к составлению полного современного руководства к географической астрономии».

Другой рецензент, директор Николаевской обсерватории, член-корреспондент Академии наук К. Х. Кнорре назвал сочинение Савича «одним из отраднейших явлений новейшей русской литературы, удовлетворяющим давно ощущаемой потребности особенно при нынешнем сильном развитии и множестве совершаемых у нас географических работ, трудом, объемлющим предмет свой и сообразным с современным состоянием науки; наконец, полнейшим руководством к употреблению переносных астрономических инструментов, с указанием всех приемов установки и всех тонкостей поверки оных и с изложением лучших методов для обрабатывания и вычисления собранных наблюдений».

По мнению Кнорре, автор как в теории, так и на практике проявляет себя основательным знатоком своего дела. В 1865—1868 годах А. Н. Савич совместно с геодезистом П. М. Смысловым и физиком Р. Э. Ленцем впервые в России провел абсолютное определение ускорения силы тяжести с помощью оборотного маятника. Кстати, П. М. Смыслов в 1863 году также получил Демидовскую премию за работу «Репольдодов круг и хронометры».

Половинную премию в 1858 году присудили работе А. Н. Савича «Приложение теории вероятностей к вычислению наблюдений геодезических измерений». Рецензенты академики В. Я. Буняковский и О. В. Струве считали, что профессор Савич «полезными трудами своими много способствовал к распространению у нас практической астрономии, так и лучших современных методов наблюдений и способов вычисления, приобретенных наукой в последнее десятилетие».

Профессор геодезии и топографии Академии Генерального штаба А. П. Болотов был автором капитальных трудов, сыгравших большую роль в подготовке геодезистов и топографов и развитии методов геодезических работ в России. Две его работы были отмечены Демидовской комиссией: премией — «Руководство к геодезии» (1838 г.) и почетным отзывом — «Руководство к производству

хозяйственной съемки, межевания и нивелирования» (1843 г.).

Обладателем двух премий и почетного отзыва стал геолог (геогот, по тогдашней терминологии) Д. И. Соколов. Его «Руководство к минералогии» (1832 г.) и «Курс геогнозии» (1839 г.) отметили половинными премиями. Эти учебники содержали обширные сведения по различным разделам минералогии, геологии, столь необходимые для горных инженеров. Рецензент «Курса геогнозии» академик А. Я. Купфер на вопрос «обогатил ли автор науку собственными наблюдениями?» ответил так: «...г. Соколов, постоянно пребывая в Санкт-Петербурге<sup>1</sup>, имел случай только совершить путешествие в Финляндию и не мог, следовательно, присвокупить новых наблюдений к числу тех, которые уже сделаны другими в странах несравненно удобнейших для подобного рода изысканий. Но зато не содействовал ли он к тому достаточно, как преподаватель при Горном институте, вселяя охоту и ревность к геологическим розысканиям там, где она могла принести наиболее плодов и собрав впоследствии в один общий свод все геологические факты, собранные его учениками в занимательнейших частях России, столь богатых в этом отношении и столь малоизвестных... В сочинении, назначенном для общественного преподавания, главное состоит в ясном, полном и систематическом изложении главнейших фактов науки и это действительно исполнено автором для такой науки, по которой в России досель еще вовсе не было пособия».

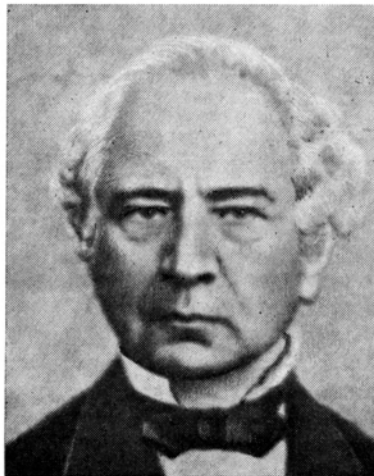
«Руководство к геогнозии с атласом» было отмечено почетным отзывом. На протяжении многих лет он вел научное руководство геологической съемкой горных округов, был членом-учредителем Минералогического общества и редактором «Горного журнала».

Минералог Н. И. Кокшаров одним из первых ввел математически точное описание минералов, взглянув

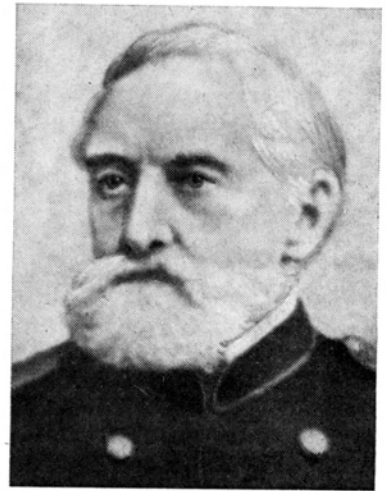
<sup>1</sup> Д. И. Соколов из-за тяжелой болезни всю жизнь был лишен возможности вести полевые работы.—Ред.



*Николай Иванович Кокшаров*  
(1818—1892)



*Адольф Матвеевич Купфер*  
(1799—1865)



*Григорий Петрович Гельмерсен*  
(1803—1885)

на них глазами кристаллографа, изучающего геометрию кристаллического вещества. Основным его трудом стало издание «Материалов для минералогии России» (всего 11 томов, 1853—1891 гг.). Уже первый том принес автору немалую известность и был удостоен Демидовской премии (1854 г.).

Рецензент академик А. Я. Купфер писал об этой работе: «Сочинение г. Кокшарова составлено весьма отчетливо; оно содержит в себе множество новых наблюдений над минералами и выполняет задачу, которую автор себе предположил. Представляя ряд кристаллографических монографий превосходнейших из русских минералов, это сочинение послужит прочною основой для будущих трудов по части минеральной истории России».

Горные инженеры Н. Н. Меглицкий и А. И. Антипов получили задание исследовать в геологическом отношении Южный Урал, карты которого нуждались в тщательной проверке. Эта работа, занявшая два лета (1854 и 1855 годов), охватила пространство от южной границы Пермской губернии до верховьев реки Урал. Результатом ее было «Геогностиче-

ское описание южной части Уральского хребта».

Геолог Г. П. Гельмерсен, известный исследователь Урала, отозвался об этом труде с великой похвалой, отметив, что на русском языке нет ни одного сочинения, в котором орография местности (орография — наука, занимающаяся описанием земной поверхности с точки зрения ее конфигурации, размеров, распределения) была бы представлена так исчерпывающе и наглядно, как в данной книге. К числу новых приобретений науки рецензент отнес открытие нижнесилурийских пластов на Южном Урале и ясное доказательство того, что породы, развитые в районе речки Губерли, принадлежат не юрской системе, как полагали ранее, а меловой. Работа получила половинную премию (1858 г.).

Рецензент «Геогностического описания...» — Г. П. Гельмерсен — еще раньше получил Демидовскую премию за «Генеральную карту горных формаций Европейской России» (1842 г.). В своем отзыве профессор минералогии и геологии Петербургского университета Э. К. Гофман писал: «До сих пор недоставало сочинения, которое явило бы глазам ту-

земной и иностранной публики все уже собранные данности в общедоступном виде. Этот живо ощущаемый пробел пополняется самым отличнейшим образом трудом г. Гельмерсена. Нет сомнения, что позднейшие более подробные розыскания послужат к немалому изменению этой карты, но не менее того она останется основанием последующих работ и... наиболее будет способствовать к развитию геогнозии в России...».

Г. П. Гельмерсен и позднее продолжал «более подробные изыскания», исследуя Урал, Алтай и Среднюю Азию. Он выступал как организатор Государственной геологической службы в России, принимал деятельное участие в организации Геологического комитета и с 1882 года был его первым директором.



Доктор физико-математических наук  
Л. В. ЛЕСКОВ

## Модели эволюции космических цивилизаций

Проблема поиска внеземного разума привлекает внимание ученых по нескольким причинам. Во-первых, обнаружение наших космических братьев по разуму сыграло бы исключительную познавательную и мировоззренческую роль. Во-вторых, исследование проблемы — независимо от того, будут поиски успешными или нет, — позволит яснее представить отдаленные перспективы эволюции нашей собственной цивилизации.

Но интенсивные поиски радиосигналов и других проявлений деятельности космических цивилизаций не дали пока положительных результатов. Возможно, причина подобных неудач в том, что исследования находятся еще на самом начальном этапе. Более того, может оказаться неверной сама концепция, положенная в основу поисков. Чтобы уточнить ее, попытаемся представить себе характер эволюции цивилизаций, вероятные направления и темпы их развития.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ

К настоящему времени разработаны методы математического моделирования динамических систем, в круг которых входят и космические цивилизации, в том числе и наша собственная. Автор применил эти методы к исследованию проблем эволюции космических цивилизаций. В основу всей совокупности предлагаемых моделей эволюции положено функциональное определение космических цивилизаций.

Главная функция жизни вообще и разумной жизни в частности состоит в создании новых уровней разнообразия — живого и неживого, разум-

ного и неразумного. Поскольку живое выполняет эту функцию в условиях, когда система стремится вернуться в равновесное состояние, основным свойством живого оказывается динамическая устойчивость, обусловленная обменом информацией, энергией и веществом со средой. Магистральное направление развития биологических систем в этих условиях — все увеличивающееся разнообразие их структуры и функций, повышение устойчивости, завоевание жизнью новых «экологических ниш».

Отличительная особенность разумной жизни состоит в том, что к переносимым функциям живой системы добавляется еще одна — творческая и преобразующая. Именно эта функция космических цивилизаций играет главную роль. Можно считать, что основное отличительное свойство космических цивилизаций — активное и творческое преобразование среды и себя самих для повышения устойчивости системы в целом. При этом в процессе эволюции космических цивилизаций сложность их структуры непрерывно возрастает.

Подобное определение космических цивилизаций удобно по нескольким причинам. Во-первых, оно пригодно для любых форм организации живого. Во-вторых, оно сохраняет силу и в том предельном случае, если наша цивилизация окажется единственной в Галактике.

### МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ

Основная преобразующая функция космических цивилизаций осуществляется благодаря технологии. В сфере технологических процессов и состоит эволюция космических цивилизаций.

Именно так понимал развитие производительных сил общества К. Маркс, который писал, что экономические эпохи «различаются не тем, что производится, а тем, как производится, какими средствами труда»<sup>1</sup>.

Показатель полноты и завершенности науки — это возможность построения на ее основе технологических процессов переработки информации, энергии и материальных ресурсов в интересах цивилизации. Наличие достаточного объема фундаментальных знаний исключает случайный характер эволюционных моделей. Будем называть подобные модели моделями технологической эволюции.

Рассмотрим в качестве примера такую модель, для простоты ограничившись тремя показателями (критериями), определяющими развитие космических цивилизаций. Каждый из этих критериев определяет один из существенных признаков цивилизации: источники энергии; систему обработки информации и управления; самоорганизацию разумной жизни. Число уровней, каждый из которых соответствует более высокой ступени развития и в переходе между которыми и состоит процесс технологической эволюции (техноэволюции), ограничим четырьмя.

Рассмотрим модель технологической эволюции космических цивилизаций, начиная с критерия энергообеспечения (в концентрированном виде она приведена в таблице). Напомним, что задача определения

<sup>1</sup> Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 23, с. 191.

## МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ

Критерии	Уровни	Характеристика
Источники энергии	1	— химические источники энергии;
	2	— ядерная и термоядерная энергетика, индустриализация космоса, водородная энергетика;
	3	— хемибioэнергетика, энергопроизводственные и агропромышленные комплексы, когерентная технология;
	4	— «параэнергетика», «репликация», «геотехнология», «экоэнергетика»
Системы обработки информации и управления	1	— широкое использование ЭВМ, отраслевые АСУ;
	2	— глобальная система обработки информации и управления, эвристическое программирование, искусственный интеллект;
	3	— машинное конструирование экологического оптимума биосферы и ноосферы;
	4	— когерентные методы научных исследований, машинные методы получения качественно новой информации
Самоорганизация разумной жизни	1	— исследования по генетике, молекулярной биологии, биохимии, биофизике, медицине, экологии;
	2	— ликвидация болезней, решение проблемы пищевых ресурсов, методы мобилизации ресурсов мозга;
	3	— направленное управление генетическим кодом, симбиоз человек — машина, сохранение личности;
	4	— высшая стадия развития космических цивилизаций — нообионт

иерархии видов энергии рассматривалась еще Ф. Энгельсом<sup>2</sup>. Первый, начальный уровень соответствует состоянию цивилизации «на старте» космической эры, когда в качестве первичных источников энергии используются главным образом природные виды топлива (нефть, газ, уголь). На следующей ступени развития основную роль начинает играть ядерная и термоядерная энергетика, а для использования в двигателях различного назначения осваивается технология переработки в синтетическое топливо угля, органических отходов и т. п. На этой ступени будут освоены такие перспективные процессы, как выработка свободного водорода за счет тепла атомных электростанций. На том же этапе развития происходит и промышленное освоение околопланетного пространства (Зем-

ля и Вселенная, 1979, № 6, с. 25.— Ред.).

Третья ступень техноэволюции характеризуется освоением энергетических циклов по типу высокоэффективных биохимических реакций, связанных с использованием энергии излучения Солнца. Развиваются методы когерентной технологии, то есть такие, когда все производственные процессы полностью согласуются друг с другом. В качестве конкретного примера укажем на возможность использования химических реакций с селективными способами возбуждения нужных энергетических уровней атомов и молекул<sup>3</sup>.

Наконец, четвертая, высшая ступень соответствует нашим пока еще довольно смутным представлениям о различных экзотических, но, вероят-

<sup>3</sup> Шелепин Л. А. Теория когерентных кооперативных явлений — новая ступень физических знаний. — В кн. Физическая теория. М.: Наука, 1980, с. 439.

но, весьма эффективных источниках энергии (например, аннигиляция вещества и антивещества, сверхплотные фазы ядерного вещества и др.). Сюда же можно отнести возможности использования таких гипотетических явлений, как черные дыры. Назовем подобную экзотику общим термином «параэнергетика». На этой ступени осваивается также техника репликации — полностью автоматизированного и малозатратного воспроизводства практически любых материальных объектов.

Становится реальной задача геотехнологии, то есть искусственного восстановления минеральных ресурсов, поставленная еще В. И. Вернадским<sup>4</sup>. На этой ступени развитие космических цивилизаций происходит в условиях хорошо сбалансированного экологического равновесия (экоэнергетика).

Остановимся подробнее на высшей стадии развития космических цивилизаций, взяв в качестве критерия самоорганизацию разумной жизни. Развитие средств связи и передачи информации, преодоление слабостей первоначальной биологической организации разума (болезни, неизбежность смерти и т. д.), создание систем типа живой интеллект — ЭВМ, преодоление индивидуальных ограничений интеллекта — все это неизбежно подводит к идее о постепенном растворении индивидуумов в коллективном интеллекте за счет резкого усложнения и обогащения его информационной структуры. В таблице для описания этого предельно высокого в рамках рассматриваемой системной модели гипотетического состояния разума использован термин «нообионт» (по-гречески ноос — разум, биоз — жизнь).

Принципиально важная отличительная особенность такого состояния космических цивилизаций заключается в том, что оно, по всей видимости, мало зависит от условий вблизи «точки старта», то есть от физических, химико-технологических, биоло-

<sup>4</sup> Вернадский В. И. Размышления натуралиста. Научная мысль как планетное явление. М.: Наука, 1977, с. 192.

<sup>2</sup> Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 59, 391.

гических и других индивидуальных черт космических цивилизаций на начальном этапе. По мере развития разнообразие космических цивилизаций постепенно уменьшается и различные пути их эволюции в конечном счете сходятся к этой высшей стадии развития ноосферы.

## ДИНАМИКА ТЕХНОЭВОЛЮЦИИ

Несмотря на ориентировочный характер рассмотренной модели технологической эволюции, можно составить общее представление о содержании и направлении техноэволюции. Переход от возможности такого развития к необходимости обусловлен действием законов техноэволюции.

Учитывая сказанное выше о функциональном определении жизни, основной закон эволюции можно сформулировать так: цель разумной деятельности космических цивилизаций состоит в исследовании, освоении и создании новых экологических ниш и в повышении устойчивости собственного существования.

Для количественного описания процессов техноэволюции удобно применить методы системодинамики<sup>5</sup>. Использование простейших моделей системодинамики позволяет оценить время, необходимое для перехода на следующий уровень развития. Анализ показывает также, что существуют правила запрета на некоторые направления эволюции космических цивилизаций.

Одно из таких правил должно быть связано с существованием предельной величины энергопотребления (Земля и Вселенная, 1979, № 3, с. 61; 1981, № 1, с. 62.—Ред.). Это принципиально, поскольку, говоря о развитии космических цивилизаций, довольно часто имеют в виду главным образом экстенсивный, то есть количественный рост по всем показателям и в первую очередь по величине энергопотребления.

Существуют и другие правила запрета, или потенциальные барьеры, определяющие движение цивилизаций вдоль тех или иных траекторий.

Направленный переход к высшим ступеням социально-биологической эволюции, например, может стать реальностью лишь при наличии максимально полной информации о возможных последствиях такого перехода.

Динамика процессов техноэволюции в многомерном пространстве скорее всего гораздо сложнее нарисованной нами картины. Но и рассмотренная упрощенная модель технологической эволюции позволяет сделать важные выводы.

Прежде всего можно утверждать, что главным, определяющим направлением технологической эволюции космических цивилизаций должно быть их движение по пути интенсивного развития, который характеризуется не столько количественным ростом показателей, сколько периодическими глубокими перестройками структуры.

Что касается оценки темпов и продолжительности прогнозируемого периода техноэволюции космических цивилизаций, то, по расчетам автора, при сохранении темпов эволюции, характерных для земной цивилизации в современную эпоху, переход на второй уровень эволюции займет

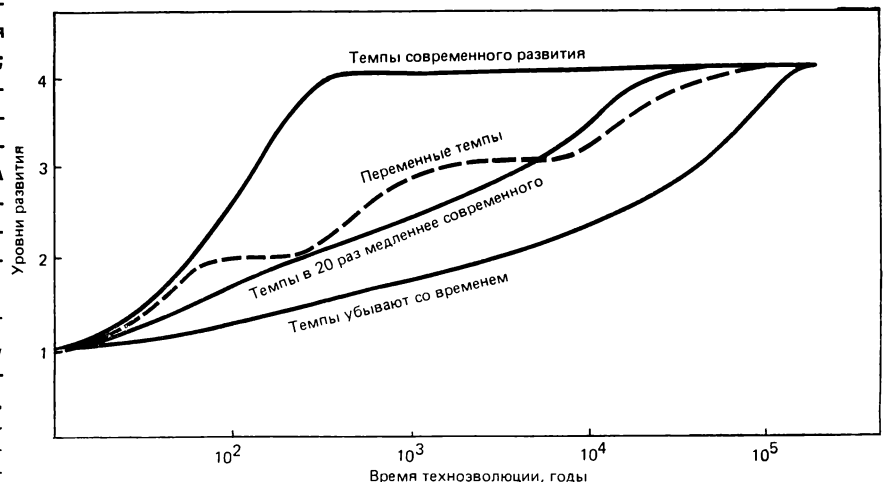
*Динамика технологической эволюции. Даже при заниженных темпах эволюции выход космических цивилизаций на верхние уровни развития потребует около 10<sup>5</sup> лет*

не менее 60 (примерно 2020 г.), а на высшие уровни — около 300 лет. Учитывая сказанное о правилах отбора направлений и о потенциальных барьерах эволюции космических цивилизаций, логично считать, что средние темпы эволюции могут быть значительно меньше. Однако и при пониженных темпах (например, в 100 раз меньше, чем сейчас) выход космических цивилизаций на верхние уровни развития потребует порядка 10<sup>5</sup> лет. Таким образом, модель, представленная в таблице, приводит к выводу, что процесс техноэволюции носит взрывной характер и по космическим масштабам заканчивается практически мгновенно — в этом проявляется «железная поступь» экспоненциальных законов развития.

## ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ ЭВОЛЮЦИИ

Модели эволюции космических цивилизаций, в основе которых лежат те или иные гипотезы, не получившие пока прямого подтверждения, назовем вероятностными, или стохастическими. Эти модели описывают реальные процессы эволюции, на которые могут повлиять случайные факторы, например, новые фундаментальные открытия. Совокупность таких моделей можно рассматривать как вероятностный прогноз «послетехнологического» развития космических цивилизаций.

Можно предположить несколько таких моделей.



<sup>5</sup> Егоров В. А. и др. Математические модели глобального развития. Л.: Гидрометеиздат, 1980, с. 192.



1. Постепенный регресс и гибель цивилизации.

2. Возникновение «потребительского рая». В свете сформулированных выше законов техноэволюции такая модель представляется маловероятной. Напомним глубокую мысль Ф. Энгельса, который писал, что жизнь есть «беспреданно само себя порождающее и себя разрешающее противоречие, и как только это противоречие прекращается, прекращается и жизнь, наступает смерть»<sup>6</sup>.

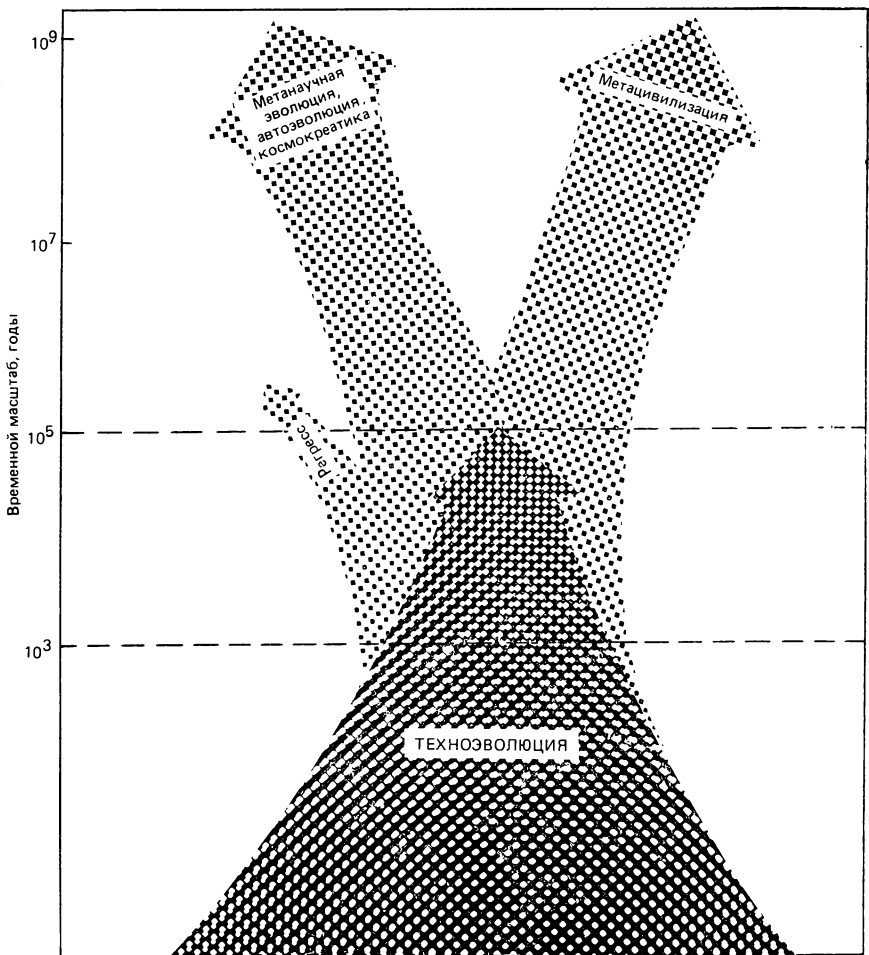
3. Автоэволюция разумной жизни — термин, введенный С. Лемом в его «Сумме технологии». Имеется в виду дальнейшее целенаправленное развитие и углубление процессов самоорганизации разумной жизни.

4. **Метанаучная эволюция.** Предположим, что по мере продвижения вверх по лестнице уровней эволюции действительное число таких качественно различающихся состояний будет возрастать (сделается намного больше четырех). Прогнозируемая продолжительность техноэволюции при этом существенно увеличивается.

5. **Космокреатика.** Этот термин использован для обозначения гипотетической деятельности космических цивилизаций, направленной на радикальную перестройку структуры материального мира.

6. **Возникновение метацивилизации** как следствие установления контактов между космическими цивилизациями. Гипотезы о возникновении подобных образований выдвигались и ранее («Великое Кольцо» И. А. Ефремова, «Галактический клуб» Р. Брейсуэлла). Основной упор делался именно на проблему контакта. Но для наших целей наиболее интересно исследовать в первую очередь социально-структурные последствия гипотетического объединения космических цивилизаций. Существенно, что возникновение подобных метацивилизаций значительно расширяет число возможных уровней и повышает устойчивость системы в целом.

<sup>6</sup> Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 124.



Для возникновения метацивилизаций необходимо решить проблему связи и достаточно оперативного обмена информацией и, не исключено, веществом и энергией. К сожалению, в настоящее время по этому вопросу можно высказывать лишь предположительные суждения. Речь может идти об использовании каких-либо качественно новых явлений, обусловленных, например, сильными изменениями структуры пространства-времени (черные дыры), параллельным существованием вселенных с различной структурой, макро-микросимметрией Вселенной (гипотетические «фридмоны» М. А. Маркова).

Можно построить функцию плотности вероятности для распределения космических цивилизаций по различным моделям их эволюции. Пред-

*Универсальная модель эволюции космических цивилизаций*

положим, что такая функция пропорциональна числу возможных состояний космических цивилизаций, соответствующих той или иной модели. Анализ показывает, что минимум этой функции приходится на модель 1, максимум — на модель 6.

Оценивая этот результат, следует подчеркнуть возможность возникновения метацивилизаций искусственного происхождения.

Доказательства существования подобных сверхцивилизаций могут носить парадоксальный характер. Тот, скажем, факт, что современная биология оказалась не в состоянии выработать эволюционную схему разви-

тия универсального генетического кода на Земле, был положен в основу предположения Ф. Крика и Л. Оргела о том, что возникновение жизни на нашей планете — следствие направленного воздействия внеземных цивилизаций (Земля и Вселенная, 1979, № 1, с. 41.— Ред.). Таким образом, наше собственное существование может послужить одним из аргументов реальности возникновения метацивилизации.

Совокупность рассмотренных выше моделей эволюции космических ци-

виллизаций (технологической и вероятностных) можно представить как единую универсальную модель, пригодную для анализа всех вероятных путей их эволюции. Предлагаемый подход позволяет учесть сочетание случайного и необходимого в процессе эволюции, а сам процесс рассматривать с учетом различных взаимодополняющих сторон проблемы.

Основной вывод, который следует из рассмотренных модельных представлений, состоит в том, что реальная структура разумной жизни во

Вселенной может оказаться весьма сложной. В какой степени эти представления соответствуют действительности, ответит лишь эксперимент.

Нельзя исключить, что исследования подтвердят гипотезу о нашем практическом одиночестве во Вселенной. В таком случае предложенную в данной статье совокупность моделей эволюции разумной жизни следует рассматривать как сверхдолгосрочный прогноз развития нашей собственной цивилизации.

## НОВЫЕ КНИГИ

### АСТРОНОМИЯ ДЛЯ БУДУЩИХ РАБОЧИХ

Издательство «Высшая школа» выпустило в 1983 году вторым исправленным и дополненным изданием учебное пособие «Астрономия» (автор Е. П. Левитан) для учащихся средних профессионально-технических училищ. Курс астрономии в этих учебных заведениях очень небольшой (17 уроков в классе и 3 часа наблюдений). С учетом такого количества уроков написан первый раздел пособия — «Основной учебный материал». В разделе три главы, соответствующие трем темам программы по астрономии для средних ПТУ, — «Введение в астрономию», «Солнечная система», «Звезды и галактики». Первый раздел пособия расчленен на 17 параграфов. Каждый из них завершается упражнениями (вопросы, задачи), каждая тема, кроме того, заканчивается перечнем тех важнейших положений, которые учащиеся должны запомнить.

Второй раздел пособия «Дополнительный материал» содержит сведения, расширяющие и углубляющие материал уроков. Эти сведения весьма разнообразны. В одном случае ими являются формулы, которых нет в основном тексте, в другом — материал по истории астрономии, в третьем — информация о последних достижениях в исследовании Луны и планет, в четвертом — вопросы астрофизики, космогонии и космологии, которые, будучи достаточно сложными, вынесены в раздел, предназначенный лишь для тех, кто желает углубить свои знания.

И в первом, и во втором разделах имеются ссылки на два заключи-

тельных раздела пособия — «Практические работы и наблюдения» и «Справочный». Пользуясь третьим и четвертым разделами, учащиеся получат возможность выполнять простейшие астрономические наблюдения, а также готовить рефераты и доклады на основе рекомендуемых научно-популярных книг и журналов.

### ДАЮЩИЕ ЖИЗНЬ

Рекам — самому древнему элементу ландшафта, где издавна селились люди, посвящена научно-популярная книга Г. В. Обедиевской «Века и реки» (М.: Недра, 1983).

В книге восемь глав. В первых двух автор рассказывает об истории освоения и использования рек Русской равнины, о их влиянии на климат, ландшафт, хозяйственную деятельность человека. Почему и куда текут реки? Такой вопрос ставится в третьей главе. Здесь, действительно, еще много неясного: например, почему именно Волга, рожденная из маленького родника, а не какой-либо ее приток становится магистральной рекой Русской равнины.

Зарождение и развитие речной сети Русской платформы, рисунок речной сети — тема четвертой и пятой глав. Автор приводит интересные сведения об удлинении Волги в процессе ее развития, о том, почему Днепр пробил «каменные» горы, о смещении речных русел. Шестая глава посвящена связи рек с оледенениями.

Об основных чертах современной речной сети читатель узнает из седьмой главы. Он прочтет о том, как формируется рисунок речной сети, как образуются речные долины, познакомится с реками разных бассейнов и с любопытными данными топонимики. Реки и культура земледелия, регулирование стока и новые

природные процессы, будущее рек — все эти проблемы нашли отражение в заключительной восьмой главе.

### ШКОЛЬНИКАМ О ПЛАЗМЕ

Известно, что примерно 99% (по массе) вещества во Вселенной находится в «четвертом состоянии» — в состоянии плазмы. Что такое плазма? Как исследуют ее свойства? Как ведет себя плазма в разных условиях? Где мы встречаемся с плазмой на Земле? Какое значение имеет сейчас и будет иметь в будущем исследование плазмы? На эти и другие вопросы отвечает книга В. П. Милантьева и С. В. Темко «Физика плазмы», выпущенная издательством «Просвещение» в 1983 году в качестве пособия для внеклассного чтения. Это одна из книг, изданных в серии «Мир знаний».

Авторы рассказывают школьникам о разрядах в газах и экспериментальных методах исследования плазмы, о термодинамических свойствах плазмы и процессах переноса в ней, о свойствах плазмы в электрическом и магнитном полях, о радиоволнах и ударных волнах в плазме, о нелинейных эффектах и турбулентности в плазме, об изменении плазмы и о плазме во Вселенной.

Прочитав книгу, посвященную космической плазме, учащиеся познакомятся с источниками энергии Солнца и звезд, со строением и эволюцией небесных тел, солнечным и звездным ветром, космическими лучами, геофизическими проявлениями солнечной активности.

Книга доступна не только школьникам, изучающим курс астрономии в X классе и завершающим изучение физики, но и ученикам VIII—IX классов.



С. Б. АЛЕКСАНДРОВ  
(Рязань)

## Фотографирование небесных объектов

С 1970 года я фотографирую небо на самодельном 140-миллиметровом рефлекторе с фокусным расстоянием 931 мм. Мой астрограф установлен в павильоне, оборудованном на втором этаже дощатого садового домика в 5 км к югу от Рязани. К сожалению, довольно сильная городская засветка не позволяет фотографировать слабые протяженные объекты на большей части неба.

Труба астрографа решетчатого типа собрана из трех дюралюминиевых колец и 12 алюминиевых трубок-распорок, скрепленных тремя затяжными шпильками диаметром

4 мм. Чтобы устранить паразитную засветку, при фотографировании в трубу вставляется бумажный тубус-бленда, покрытый изнутри черной матовой краской.

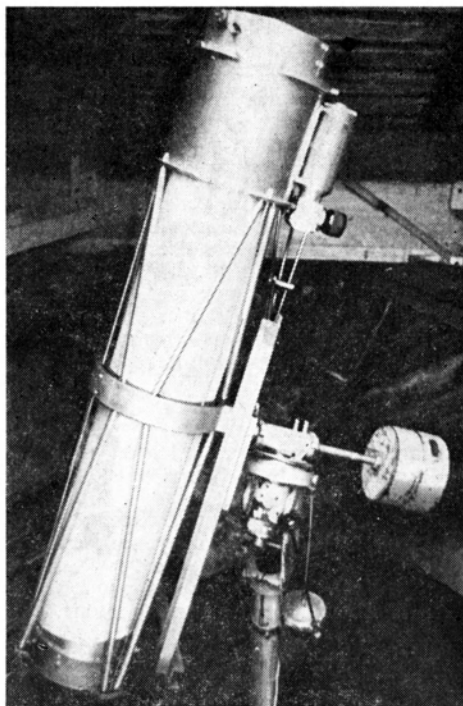
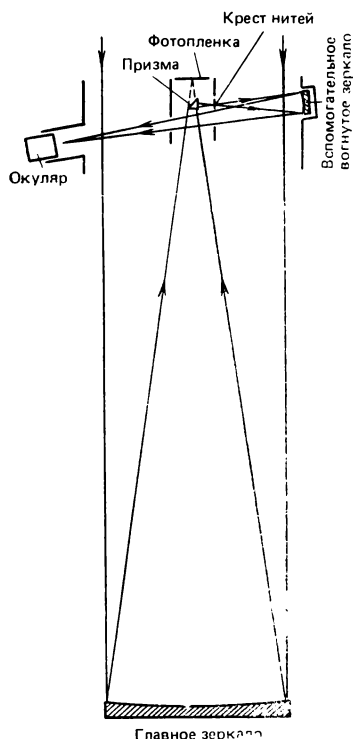
Астрограф имеет стационарную экваториальную монтировку немецкого типа. Штативом служит стальная колонна диаметром около 60 мм (полуось грузового автомобиля). Она скреплена фланцем с треугольной

стальной плитой толщиной 20 мм и во избежание колебаний расчленена тремя стальными 6-миллиметровыми прутами. Плита свободно опирается одной «мертвой» и двумя регулируемые винтовыми ножками на три «пяточка» (конический, призматический и плоский), вмурованные в бетонный пояс кирпичного столба высотой 3 м, который возведен на массивном бетонном фундаменте. На проточенную шейку колонны насажена экваториальная головка. Она допускает юстировку часовой оси по азимуту и высоте. Система штанг швеллерного профиля вместе с противовесом позволяет точно отбалансировать инструмент на осях.

Предпринятые в 1970 году первые попытки фотографирования небесных светил в ньютоновском фокусе этого телескопа не дали удовлетворительного результата. Тогда в качестве гида использовался рефрактор, установленный на той же плите, что и телескоп, а часовой привод был механический — с гирей и центробежным регулятором от старого патефона. Звезду гидирования с трудом удавалось удерживать на перекрестии нитей окуляра, но и в этом случае изображения звезд получались «смазанными» из-за различного характера деформаций гида и астрографа при изменении их наклона в процессе съемки.

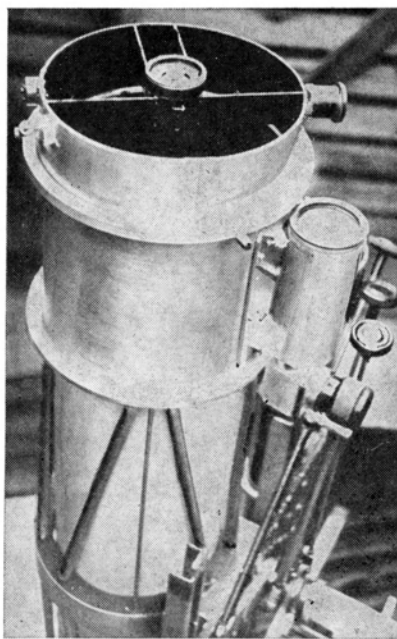
Теперь часовая ось на конических роликоподшипниках приводится во вращение синхронным электродвигателем ДСД-2 через трехступенчатую передачу. Двигатель работает от батареи переносных аккумуляторов (или выпрямителя) и преобразовате-

*Самодельный 140-миллиметровый астрограф С. Б. Александрова.  
Слева — ход лучей в астрографе*



ля постоянного тока 12 В в переменный со стабилизированной на кварце частотой 50 Гц (действующее напряжение 10 В, статорная обмотка двигателя заменена соответствующей этому напряжению). Двигатель может работать и от сети через понижающий трансформатор, но в этом случае точность работы привода невысока. Правда, при тщательном гидировании фотографировать все же можно. Первая ступень редуктора (ускорительная, 25 : 24) выполнена в одном узле с двигателем. Третья ступень — червячная передача (1 : 136, модуль 0,8 мм), причем ось червяка расположена горизонтально. Корпус второй ступени (червяк и винтовое колесо, 1 : 22, модуль 0,5 мм) смонтирован подвижно на корпусе третьей ступени так, чтобы ось червяка при любой широте места наблюдений могла быть ориентирована вертикально. Двигатель, установленный на кронштейне между двумя тормозными дисками, можно поворачивать вокруг вертикальной оси, которая совпадает с осью выходного вала первой ступени передачи. Эти же диски служат для подвода питания к двигателю. С корпусом двигателя жестко соединено косозубое колесо из текстолита. Когда возникает необходимость в гидировании астрографа, нужно повернуть работающий двигатель в ту или иную сторону специальным ключом, соединенным с этим колесом шестеренкой. Весь узел двигателя закрепляется на колонне хомутом.

Еще четыре ключа снабжена экваториальная головка астрографа. Два из них обеспечивают «тонкое» движение по прямому восхождению и склонению, два других — ключ-зажимы. Три ключа смонтированы на подвижном кронштейне. Он поворачивается вокруг оси склонений и может быть закреплен в любом удобном положении. Ключ-зажим по прямому восхождению выполнен в виде скобы на корпусе оси склонений. Он включает и выключает фрикцион между червячным колесом «тонких» движений по прямому восхождению и ведомым колесом третьей ступени привода (внутри корпуса редуктора).



*Труба астрографа с фотографической насадкой. В центре насадки установлена кассета с пленкой*

Отметим, что гидирование ключом двигателя предпочтительнее гидирования ключом «тонких» движений по прямому восхождению. В передаче не возникает зазоров, не меняется натяжение, так как скорость поворо-

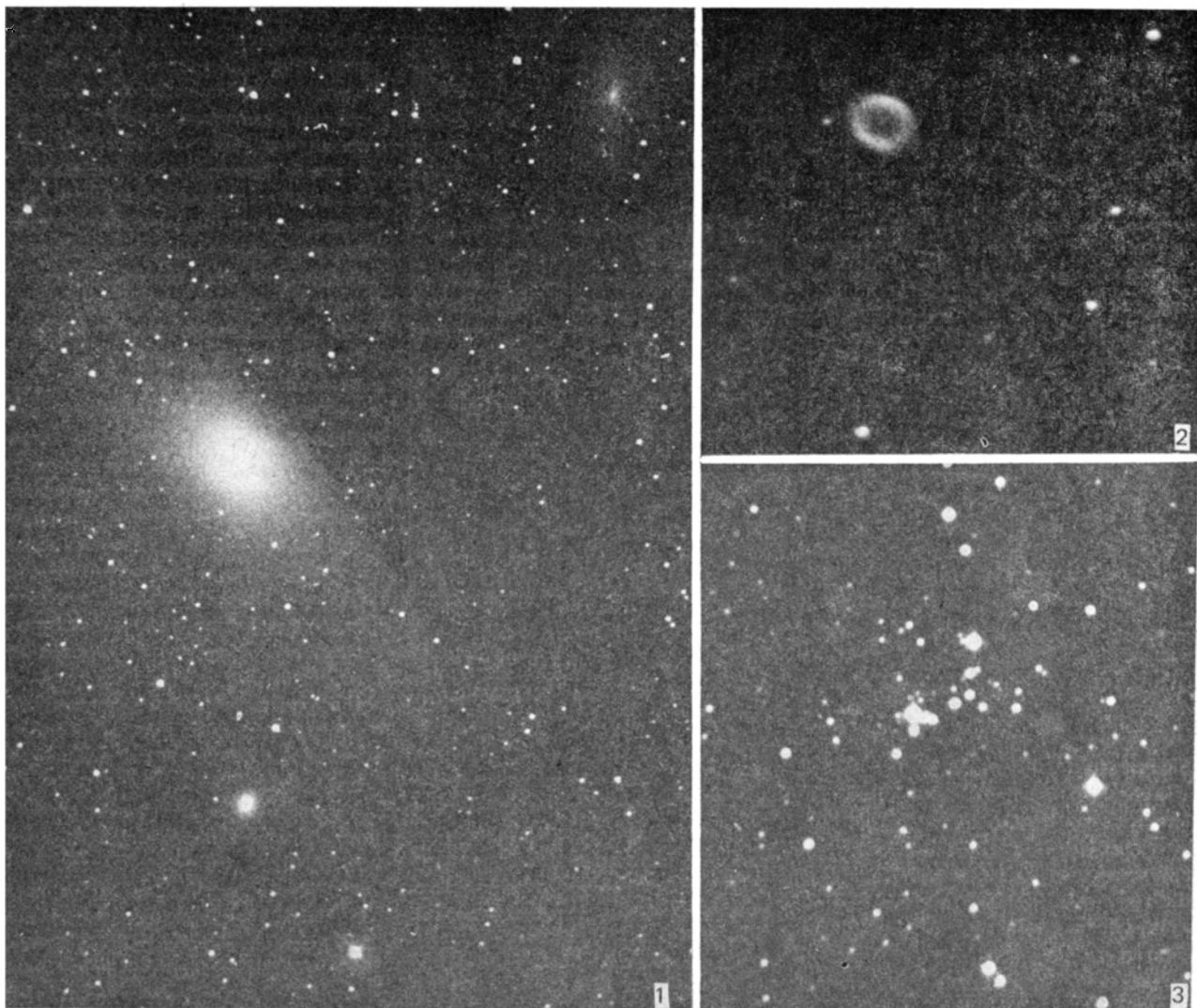
*Детали фотографической насадки*



тов корпуса двигателя в любую сторону меньше скорости непрерывного вращения выходного вала первой ступени передачи. Кроме того, поскольку двигатель закреплен жестко на колонне, прикосновение руки к ключу двигателя не вызывает колебаний астрографа. Когда же пользуетесь ключами «тонких» движений, которые закреплены на подвижном кронштейне оси склонений, колебания становятся заметными.

Диаметр объектива искателя 45 мм. В искателе установлена пентапризма — пятигранная призма с двумя металлизированными отражающими гранями. Поэтому искатель строит прямые (не зеркальные) изображения небесных объектов. На последней преломляющей грани призмы я нарисовал черной краской кольцо, ограничивающее фотографируемую область неба. Искатель закреплен на трубе астрографа посредством кронштейна с двумя V-образными опорами. Тот конец искателя, где расположен объектив, опирается на два юстировочных винта. Посередине искатель притянут к кронштейну сильной пружиной.

На верхний конец трубы астрографа надета фотографическая насадка прямого фокуса с кассетой. Короткий цилиндрический тубус насадки в нижней своей части имеет кольцо с наружной резьбой М185×1. На кольцо накручена разрезная гайка-хомут, стягиваемая винтом. С по-



ошью этой гайки и фокусируется астрограф. Тремя винтами МЗ с рифлеными головками гайка-хомут (а вместе с ней и вся фотографическая насадка) может быть закреплена в любом угловом положении на верхнем конце трубы астрографа. В центре насадки, в квадратной ячейке со стороной 28 мм, помещается кассета. Три стенки ячейки, выполненные в виде широких растяжек, имеют торные площадки для точной фиксации кассеты. Чтобы увеличить жесткость, растяжки располагаются в виде буквы Т так, что две короткие растяжки параллельны друг дру-

гу. Как показал опыт, подобное расположение растяжек не вносит асимметрии в дифракционную картину изображений звезд. На четвертой, узкой стенке ячейки установлена призма полного внутреннего отражения размером 6×6 мм (от дальнего номера фотоаппарата ФЭД), которую можно перемещать для фокусировки. Оптическая ось призмы удалена от геометрической оси насадки на 17 мм. К двум параллельным стенкам ячейки прикреплены пружинные фиксаторы кассеты. В этих стенках сделаны окна, через которые проходят поперечные световые пучки. На

*Фотографии небесных объектов, полученные С. Б. Александровым на самодельном астрографе:*  
 1 — галактика М 31 в созвездии Андромеды (пленка «Фото 130», выдержка 50 мин);  
 2 — планетарная туманность «Кольцо» М 57 в созвездии Лиры (пленка «Фото 65», выдержка 30 мин);  
 3 — рассеянное звездное скопление NGC 6910 в созвездии Лебедя (пленка «Фото 65», выдержка 20 мин).  
 Север — сверху





ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ  
АСТРОНОМИЯ

боковой стенке тубуса смонтированы вспомогательное вогнутое зеркало (диаметр 15 мм, радиус кривизны 100 мм, угол наклона  $2,5^\circ$ ) в корпусе с юстировочными винтами, окуляр, рукоятка заслонки кассеты и осветительное устройство. Оно состоит из миниатюрной лампочки накаливания напряжением 5 В, точечной диафрагмы и проекционной линзы подсветки. Осветительное устройство направляет маленькое световое пятно только на сетку (крест из шелковых нитей) во избежание возможной засветки пленки.

Кассета (наружный диаметр 40 мм) имеет выравнивающую пластину, прижимаемую резьбовым кольцом к кадровому окну. Заряжается кассета круглым (диаметр 38 мм) кусочком 35-миллиметровой пленки. Формат кадра  $24 \times 24$  мм. Кассета снабжена откидной заслонкой, которую в закрытом положении удерживает пружина. При установке кассеты в ячейку фотографической насадки пружина автоматически отводится, а вилочный захват заслонки ловится коленом проволочного валика. Теперь заслонку кассеты можно открыть и после экспозиции закрыть поворотом рукоятки, насаженной на проволочный валик и фиксируемой в двух крайних положениях.

Вместо кассеты в ячейке фотографической насадки можно установить приспособление с кольцевым, «ножом Фуко», призмой полного внутреннего отражения и двумя линзами, составляющими слабый окуляр. Его выходной зрачок вынесен за пределы главного светового пучка астрографа. Наблюдая в этот окуляр, не-

трудно проверить, правильно ли выбран участок неба для фотографирования. Если же рассматривать выходной зрачок в дополнительный окуляр, навинченный на резьбовое кольцо этого приспособления, можно уточнить по теневой картине, создаваемой яркой звездой, хорошо ли сфокусирован астрограф. Гидирование ведется по изображению подходящей периферийной звезды, формируемому главным зеркалом астрографа.

Как я работаю с инструментом? Прежде чем фотографировать какой-нибудь небесный объект, в искатель (или по звездной карте) подбираю звезду гидирования. Она должна находиться на расстоянии около  $1^\circ$  от центра будущего кадра и быть не слабее 7—8-й величины. Позиционный угол звезды гидирования ограничивается только удобством наблюдения, так как насадка может быть ориентирована на трубе в любом угловом положении. Изменяя ориентацию насадки, добиваюсь, чтобы звезда гидирования попала в поле зрения окуляра фотографической насадки. Поместив звезду на перекрестие нитей окуляра, осторожно (чтобы не вызвать смещения и колебаний телескопа) открываю заслонку кассеты и в течение всего времени экспозиции удерживаю звезду на перекрестии. При длительных экспозициях иногда приходится прибегать и к помощи ключа тонких подач по склонению. Как показала практика, погрешности гидирования астрографа составляют несколько угловых секунд.

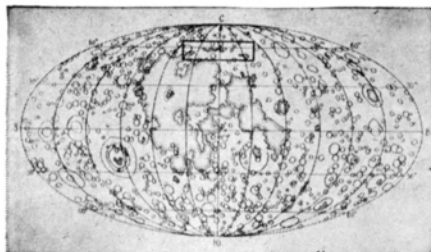
Пленку я проявляю в течение пяти минут в проявителе Д-19. Его состав: метол — 1 г, сульфит натрия безводный — 43,6 г, гидрохинон — 4 г, сода кальцинированная — 21,8 г, калий бромистый кристаллический — 2,3 г, вода кипяченая — до 0,455 л. На пленке «Фото 65» с 20-минутной выдержкой мне удалось запечатлеть звезды до 14,7 величины в рассеянном звездном скоплении NGC 6910. При выдержке 30 мин на пленке той же чувствительности в центре планетарной туманности M 57 видна звезда 14,7 величины.



*Павильон, в котором установлен самодельный телескоп*

Удобство фотографирования звездного неба во многом определяется и конструкцией павильона, в котором находится астрограф. Мой павильон размером в плане  $2 \times 2$  м имеет двухскатную вращающуюся крышу. Крыша установлена на четырех подвижных каретках, каждая из которых опирается двумя роликами на кольцевой рельс. Он согнут из стального уголка размером  $36 \times 36 \times 4$  мм. Пока наблюдения не ведутся, крыша закрепляется четырьмя рычагами, при этом она слегка приподнимается над каретками, разгружая их. В одном скате крыши я сделал прямоугольный люк шириной 60 см, заходящий за конек крыши. Это позволяет наблюдать околозенитную область неба. В нерабочем положении люк закрыт съемной крышкой, исключающей попадание атмосферных осадков внутрь павильона. Вращающаяся крыша хорошо защищает инструмент во время наблюдений от ветра, росы и постороннего света.

Доктор физико-математических наук  
В. В. ШЕВЧЕНКО



## Море Холода

Самое северное море Луны протянулось узкой полосой вдоль широтного пояса, примерно ограниченного 50-й и 60-й параллелями. С морфологической точки зрения Море Холода не является единым образованием. Западная часть его относится к периферийной впадине многокольцевой структуры Моря дождей (Земля и Вселенная, 1982, № 4, с. 75.— Ред.). На востоке в границы Моря Холода включена древняя впадина, охватывающая район Озера Смерти и кратера Аристотель. Уровень по-

верхности в этой части моря лежит на 2,5 км ниже средней сферы Луны радиусом 1738 км, от которой ведется отсчет высот рельефа. К западу средний уровень поверхности постепенно понижается еще на километр.

Современное название моря впервые появилось на карте Луны, составленной итальянским астрономом Ф. Гримальди (1618—1663) и опубли-

кованной в «Новом Альмагесте» в 1651 году. До этого оно именовалось Морем Астрономов — на карте М. ван Лангрена (1645 г.) и Морем Гиперборейским<sup>1</sup> — на карте Я. Гевелия (1647 г.).

Трудно сказать, какие соображения руководили Ф. Гримальди, когда он

*Снимок района Моря Холода на 12-е сутки после новолуния*

<sup>1</sup> Гипербореи — в древнегреческой мифологии народ, живущий далеко на севере.

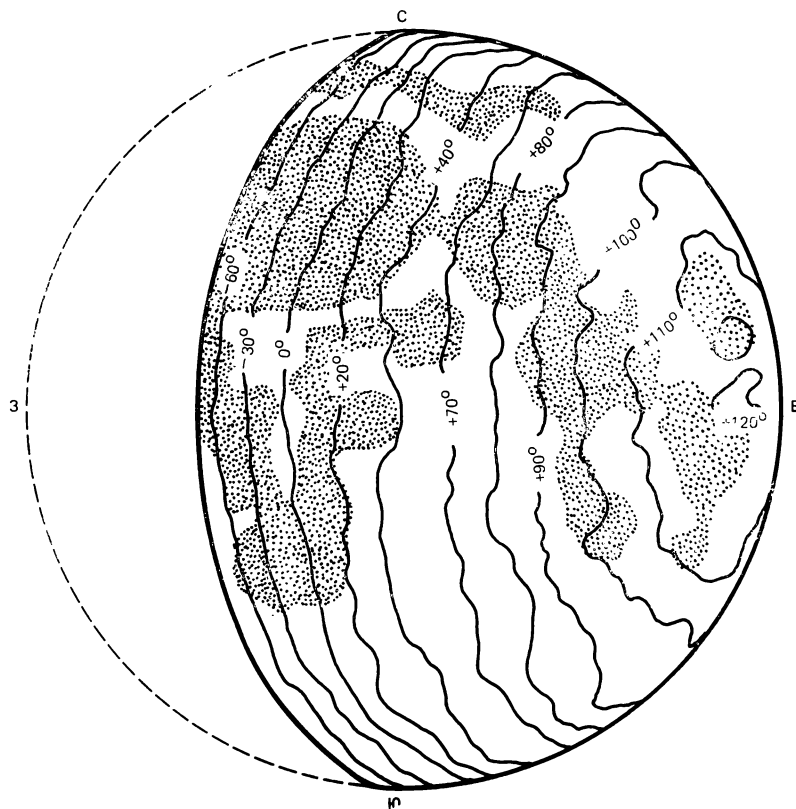


давал название этому морю, но оно действительно самое холодное море Луны. Солнце здесь не поднимается выше 30—40° над горизонтом. Поэтому даже в полдень поверхность моря нагревается всего лишь до +80 или +85° С, тогда как температура поверхности тех областей Луны, где в полдень Солнце находится в зените, примерно на 50° выше. Однако температура отдельных кратеров в Море Холода на несколько градусов больше окружающей поверхности. Это можно объяснить тем, что многочисленные камни, лежащие на внутренних и внешних склонах валов, сохраняют тепло дольше, чем мелко раздробленные породы, покрывающие поверхность моря.

В то же время в северных районах Моря Холода, вероятно, есть кратеры, южные склоны которых никогда вообще не освещались солнечными лучами. Ведь у небольших, хорошо сохранившихся кратеров крутизна склонов в верхней части чаши — около 35—40°. Следовательно, некоторый участок южного внутреннего вала подобных кратеров постоянно затенен.

В Море Холода нет резкой границы между морским и материковым ландшафтом, как, например, в соседнем Море Дождей. Поверхность морского типа часто перемежается деталями материкового рельефа, остатки которого возвышаются над равнинами лавовых полей.

Иной оказывается и отражательная способность северного моря. В среднем оно значительно светлее других лунных морей. По отражательной способности можно определить границу моря и материка. На большей части территории лунных морей эта граница совпадает с «береговой чертой», разделяющей морской рельеф и материковый. Но в пределах Моря Холода средней отражательной способности морских базальтов соответствуют лишь небольшие участки. Их границы далеко отстоят от переходной зоны между морской равниной и материковым рельефом. Изучение этой зоны — интересная наблюдательная задача. Визуальные наблюдения, позволяющие при разных условиях освещения отделить поверх-



*Схема распределения температуры поверхности (изотермы) Луны. Фаза Луны, показанная на схеме, примерно соответствует фазе снижка района Моря Холода*

ность моря от остатков древнего материкового рельефа, можно сопоставить с имеющимися фотометрическими и колориметрическими данными.

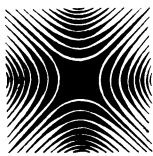
Любителю астрономии удобнее начать наблюдения Моря Холода и его окрестностей на четвертый-пятый день после новолуния. В это время утренний терминатор пересекает восточную окраину моря. В последующие две-три ночи при косом освещении морской поверхности хорошо видны пологие валы и складки лавовых потоков, а также остаточные образования затопленного материкового рельефа. Подобные детали часто встречаются в восточной области Моря Холода.

Затем утренний терминатор вступит в центральную и западную части моря. Следует обратить внимание на различия рельефа этих областей и наблюдавшейся ранее восточной ча-

сти моря. Примерно через 10—11 суток после новолуния терминатор выйдет за пределы западных окраин моря, и тогда при фазах, близких к полнолуннию, можно будет изучать различия в отражательной способности поверхности Моря Холода. В это время особое внимание следует уделить северной зоне перехода к материку — как наиболее протяженной и сложной.

На 18—19-е сутки после новолуния в пределы Моря Холода вступит вечерний терминатор. Следя за его перемещением, наблюдатель может повторить изучение деталей рельефа при косом освещении, но с противоположным направлением падения солнечных лучей.

Море Холода располагается близко к краю видимого диска. Поэтому наиболее благоприятное время для наблюдений наступает, когда в результате либрации по широте центр видимого диска Луны максимально смещается к северу от лунного экватора, Море Холода «отодвигается» от лимба и его можно рассматривать в более удобном ракурсе.



КОСМИЧЕСКАЯ  
ФИЛАТЕЛИЯ

В. А. ОРЛОВ

## Спутники – народному хозяйству

**Спутниковые системы связи.** Первый советский спутник связи «Молния-1» был запущен 23.04.1965. Вскоре (12.04.1966) появилась советская марка. На ней показаны «Молния-1» и экраны двух телевизоров с изображениями фрагмента Спасской башни Кремля и Ростральной колонны во Владивостоке. Здесь же дата запуска: «23.IV.1965». Четвертому спутнику «Молния-1» (20.10.1966) посвящена специальная марка (29.12.1966), на которой он изображен на фоне эллиптической орбиты. Спутники серии «Молния» показаны на других марках, поступивших в почтовое обращение в последующие годы. На марке из серии «Решения XXIII съезда КПСС — в жизнь!» схематически показана работа спутника связи «Молния-1». Идентичный сюжет и на одной из марок XI Стандартного выпуска. 50-летию развития связи в СССР посвящена марка (16.08.1967) с изображением «Молнии-1» в апогее эллиптической орбиты. На марке серии «12 апреля — День космонавтики» (30.03.1971) с текстом «Космические исследования — народному хозяйству» вновь видим спутник «Молния-1».

Есть группа марок, поводом для выпуска которых послужили события не связанные с космосом, но на них присутствует «Молния-1». Они также входят в филателистический раздел «Спутниковые системы связи».

Но спутниковые системы связи — это и наземная сеть станций «Орбита», которая была создана вскоре после запуска первых спутников серии «Молния-1». 29.11.1968 наша почта выпустила блок под названием «Система „Орбита“», состоящий из трех

марок и трех купонов. На двух марках изображены «Молния-1» и наземная станция «Орбита», увенчанная параболической антенной, на третьей — карта СССР с обозначением станций, размещенных в районах Дальнего Востока, Средней Азии и Крайнего Севера. Текст, помещенный на трех миниатюрных купонах, гласит:

«В 50-ю годовщину Великого Октября вступила в строй сеть станций „Орбита“ — пунктов приема телевизионных программ, передаваемых спутниками связи „Молния-1“. На территории СССР сооружено более 20 приемных станций. Это позволило увеличить число зрителей программ Центрального телевидения более чем





на 20 миллионов человек. Сооружение сети „Орбита“ в СССР означает переход к массовому использованию космической техники в народном хозяйстве».

Особо отметим почтовый блок, посвященный 60-летию «Декрета Совнаркома об установлении в учреждениях почтово-телеграфного ведомства продажи произведений советской печати» (21.11.1918). На блоке схематично показано, как с помощью спутника серии «Молния» на приемные станции системы «Орбита» передаются матрицы центральных газет.

В 1976 году были проведены эксперименты по телевизионному вещанию со спутником «Экран». Советская почта выпустила марку (15.10.1981) «Система спутникового телевизионного вещания „Экран“». На ней воспроизведены спутник «Экран», земной шар с контурной картой СССР, параболическая передающая антенна наземной станции космической связи и радиотелевизионная башня в Останкине.

Отечественные спутниковые системы связи отображены на марках и других стран. Венгрия стала первой зарубежной страной, где была издана марка (20.12.1965), посвященная «Молнии-1». Затем венгерская почта вновь выпустила марки, на которых воспроизведены спутник «Молния-1» и система «Орбита». Подобные марки выпущены в Болгарии, Вьетнаме, ГДР, на Кубе, в Камеруне, Либерии, Мон-

голии, Польше, Румынии, Югославии.

В странах социалистического содружества вышло немало марок, рассказывающих об организации и работе международной спутниковой системы связи «Интерспутник». На Кубе выпущена серия из трех марок, посвященная пятилетию (1974—1979 гг.) сооружения и начала работы наземной станции космической связи «Карибе» (вблизи Гаваны). На первой марке — внешний вид станции, рельеф местности, на других — схема ее работы совместно со спутником «Молния-2», передача телерепортажа в Москву о пребывании советской партийно-правительственной делегации на Кубе. Упомянем и другие кубинские марки (1978, 1980), рассказывающие о системе «Интерспутник». Аналогичные марки были выпущены в ГДР, Чехословакии, Монголии. В последней отпечатаны не только марки, но и почтовые блоки, среди которых особый интерес представляет блок, посвященный 10-летию принятия комплексной программы совместных космических исследований социалистических стран (1967 г.). На нем показаны «Молния-1» и схема международной системы космической связи «Интерспутник».

**Космическая метеорология.** Первая советская космическая метеорологическая марка поступила в почтовое обращение 21.06.1971. На ней показан спутник «Космос-144». Рисунок этой марки полностью повторен и на мар-

кированном авиаконверте (23.03.1971). В серии, посвященной 15-летию первого в мире полета человека в космос (12.04.1976), есть марка с текстом «Космос — народному хозяйству». Это первая марка с изображением спутника серии «Метеор». Специальная марка, отражающая применение искусственных спутников Земли в интересах метеослужбы, выпущена к Дню космонавтики (12.04.1974). На ней изображены спутник серии «Метеор», земной шар, наземный комплекс приема информации, связи и управления метеоспутниками, специальное морское судно, работающее в системе «Метеор», карта с телевизионным снимком облачности. Сопроводительный текст — «Космическая метеорологическая система „Метеор“».

Интересен блок, вышедший в серии «XX лет космической эры» (04.10.1977). На его полях воспроизведены спутники «Метеор», «Молния», «Прогноз», комплекс «Салют» — «Союз». Сопроводительный текст: «Космонавтика на службе народного хозяйства СССР». Упомянем специальную марку из серии «Международное сотрудничество СССР в космосе» (23.06.1978). На ней текст — «Космическая метеорология» и показаны спутник «Метеор» и запуск метеорологических ракет.

Советской метеорологической системе «Метеор» посвятили свои марки и зарубежные страны. В связи со 100-летием (1873—1973) Всемирной метеорологической организации в

Монголии и Румынии выпущены специальные марки. На монгольской — метеоспутник серии «Космос», параболическая антенна наземной станции космической связи, на румынской — спутник «Метеор». На другой

монгольской марке, выпущенной к 40-летию метеорологической службы Монголии, изображен спутник «Метеор» на фоне синоптической карты Монголии. В программе «Интеркосмос» значительное место занимает

космическая метеорология. Поэтому не удивительно, что почтовые ведомства социалистических стран посвятили этой области свои марки. Они были выпущены в ГДР, Чехословакии, на Кубе.

## ВЫМПЕЛЫ НА ЛУНЕ И ПЛАНЕТАХ

С началом полетов к планетам Солнечной системы первых в мире советских автоматических межпланетных станций родился термин «космический вымпел», или просто «вымпел». Лицевую сторону первых вымпелов занимал Государственный герб СССР. На оборотной стороне помещалось схематическое изображение Солнечной системы. Расположение планет на орбитах соответствовало их положению к моменту завершения полета автоматической межпланетной станции.

Позже на станциях начали помещать два элемента: знак, на котором был Государственный герб СССР и надпись «Союз Советских Социалистических Республик», и собственно вымпел — своего рода художественную миниатюру, отражающую то или иное событие в исследовании космоса или выдающуюся дату в истории нашей Родины.

2 января 1959 года в сторону Луны впервые в истории человечества была запущена «Луна-1». На борту станции отправились в путь два вымпела. Они размещались в последней ступени ракеты, в герметичном отделении контейнере. При прохождении аппаратом плотных слоев атмосферы он защищался от нагрева сбрасываемым конусом.

Первый вымпел представлял собой тонкую металлическую ленту. На одной стороне — надпись: «Союз Советских Социалистических Республик». На другой — многократно повторенный Государственный герб СССР и надпись: «Январь 1959 Январь». Надписи сделаны специальным фотохимическим способом, обеспечивающим длительное их сохранение.

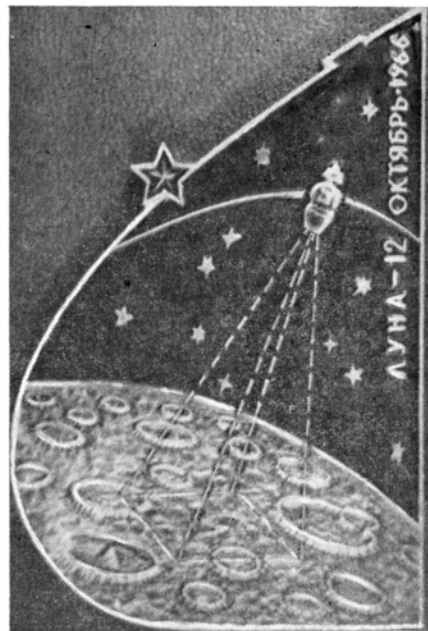
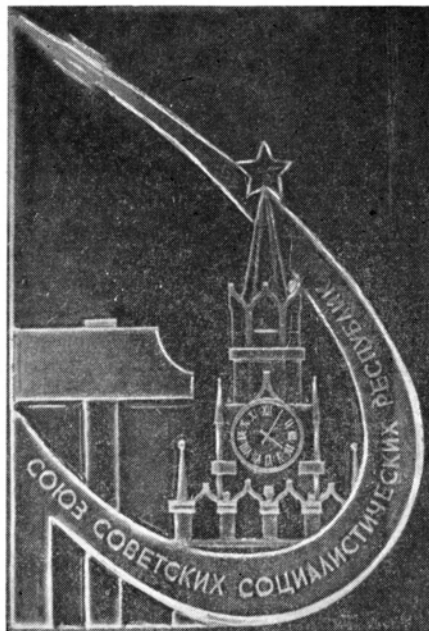


*Вымпел, доставленный на Луну автоматической станцией «Луна-9»*



*Вымпел, находившийся на борту автоматической станции «Луна-12»*

Второй вымпел имел форму шара. Его поверхность покрыта пятиугольными элементами из специальной нержавеющей стали. На одной стороне каждого элемента отчеканена надпись «СССР. Январь 1959 г.». На другой — Государствен-





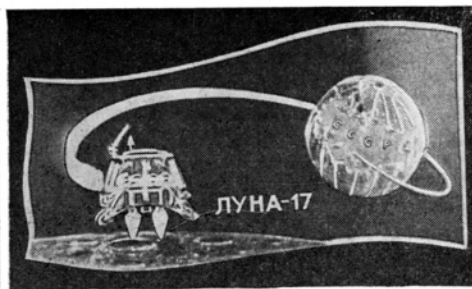
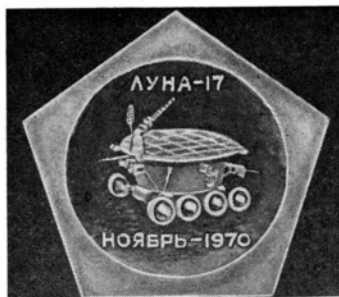
ный герб Советского Союза и надпись: «СССР».

12 сентября 1959 года успешно стартовала станция «Луна-2».

И на ней один из вымпелов имел форму шара. Поверхность вымпела состояла из больших и малых пятиугольных элементов. На большом пятиугольнике изображен Государственный герб Советского Союза и по дуге сделана надпись: «СССР». На малом — изображена пятиконечная звезда, а под ней надпись: «СССР. Сентябрь. 1959». Был на борту второй космической ракеты и вымпел-лента, в центре которого помещен Государственный герб СССР, а по обе стороны от него надписи: «1959 сентябрь» и «сентябрь 1959».

Новой выдающейся победой стала мягкая посадка на Луну, осуществленная 3 февраля 1966 года автоматической станцией «Луна-9». Снова на правильном пятиугольнике вымпела, доставленного «Луной-9», гордо сиял Государственный герб СССР, а на обороте по кругу шла надпись: «Союз Советских Социалистических Республик». В центре пятиугольника — дата: «Январь 1966 г.». «Луна-9» принесла на естественный спутник Земли и вымпел, имевший форму равно-стороннего треугольника. С одной его стороны — Государственный герб СССР и надпись «Союз Советских Социалистических Республик». А на обороте изображены Земля, Луна, промежуточная околоземная траектория полета ракеты и путь ее движения к Луне после старта с промежуточной траектории. Между Землей и Луной надпись: «Январь 1966».

Автоматическая станция «Луна-12» была третьим советским искусственным спутником Луны. На лицевой стороне вымпела, который она несла на борту, — Спасская башня Московского Кремля, расположенная между стилизованными изображениями серпа и молота, внешний контур которых ограничивает контур вымпела. Острие серпа увенчано космической ракетой. На обороте вымпела схематически показано, как фотографировалась

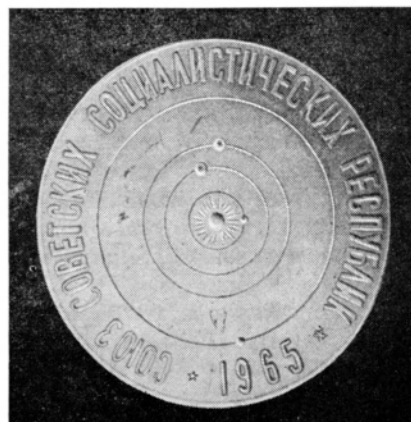


*Вымпелы, которые находились на автоматической станции «Луна-17»*

лунная поверхность. Там же надпись: «Луна-12. Октябрь 1966».

По два вымпела доставили на наш естественный спутник «Луна-16» и «Луна-17». Несли вымпелы на своем борту и все последующие автоматические станции от «Луны-18» до «Луны-24».

12 февраля 1961 года в полет отправилась межпланетная станция «Венера-1». На ее борту находился вымпел-шар с изображением Государственного герба СССР. На поверхности вымпела нанесены контуры материков Земли. Внутри помещена медаль с изображением Государственного герба нашей Родины. На обороте медали, в центре, показана схема Солнечной системы с орбитами Меркурия, Венеры, Земли и Марса. По краю — надпись: «Союз Советских Социалистических Республик — 1961». Вымпел помещен в специальную защитную обо-



*Одна из сторон медали, помещенной в шаровой полый вымпел, который был установлен на межпланетной станции «Венера-3»*

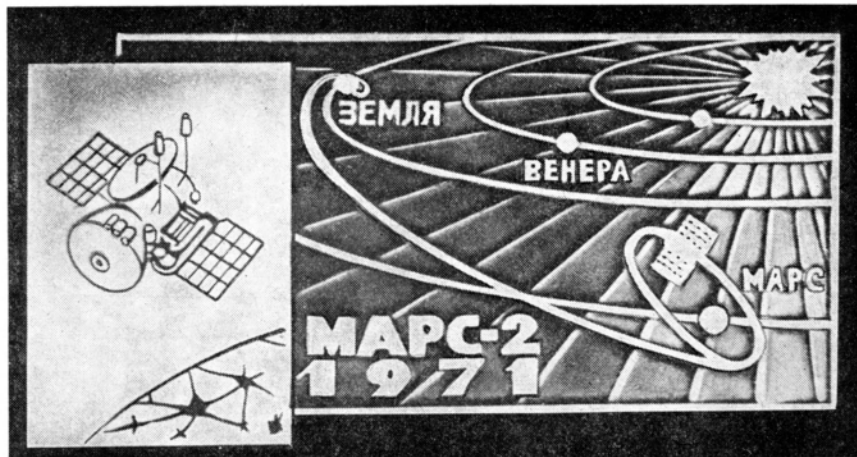
*Вымпелы с барельефом В. И. Ленина и изображением Государственного герба СССР, отправленные на межпланетных станциях «Венера-5 и -6»*



лочку, внешняя поверхность которой образована пятиугольными элементами из нержавеющей стали. На каждом изображен Государственный герб СССР и надпись «Земля – Венера 1961».

1 марта 1966 года автоматическая межпланетная станция «Венера-3» доставила на планету вымпел, имевший форму полого шара, на поверхности которого были выгравированы контуры материков Земли, а внутри находилась медаль. На одной стороне медали – Государственный герб СССР, на другой – отчеканены траектории планет Меркурия, Венеры, Земли и Марса относительно Солнца, а также надпись: «Союз Советских Социалистических Республик 1965». Положение Земли и Венеры на медали соответствовало времени подлета автоматической станции к Венере.

Плавный спуск в атмосфере Венеры совершили в 1969 году станции «Венера-5» и «Венера-6». На них были вымпелы с барельефом В. И. Ленина и изображением Государственного герба СССР. Аналогичные вымпелы были на станциях «Венера-7, -8, -9 и -10». Две



*Вымпел, доставленный на поверхность Марса межпланетной станцией «Марс-2»*

последние «Венеры» – искусственные спутники планеты, – неся вымпелы с барельефом В. И. Ленина, находились на околовенерианских орбитах, а на спускаемых аппаратах был установлен вымпел с изображением Государственного герба СССР. Так же располагались вым-

пелы и на межпланетных станциях «Венера-11, -12, -13 и -14».

Государственный знак нашей Родины доставлен и на поверхность далекого Марса. При подлете к планете от станции «Марс-2» отделилась капсула, спустившая на поверхность Марса вымпел. Имелись вымпелы и на других станциях «Марс».

**М. Б. САУККЕ  
В. А. ТУРЬЯН  
Н. А. ЯКУБА**

## НОВЫЕ КНИГИ

### МУЗЕЙ ЗЕМНЫХ СКУЛЬПТУР

Проблемам одной из самых молодых наук о Земле – геоморфологии – посвящена научно-популярная книга Н. А. Флоренсова «Скульптуры земной поверхности» (М.: Наука, 1983). Она состоит из семи глав и заключения.

В первых двух главах автор знакомит читателя с предметом геоморфологии, изучающей рельеф нашей планеты. Здесь приведены исторические сведения, рассказывается о роли рельефа в жизни людей, о его связи

с внутренним строением и вещественным составом Земли.

Формы рельефа земной поверхности автор часто сравнивает со скульптурами. Кто же они – эти «скульпторы», создающие на земной поверхности причудливый рельефный орнамент? Это вода, воздух, различные внутренние и внешние геоморфологические процессы, сложный арсенал воздействий биосферы. Все эти вопросы освещены в третьей главе книги. Жизнь гор – тема четвертой главы. Здесь читатель узнает о происхождении гор, их размеще-

нии на материках и объединении в хребты, цепи и длинные нагорья, а также о механизме образования океанических горных хребтов.

Автор считает, что мы живем в своего рода природном музее земных скульптур и они могут дать неисчерпаемую информацию о жизни Земли. Он рассказывает о симметрии в скульптурах земной поверхности. Этим проблемам посвящены пятая и шестая главы.

Связь биосферы с рельефом Земли обсуждается в заключительной (седьмой) главе книги.



### **УСТНЫЙ ВЫПУСК ЖУРНАЛА ВО ДВОРЦЕ КУЛЬТУРЫ ЗИЛА**

17 мая 1983 года состоялась встреча сотрудников редакции и авторов журнала «Земля и Вселенная» с учащимися московских школ. Эта встреча была организована активом Юношеской академии наук о Земле и Космосе, работающей при народной обсерватории Дворца культуры Московского автозавода имени И. А. Лихачева. В зале собрались свыше 300 учащихся среднего и старшего возраста, которые интересуются геофизикой, астрономией и космонавтикой.

Кратким вступительным словом вечер открыл Н. К. Семакин. Заместитель главного редактора журнала «Земля и Вселенная», кандидат педагогических наук Е. П. Левитан рассказал об истории создания журнала, его задачах, о том, как составляется и оформляется каждый выпуск. Затем были представлены ученые и сотрудники редакции.

Доктор географических наук А. А. Аксенов сообщил много интересного об исследовании Мирового океана. Затаив дыхание слушали школьники рассказ ученого о поис-

ках Атлантиды. В завязавшемся обмене мнениями смелые предположения высказывали и ребята. Например, девятиклассница Надежда Любезнова считает, что «Атлантида» было много. В тектонически активных зонах земного шара в разное время катастрофически погружались в пучины морей целые города и страны. Поэтому искать надо не единственную Атлантиду.

Доктор физико-математических наук В. В. Шевченко рассказал о результатах космических исследований планет и показал красочные слайды — фотографии планет из космоса. Много интересного узнали ребята о вулканизме спутника Юпитера — Ио, об электрических явлениях на Венере и пыльных бурях на Марсе. Большой интерес вызвал его рассказ о находке во льдах Антарктиды «лунного» метеорита. Этот образец космического вещества по своему химическому и минералогическому составу удивительно похож на лунное вещество.

Кандидат физико-математических наук А. Г. Полнарев посвятил свое выступление черным дырам во Вселенной. Что такое черная дыра, какие эффекты наблюдаются вблизи черных дыр, как их обнаружить — обо всем этом узнали ребята из его



### *Беседа на площадке обсерватории*

выступления. Они буквально забросали ученого всевозможными вопросами.

Активисты Юношеской академии наук показали гостям обсерваторию, многочисленные самодельные приборы и пособия. Президент Юношеской академии наук десятиклассник Игорь Хатунцев познакомил ученых с результатами исследовательской работы, которую проводят ребята. Особенно плодотворными оказались исследования переменных звезд. Секретарь Юношеской академии наук семиклассница Наталья Мещерякова рассказала о научно-просветительской работе школьников в пионерских лагерях автозавода.

Большой интерес участников встречи вызвал обзор последних номеров журнала, сделанный пятиклассником Сергеем Тагировым.

Ряд своих отзывов и замечаний о работе журнала ребята прислали в редакцию. Все ребята — читатели журнала — хотя, чтобы в каждом

номере помещались цветные фотографии. Семиклассник Евгений Орловский считает, что этот журнал — лучший из всех, где рассказывается об исследованиях Вселенной и Земли. Шестикласснице Инне Ефимовой нравится внешнее оформление журнала, отражающее основное содержание каждого номера, а ее сверстник Кирилл Бадю отмечает полезность раздела «Книжки о Земле и небе». Пятикласснику Владимиру Романову очень нравятся филателистические публикации в журнале, а семикласснику Алексею Карпову по душе описания самодельных любительских телескопов. Шестиклассники Сергей Новиков, Анастасия Казанова, Антон Ягунов, Ирина Заржицкая, Михаил Афанасьев и другие ребята с удовлетворением отметили, что на страницах журнала появляются и научно-фантастические рассказы. А восьмиклассники Андрей Яснецов, Дмитрий Молчанов и десятиклассники Евгений Осминкин, Игорь Хатунцев выделили как наиболее интересные публикации

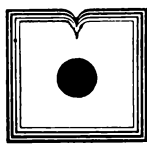
последних лет статьи о проблемах поиска и связи с внеземными цивилизациями.

После встречи на состоявшемся заседании совета Юношеской академии наук почетными ее членами были избраны все выступавшие перед школьниками ученые и редакторы журнала «Земля и Вселенная» — Е. И. Баланов, Е. П. Деркач, Е. П. Левитан, Т. В. Маврина, А. В. Силецкий, Э. К. Соломатина, Л. Я. Шимкина. Расставаясь с ними, школьники выразили желание встречаться чаще, чтобы не только со страниц журнала, но и из личных бесед узнавать о достижениях наук о Земле и Вселенной.

11 июля Центральное телевидение в популярной передаче «Звездочет» показало фрагменты этого устного выпуска «Земли и Вселенной».

Заведующий  
народной обсерваторией ДК ЗИЛа  
**Н. К. СЕМАКИН**

Фото В. Гузя, А. Егорова,  
М. Метелицы



КНИГИ  
О ЗЕМЛЕ  
И НЕБЕ

Член-корреспондент АПН СССР  
**Б. А. ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ**  
Член-корреспондент АН СССР  
**Э. Р. МУСТЕЛЬ**

## Книга об увлеченных людях

История отдельных астрономических обсерваторий время от времени освещается в нашей литературе, публикуются и биографии известных астрономов. Картина развития астрономии в нашей стране впервые была дана только в конце 50-х годов в монографиях одного из авторов настоящей рецензии<sup>1</sup>. Вместе с тем оставался практически не вскрытым огромный пласт истории отечественной астрономии, к которому относится развитие общественных астрономических организаций, занимавшихся научной работой и распространением астрономических знаний. Тем отраднее увидеть посвященную этим вопросам монографию В. К. Луцкого «История астрономических общественных организаций в СССР» (М.: Наука, 1982).

Нам представляется вполне обоснованным, что свое исследование (в нем охвачен период с 1888 по 1941 год) автор разбивает на три главы: «Основные этапы развития астрономических общественных организаций в дореволюционной России»; «Астрономические общественные организации в период с конца 1917 до начала 30-х годов» и «Всесоюзное астрономо-геодезическое общество при Академии наук СССР (1932—1941 гг.)».

В книге с первой до последней страницы чувствуется кропотливая работа профессионального историка, исполненного, однако, любви к «царице наук» — астрономии. Не случай-



но в течение многих лет автор читает лекции в Московском планетарии и одновременно занимает должность ученого секретаря Московского отделения ВАГО.

Работая над монографией, В. К. Луцкий изучил множество архивных документов, что нашло отражение в многочисленных подстрочных ссылках и примечаниях. Вместе с тем книга — не бесстрастная регистрация фактов. Нет! Кажется, автор живет одной жизнью с «героями» книги, радуется их победам на поприще науки, остро переживает их неудачи...

В истории астрономии чрезвычайно велика роль серьезного любительства. И астрономические общественные организации, такие, как Нижегородский кружок любителей физики и астрономии, Русское общество любителей мироведения, Московское общество любителей астрономии

(МОЛА) и другие, внесшие значительный вклад в развитие астрономии и ее пропаганду, положили в основу своей деятельности работу с широкими слоями населения, в чем проявился подлинный демократизм этих организаций. Даже Русское астрономическое общество, которое носило титул «императорского», функционировало как организация профессионалов и имело ярко выраженную классовую направленность, характерную для многих академических учреждений царской России, не могло оставаться в стороне от демократического движения, развернувшегося в России во второй половине XIX века. Да и само создание этого общества, несмотря на сильное сопротивление «влиятельных» лиц, близких к правительственным кругам, — свидетельство прогрессивных тенденций в деятельности передовой части русских ученых. Все это прекрасно раскрывает книга В. К. Луцкого.

Особое внимание уделено работе общественных астрономических организаций после Великой Октябрьской социалистической революции. Автор не только показал историческое развитие уже известных астрономических обществ, но и «открыл» десятки теперь уже, увы, забытых астрономических кружков, обществ, народных обсерваторий, развернувших, особенно в 20—30-е годы, активную научно-исследовательскую или пропагандистскую деятельность буквально на всей территории страны — от западных районов Украины до Сибири и Дальнего Востока.

Как свидетельствует заглавие, книга посвящена истории астрономических организаций. Но ведь организации складываются из людей! И всем им — их труду, энтузиазму, энергии — в книге отдается должное. Автор хорошо знает особенность астрономии, выделяющую ее из других наук, — у нее всегда, и прежде, и теперь, было множество друзей-любителей. Они часто становятся профессионалами, а большинство астрономов-профессионалов остаются подлинными «любителями», приверженцами этой науки на всю жизнь (именно к таким относят себя и авторы этой рецензии, начинавшие когда-то творческий путь в науку с

<sup>1</sup> Б. А. Воронцов-Вельяминов. Очерки истории астрономии в России. М.: Физматгиз, 1956; он же. Очерки истории астрономии в СССР. М.: Физматгиз, 1960.



астрономического кружка и общества).

Любительство в астрономии — массовое явление. И весьма ценно, что В. К. Луцкий постоянно обращает внимание читателей на тех подлинных энтузиастов, кто в небольших астрономических кружках или обсерваториях начинал путь в науку. И даже не став профессиональными астрономами, они все равно продолжали всерьез увлекаться этой наукой.

В именном указателе книги В. К. Луцкого — более 600 (I) фамилий. Среди них есть и ученые с мировой известностью, и множество любителей астрономии, имена которых ныне, к огромному сожалению, почти забыты. Автор провел поистине гигантские поиски в различных архивах (Центральный государственный, местных, в архивах многих отделений ВАГО, библиотеках, музеях), чтобы не только раскрыть полностью имена и отчества всех упоминаемых лиц, но и привести даты их жизни или год рождения. Изучая один этот указатель имен, можно по числу упоминаний в книге тех или иных лиц составить представление об их работе в астрономических обществах. Заслуженно часто вспоминает автор выдающегося астронома, академика А. А. Михайлова, профессора К. Л. Баева, известного астронома-методиста М. Е. Набокова, члена-корреспондента АН СССР В. В. Федынского, замечательных пропагандистов науки К. Н. Шиштовского, В. А. Шишакова и многих, многих других, внесших огромный вклад в развитие и пропаганду астрономии.

Естественно, рецензентам было приятно встретить в книге упоминание тех общественных организаций, в которых они сами работали и продолжают работать теперь. Например, Коллектив наблюдателей МОЛА. Эта организация впервые внесла в астрономическую науку коллективные методы наблюдений. В 20—30-е годы она явилась прекрасной школой, выпустившей ряд талантливых деятелей в разных областях астрофизики. Один из авторов рецензии и первый руководитель Коллектива наблюдателей МОЛА (Б. А. Воронцов-Вельяминов) в дополнение к опубликованному в

книге материалу считает нужным пояснить, в чем, собственно, состояла заслуга этой любительской организации.

Дело в том, что на обсерватории Московского университета в те годы существовала довольно странная практика — допускать студентов к работе лишь с теми инструментами, на которых им полагалось определять широту и поправку часов. И только после сдачи всех курсов за четыре года выпускников проводили по всем помещениям обсерватории и разрешали каждому взглянуть в 7-дюймовый рефрактор на Луну или другое светило. В Коллективе наблюдателей МОЛА все было наоборот: там с самого начала молодежи — любителям астрономии было не только разрешено, но и вменялось в обязанность на одной из обсерваторий общества проводить наблюдения в телескоп, поощрялась инициатива в наблюдательской работе. Именно благодаря этому многие из членов коллектива после окончания университета стали крупными астрономами, внесли существенный вклад в науку.

Особенно детально в книге исследуется деятельность Всесоюзного астрономо-геодезического общества, созданного в августе 1932 года на базе существовавших прежде астрономических обществ и кружков (Земля и Вселенная, 1983, № 2, с. 37.—Ред.). Обидно, что эта часть книги

оканчивается 1941 годом (хотя в заключение автор кратко освещает и послевоенную деятельность ВАГО). Хотелось бы увидеть в таком же прекрасном издании (заслуга издательства «Наука») продолжение истории астрономических общественных организаций.

В своей книге В. К. Луцкий раскрывает значение той литературы, которую издавали астрономические общественные организации; в частности, много внимания он уделяет «Астрономическому календарю», выходящему поныне. А начали его выпускать в 1895 году энтузиасты из Нижегородского кружка любителей физики и астрономии. Однако хотелось бы располагать сведениями и о тех изданиях, которые публиковались небольшими кружками и народными обсерваториями. Поиски подобных местных изданий сложны, но они еще ярче осветили бы деятельность энтузиастов астрономии.

Все эти отдельные замечания несколько не умаляют значения книги В. К. Луцкого, который своим трудом внес большой вклад не только в историческую, но и в астрономическую науку. И вряд ли кто из астрономов, не имея специального образования, связанного с исследованием документальных материалов, мог бы лучше выполнить столь трудоемкую и важную работу.

Кандидат физико-математических наук  
Д. Н. ПОНОМАРЕВ

## «Календари и хронология стран мира»

В 1982 году издательство «Просвещение» выпустило массовым тиражом (494 000 экземпляров!) книгу В. В. Цыбульского «Календари и хронология стран мира». Она предназначена школьникам старших классов и даже

имеет специальный гриф: «книга для учащихся».

Как и следует из названия, книга посвящена счету времени, его астрономической основе, календарям и летосчислению. В ней рассказывается





о действующем григорианском календаре (по сути — международном), а также о различных лунных и солнечных календарях. Если привычная нам григорианская система календаря, признанная ООН, известна достаточно хорошо, то, например, система счисления, именуемая хиджрой, 12- и 60-летние циклы народов Восточной Азии, календари созвездий — мало известны. Описание их представляет интерес не только для учащих, но и для широкой общественности. Книга снабжена подробными таблицами пересчета дат одной календарной системы в другую на несколько ближайших десятилетий

Но необходимо сразу с огорчением признать: интересно задуманная книга, включающая некоторые, не публиковавшиеся в популярной литературе сведения о календарях ряда стран и народов, совершенно испорчена недопустимо небрежным изложением и оформлением.

Небрежности начинаются с опечаток. Так, знак Весов 4 раза приводится в перевернутом виде ( $\text{♎}$ ) и всего лишь трижды правильно ( $\text{♎}$ ); латинская буква D, служащая для обозначения числа 500, систематически (только на 21-й с. 9 раз) набирается буквой Д русского алфавита; этрусски

у автора жили в Этруссии (с. 21), а не в Этрурии, как на самом деле; лунный Океан Бурь превратился в Тихий Океан (с. 45); С. Флеминг на с. 10 и 12 упорно (4 раза) именуется Флешингом и т. д.

Автору ничего не стоит поместить дважды, на соседних страницах, определение одного и того же понятия: на с. 8 — «условились начало звездных суток — 0 ч — отсчитывать от момента верхней кульминации точки весеннего равноденствия»; на с. 9 — «За начало звездных суток принимается момент верхней кульминации точки весеннего равноденствия».

Подобные небрежности часто приводят к искажению смысла. На той же с. 9 читаем: «Средние солнечные сутки... равны 24 ч 3 мин 56,554 с». Средние солнечные сутки, как и вообще любые сутки, содержат 24 ч 00 мин 00 с. Но если сутки измерять в другой системе счета времени, то в них будет иное число часов, минут и секунд. Однако это необходимо специально оговорить.

Другой пример. Под рисунком на с. 79 написано «Периодичность движения светил». А на рисунке схематически изображено (без соблюдения масштаба) расположение планет по мере их удаления от Солнца, и ни о какой «периодичности движения» рисунок понятия не дает.

Порой небрежность принимает анекдотический характер. На с. 34 сообщается: «Весы — двойная звезда, арабы назвали ее Зубен Эльгенуби — Южные Весы и Зубен Эль Хамали — Северные Весы». Но Весы — это группа звезд, созвездие. Зубен Эльгенуби — название  $\alpha$  Весов, а Зубен Эль Хамали —  $\beta$  Весов. Они отстоят друг от друга примерно на  $10^0$  и звездной пары не образуют. Если уж говорить о двойной звезде (а она даже тройная), то это —  $\alpha$  Весов.

Вершиной неряшливости, пожалуй, можно считать рисунок на с. 26. На нем изображена карта Азии, Европы и части Африки с заштрихованными областями; а подпись гласит: «Карта Млечного Пути». Естествен вопрос автору: в какой же части Млечного Пути течет Днепр и в какой — Енисей, обозначенные на карте?

Иногда приходит недоумение: что породило эти нелепицы — чистая небрежность или недостаток знаний автора? Например, на с. 4 и 5 он дважды утверждает, что в центре воображаемой небесной сферы «всегда находится наблюдатель». Согласно строгому определению, небесная сфера — это «вспомогательная сфера произвольного радиуса, с центром в любой точке пространства» (см. К. А. Куликов. «Курс сферической астрономии». М.: Наука, 1974). Да и сам автор приводит на с. 5 рисунок небесной сферы, рассматриваемой снаружи, внутри которой, разумеется, никакого наблюдателя нет. Кстати, на этом рисунке обозначены основные линии и точки небесной сферы, а в тексте дается комментарий, который не соответствует надписям на рисунке.

Подозрение, что В. В. Цыбульский плохо знаком с излагаемым материалом, находит подтверждение и в том, что автор не упоминает такие известные книги, как «Время и его измерение» Ф. С. Завельского (М.: Наука, 1972), «Календарь и хронология» И. А. Климишина (М.: Наука, 1981) или коллективный сборник «Астрономы. Биографический справочник» (Киев: Наукова думка, 1977). И не случайно в книге В. В. Цыбульского на с. 42—46, где приводятся имена и труды некоторых выдающихся астрономов древности, много неточностей и путаницы.

Подозрение усиливается еще одним обстоятельством. На с. 13—15 автор подробно перечисляет часовые пояса и те области и автономные республики, которые входят в каждый из поясов, согласно постановлению Совета Министров СССР «О порядке исчисления времени на территории СССР», принятому в октябре 1980 года. С 1 апреля 1982 года в восьми автономных советских социалистических республиках, в 12 областях и в Краснодарском крае введено московское время, а также изменен отсчет хода часов в Коми АССР, Тюменской области и в трех автономных округах. Эти изменения не нашли отражения в книге В. В. Цыбульского, хотя она подписана к печати 19 ноября 1982 года.

И вновь очередная небрежность. На с. 13 пишется: «С 1930 года введено круглосуточное, так называемое „декретное“ время на всей территории Советского Союза». Никакого специального «круглосуточного» времени нет, точнее, любое время, по сути, круглосуточное. И в 1930 году введено не «так называемое», а действительно декретное время. Декретом Советского правительства на всей территории СССР с 16 июля 1930 года стрелки часов были переведены на один час вперед. Постановление 1980 года только уточнило исчисление времени, но название его не изменило.

Небрежности встречаются не только в хронологических или астрономических, но и в исторических, философских и идеологических рассуждениях автора. Так, он утверждает (на с. 17): «Определив, что такое время, установив его зависимость от движущейся материи и пространства, от движения небесных светил...» — и словно бы при этом забывает, что время от движения светил не зависит. Чуть далее, на с. 18, написано: «Народы Востока, исповедующие ислам, начинают летосчисление с так называемой хиджры...», момента переселения мифического Мухаммеда (Магомета)...». Во-первых, хиджра не «так называемая», а вполне конкретная система летосчисления; во-вторых, Мухаммед (ок. 570—632) — это религиозный проповедник и политический деятель, личность вполне реальная, и называть его «мифическим» совершенно неверно.

Некоторые формулировки в книге В. В. Цыбульского вводят читателя в заблуждение. Так, на с. 65 сообщается, что «немалая часть населения мира исповедует ислам и соответственно пользуется лунными календарями». В действительности в большинстве стран ислама распространен либо григорианский календарь, либо тот или иной вид хиджры наравне с григорианским календарем. Например, Турция, как, между прочим, отмечает и сам автор (с. 55), ввела у себя европейский календарь и летосчисление. Произошло это, правда, не в 1926 году, как написано у В. В. Цыбульского, а в 1928 году.

Особого следует отметить некорректное заимствование В. В. Цыбульским рисунков зодиакальных созвездий (с. 32 и 33), а также кратких изложений мифов (с. 30, 31, 34, 35), в честь героев которых названы созвездия. Рисунки и тексты к ним, вышедшие в виде серии открыток (составитель и оформитель художница Г. Г. Глебова), публикуются В. В. Цыбульским без упоминания автора.

Нелепостей и ошибок в книге В. В. Цыбульского более чем достаточно. Фактическая, содержащая полезную информацию часть текста тонет в небрежных, неточных и необоснованных утверждениях автора. Разумеется, ответственность за столь несовершенную книгу несет не один автор, но и редакторы издательства «Просвещение» и рецензенты, поскольку подавляющее большинство неточностей можно было устранить во время подготовки книги к печати.

# 5 СЕНТЯБРЬ ОКТАБРЬ 1983

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

Орган Секции физико-технических и математических наук, Секции наук о Земле Президиума Академии наук СССР и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

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**  
Член-корреспондент АН СССР  
**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. ИЗОТОВ**  
Доктор физико-математических наук  
**И. К. КОВАЛЬ**  
Член-корреспондент АН СССР  
**В. Г. КОРТ**  
Доктор физико-математических наук  
**Б. Ю. ЛЕВИН**  
Кандидат физико-математических наук  
**Г. А. ЛЕЙКИН**  
Академик  
**А. А. МИХАЙЛОВ**  
Доктор физико-математических наук  
**Г. С. НАРИМАНОВ**  
Доктор физико-математических наук  
**И. Д. НОВИКОВ**  
Доктор физико-математических наук  
**К. Ф. ОГОРОДНИКОВ**  
Доктор физико-математических наук  
**Г. Н. ПЕТРОВА**  
Доктор географических наук  
**М. А. ПЕТРОСЯНЦ**  
Доктор геолого-минералогических наук  
**Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ**  
Доктор физико-математических наук  
**В. В. РАДЗИЕВСКИЙ**  
Доктор физико-математических наук  
**Ю. А. РЯБОВ**  
Доктор физико-математических наук  
**Г. М. ТОВМАСЯН**  
Доктор технических наук  
**К. П. ФЕОКТИСТОВ**

Адрес редакции: 103717, ГСП, Москва, К—62, Подсосенский пер., д. 21  
комн. 2. Телефоны: 227—02—45, 227—07—45

Художественный редактор Л. Я. Шимкина

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

Номер оформили: А. Г. Калашникова, Б. М. Разин, Е. К. Тенчурина

Сдано в набор 17.06.83. Подписано к печати 19.08.1983 г. Т-16440

Формат бумаги 84×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Высокая печать. Усл. печ. л. 8,4

Уч.-изд. л. 11,0. Усл. кр.-отт. 532,7 тыс. Бум. л. 2,5

Тираж 42477 экз.

Заказ 2901.

Цена 65 коп.

Издательство «Наука», 117864, ГСП—7, Москва, В—485, Профсоюзная ул., д. 90

2-я типография издательства «Наука», 121099, Москва, Г—99, Шубинский пер., д. 10



## На орбите «Салют-7»

16—20 июля В. А. Ляхов и А. П. Александров продолжали сбор оперативной информации о состоянии сельскохозяйственных угодий в районах Поволжья, Северного Прикаспия, Центрального Черноземья, Кавказа, Средней Азии. Космонавты вели фотосъемку мелиорированных земель в бассейнах Амударьи, Сырдарьи, Каракумского канала, Цимлянского водохранилища, Грузинской и Азербайджанской ССР, а также лесных массивов Карпат и Кавказа.

21 июля был день медицинского обследования. Исследовалось, в частности, состояние сердечно-сосудистой системы при выполнении физических упражнений на велоэргометре. Пульс у командира был 57, у бортинженера 58 ударов в минуту. Величина артериального давления соответственно 130 на 59 и 130 на 60 мм рт. ст.

22 июля экипаж завершил очередной цикл комплексного исследования земной поверхности, провел ряд технических экспериментов, готовил научную аппаратуру к предстоящей работе.

23—28 июля В. А. Ляхов и А. П. Александров занимались техническими экспериментами, связанными с отработкой приборов и мето-

дов управления орбитальными комплексами, осуществляли визуальные наблюдения, фотографировали отдельные районы Земли.

В установке «Оазис» космонавты посеяли семена пшеницы и поддерживали необходимые условия для развития семян.

29 июля экипаж проверял режимы работы системы автономной навигации «Дельта», заменил на станции один из пультов.

30 июля в распорядке дня космонавтов были визуальные наблюдения, уборка помещений комплекса, душ, встреча с семьями.

31 июля—4 августа В. А. Ляхов и А. П. Александров изучали верхние слои земной атмосферы, регистрировали потоки заряженных частиц, проводили технические эксперименты и медицинские контрольные обследования.

В электронагревательной печи «Кристалл» космонавты выполнили две плавки. Цель их— получение кристаллов полупроводникового материала селенида кадмия. На аппаратуре «Электротопограф» экипаж проделал первую серию экспериментов, связанных с исследованием воздействия факторов открытого космического пространства на тонкопленочные

покрытия. Исследуемые образцы экспонировались в шлюзовой камере. Метод электротопографии, впервые примененный в практике пилотируемых полетов, даст возможность непосредственно на борту станции оценивать состояния различных конструкционных материалов и периодически контролировать поверхность космических аппаратов, длительное время находящихся на околоземных орбитах.

Используя малогабаритный гамма-телескоп «Елена», В. А. Ляхов и А. П. Александров провели несколько циклов измерений гамма-излучения в то время, когда орбитальный комплекс пролетал над районами Бразильской магнитной аномалии.

По программе биологических исследований продолжались эксперименты на установках «Оазис» и «Светоблок».

5 августа рабочий день космонавтов состоял из технологических экспериментов «Кристалл» и «Электротопограф», визуальных наблюдений по программе изучения окружающей среды, исследований с гамма-телескопом «Елена».

По материалам сообщений ТАСС

Продолжение следует





ИЗДАТЕЛЬСТВО НАУКА

ЦЕНА 65 КОП  
ИНДЕКС 70336

