

Земля и Вселенная

- АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●
- ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА ●

1/85

Центральному Комитету КПСС Президиуму Верховного Совета СССР Совету Министров СССР

Мы, советские ученые, конструкторы, инженеры, техники, рабочие, космонавты, специалисты космодрома, Центра подготовки космонавтов, Центра управления полетом, командно-измерительного и поисково-спасательного комплексов, принимавшие участие в подготовке и осуществлении самого длительного в истории космонавтики пилотируемого полета на орбитальном научно-исследовательском комплексе «Салют-7» — «Союз», в запуске и проведении полетов трех космических кораблей «Союз Т» и пяти грузовых кораблей «Прогресс», выражаем глубокую благодарность Центральному Комитету Коммунистической партии Советского Союза, Президиуму Верховного Совета СССР и Совету Министров СССР за высокую оценку труда наших коллективов, за теплые слова поздравления.

Осуществление 237-суточного орбитального полета космонавтами Кизимом, Соловьевым и Атьковым явилось новым успехом отечественной науки и техники. Результаты научных исследований и экспериментов, полученные в ходе этого полета, найдут широкое применение в различных от-

раслях науки и народного хозяйства нашей страны. Впервые в течение одной экспедиции Леонид Кизим и Владимир Соловьев совершили шесть выходов в открытый космос общей продолжительностью 22 часа 50 минут и выполнили сложные монтажные работы на внешней поверхности станции.

В период длительного полета на борту орбитального комплекса «Салют-7» — «Союз» работали также международный экипаж — Юрий Малышев, Геннадий Стрекалов и индийский космонавт Ракеш Шарма и экипаж в составе Владимира Джанибекова, Светланы Савицкой и Игоря Волка.

Успешное осуществление самого длительного в истории космонавтики пилотируемого полета мы посвящаем знаменательному событию — 40-летию великой Победы советского народа.

Заверяем Центральный Комитет Коммунистической партии Советского Союза, Президиум Верховного Совета СССР и Совет Министров СССР, что будем и впредь неустанно совершенствовать космическую технику, плодотворно решать задачи по дальнейшему освоению космического пространства в мирных целях, на благо нашей великой Родины.

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

Земля и Вселенная

• ЯНВАРЬ • ФЕВРАЛЬ • 1/85



На первой странице обложки: схема полета космического аппарата «Вега» к комете Галлея. Стартовав с Земли, космическая станция сначала направится к Венере, на поверхность которой произведет посадку спускаемый аппарат, после чего «Вега» продолжит полет навстречу комете. Справа сверху — обложка номера журнала «Земля и Вселенная» (№ 1, 1965 года), выпущенного ровно 20 лет назад

В номере:

Рыкунов Л. Н., Хаврошкин О. Б., Цыплаков В. В.— Сейсмический шум Земли	2
Слыш В. И.— Химический состав и эволюция Галактики	9
Черепашук А. М.— Массивные тесные двойные системы	16
Балебанов В. М.— На встречу с кометой Галлея	25
Козловский Е. А.— Геология в народном хозяйстве СССР	34
К 40-ЛЕТИЮ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ	
Коротцев О. Н.— Отчизны славные сыны	42
ЛЮДИ НАУКИ	
Мартынов Д. Я.— Мариан Альбертович Ковальский	47
СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ	
Николаев А. В., Галкин И. Н.— Земля глазами геофизиков	51
Порцевский К. А.— Международная конференция директоров планетариев	57
ЭКСПЕДИЦИИ	
Николаев В. П.— Подводные аппараты изучают глубины	64
АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ	
Левитан Е. П.— Стратегия методического поиска	70
ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ	
Полубаринова-Кочина П. Я., Хлебников В. И.— Шестьдесят лет теории расширяющейся Вселенной	74
ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ	
Нусинов М. Д.— Модель «живого» и поиск внеземной жизни	85
ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ	
Мартыненко В. В.— Развитие юношеской любительской астрономии в СССР	91
ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ	
Неяченко И. И.— Козерог	100
ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ	
Щербачков А. Е.— Арсенал современной геологии	105
КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ	
Шолпо В. Н.— Наука о вечно меняющейся Земле	110
НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ	
Что писала «Земля и Вселенная» 20 лет назад [8, 33, 41, 44, 50, 56, 69]; Забытые наблюдения Ио? [45]; Свечение вод Байкала [46]; Высокотемпературные молекулярные облака [46]; Новые книги [86, 104, 109, 111, 112]; Солнце в июле — сентябре 1984 года [102].	



Доктор физико-математических наук
Л. Н. РЫКУНОВ
Кандидат технических наук
О. Б. ХАВРОШКИН
Кандидат физико-математических наук
В. В. ЦЫПЛАКОВ

Сейсмический шум Земли

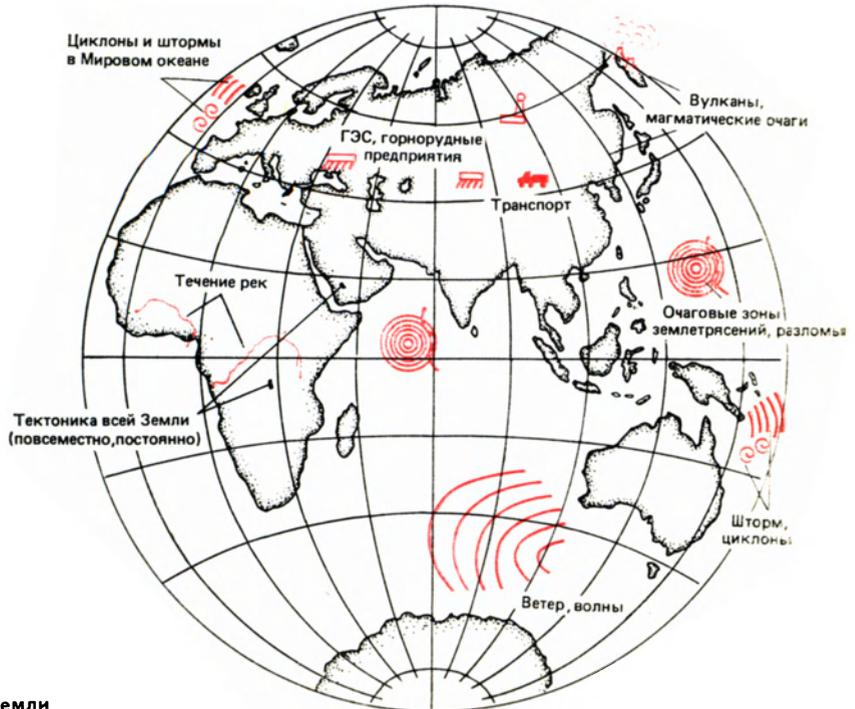
В Государственном реестре открытий СССР в конце 1983 года зарегистрировано открытие: «Явление модуляции высокочастотных сейсмических шумов Земли». Авторы открытия рассказывают о нем.

«ВСЯКИЕ НЕСТРОЙНЫЕ ЗВУКИ...»

Сейсмология, сформировавшаяся как самостоятельная научная дисциплина на рубеже XIX и XX веков, первой из наук о Земле столкнулась с проблемой шумов. Изучая волновые процессы в недрах Земли, их источники и причины, сейсмологи обнаружили на

записях чувствительных приборов постоянный фон колебаний. Его порождали микроколебания почвы с периодами от долей до десятков секунд и амплитудой, не превышающей сотых, а то и тысячных долей сантиметра. Эти микроколебания, или, как их стали называть, **микросейсмы** (Земля и Вселенная, 1971, № 4, с. 42.—Ред.), отражали уровень аппаратных возможностей начала XX столетия. К середине нашего века диапазон регистрируемых шумов удалось расширить — научились улавливать микросейсмы с периодами от сотых долей секунды до сотен секунд и записывать более слабые смещения почвы (10^{-8} — 10^{-7} см).

Постепенно накопившийся опыт измерений подсказывал, что, например, шумы с периодом 1—15 с вызваны метеорологическими



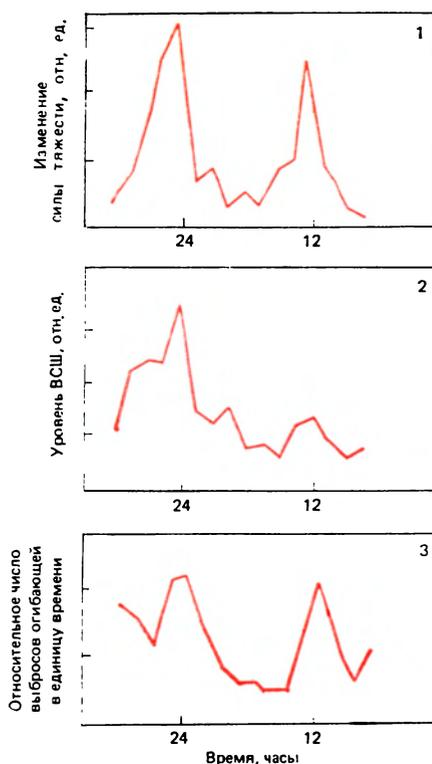
Источники шумов Земли

причинами и волнением океана (устоявшийся термин «штормовые микросейсмы» относится к колебаниям с периодом 5—6 с). Периоды от 15 с и ниже характеризуют волны от землетрясений, а также от других процессов, таких как **форшоки** (предшествующие землетрясению толчки), **афтершоки** (последующие сейсмические удары), **региональные подвижки**, охватывающие крупные территории. Наконец, некоторые микросейсмы порождаются различными антропогенными процессами, например транспортом, промышленностью.

Все шумы Земли до недавнего времени сейсмологи, и не только они, рассматривали исключительно как досадную помеху. («Всякие нестройные звуки» — так охарактеризован шум в толковом словаре В. И. Даля.) Поэтому изучение их не привлекало особого внимания: считалось, что познание шумов никоим образом не может повлиять на магистральный путь развития сейсмологии. И хотя предпринимались попытки извлечь пользу из изучения шумов (по параметрам штормовых микросейсм специалисты могли указывать местонахождение циклонов в океане, а спектр микросейсмических шумов в диапазоне 1—20 Гц иногда мог охарактеризовать структуру среды в месте регистрации), все же по многим причинам подобного рода исследования развития не получили.

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ШУМ

К концу 50-х годов сейсмологи начали осваивать высокочастотный диапазон шумов Земли (свыше 20 Гц). И выяснилось, что такие шумы существуют повсеместно. Впоследствии этот класс шумов получил определенное название — **региональные высокочастотные сейсмические шумы (ВСШ)**. Их стали изучать в связи с развитием общей сейсмологии и ее важных прикладных направлений. Оказалось, что диапазон ВСШ — это обычный рабочий диапазон для таких сложившихся разделов исследования Земли, как глубинное сейсмическое зондирование, регистрация близких землетрясений, вибрационное просвечивание Земли, изучение сейсмических эффектов взрывов. Оказалось, что характерные особенности этих шумов могут сослужить полезную службу: например, дать информацию о структуре среды, указать строителям, как и



Амплитудные спектры временных вариаций уровня ВСШ (2) и число выбросов огибающей (3). На них обнаружены те же пики, что и на спектре приливных вариаций силы тяжести (1). Это свидетельствует о влиянии приливов на ВСШ, то есть о модуляции последних

где лучше вести промышленное и гражданское строительство, помочь в прогнозировании землетрясений.

Еще не так давно основное внимание уделялось, как правило, общим характеристикам шумов — их частотному составу, уровню, изменению этого уровня от места к месту, средним статистическим характеристикам ВСШ. К тому же все эти характеристики определялись в кратковременных измерениях да еще с аппаратурой малой чувствительности. В последние годы на очередь дня поставили задачу изучить региональные ВСШ за длительный срок и с более высокой чувствительностью. Вскоре были получены интересные результаты, но прежде чем к ним перейти,

расскажем о связи высокочастотного сейсмического шума с некоторыми другими явлениями.

...За грохотом ударов молота по металлу, в шипении и клокотании жидкости, охлаждающей раскаленную деталь, кузнец, обрабатывающий металл, не может услышать то, что творится в металле. В процессе деформации образца или охлаждения непрерывно возникают слабые, преимущественно высокочастотные (амплитуда менее 10^{-5} см) пощелкивания — акустические импульсы давления. Процесс излучения импульсов, названный **акустической эмиссией** и регистрируемый специальной аппаратурой, возникает из-за **микродефектов** в среде, например из-за наличия границ между разными компонентами структуры, включений в кристаллическую решетку чужеродных элементов, наконец из-за нарушений самой решетки. Существование, что акустическую эмиссию начинают регистрировать, когда относительная деформация образца металла превышает некую определенную величину.

Разумеется, современные сейсмологи далеки от кузнецовского неведения, и акустическая эмиссия не новость в геофизике. Она изучается и уже нашла применение в горном деле, исследовании вещественного состава и напряженного состояния земных пород по наблюдениям в скважинах. Однако увидеть аналогию между акустической эмиссией и высокочастотным сейсмическим шумом было трудно. Ведь в горных породах, в отличие от высокочастотного сейсмического шума, она наблюдалась не повсеместно и, как правило, кратковременно. Но амплитуда смещений среды в акустических импульсах, как это выяснилось позднее, в миллион раз превосходит смещения в сейсмических шумовых волнах на частотах 15—80 Гц (в полосе 0,1 Гц), а частота импульсов в десятки тысяч раз превышает частотный диапазон ВСШ. И что особенно важно, относительные деформации при акустической эмиссии в десятки тысяч раз больше деформаций при высокочастотных сейсмических шумах.

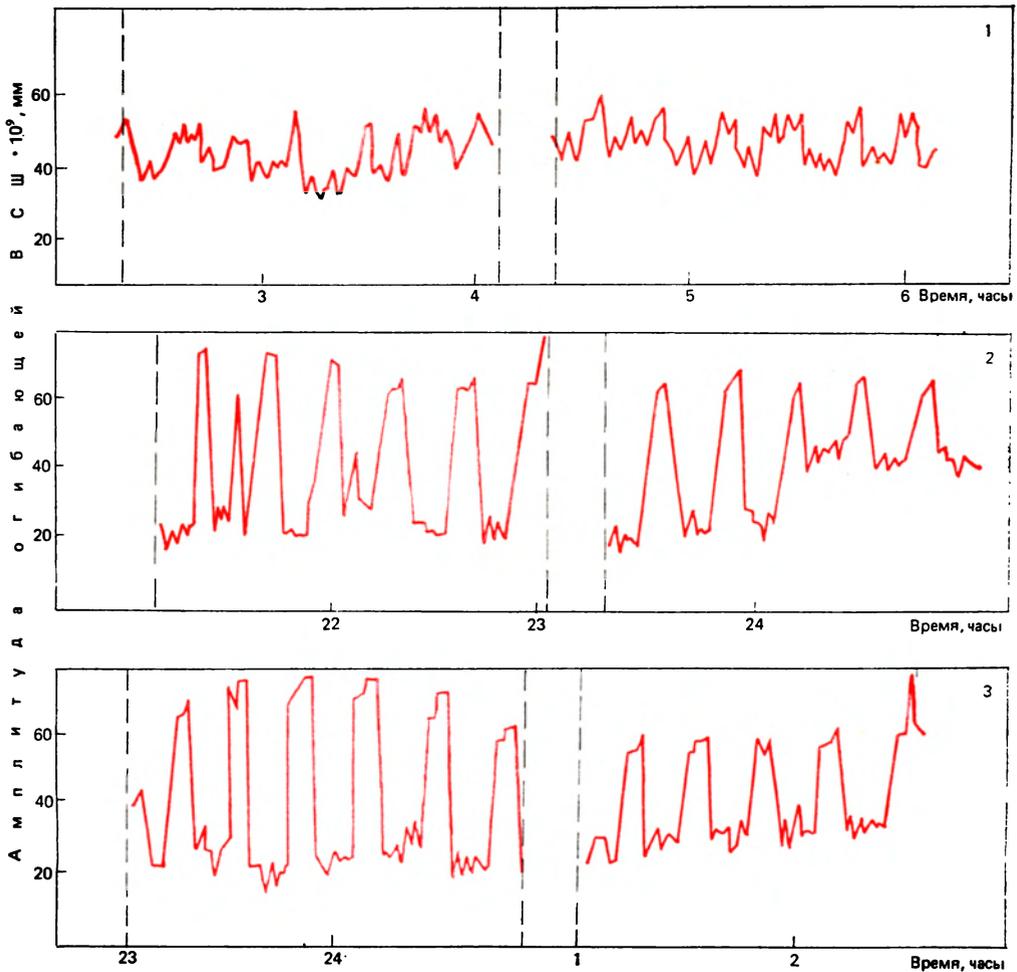
И тем не менее региональные ВСШ навели на мысль о возможном существовании в Земле, особенно в земной коре, процессов, сходных с акустической эмиссией. Их впоследствии обнаружили и назвали **сейсмической эмиссией**. Сейсмическая эмиссия несомненно вносит существенный вклад в уровень высо-

кочастотных сейсмических шумов, а источником сейсмической эмиссии (по аналогии с акустической) должны быть дефекты — трещины в земной коре, разломы, границы неоднородностей. Реальность сейсмической эмиссии — непрерывного шумового излучения упругих волн земными породами — доказали наблюдения уровня ВСШ и сравнение его временных изменений с синхронными вариациями фоновых напряжений в среде. Но это означало также, что были обнаружены и **колебания уровня ВСШ**, колебания, обусловленные периодическими процессами с частотами 10^{-3} Гц и менее. Так была открыта **модуляция высокочастотного сейсмического шума**, то есть изменение его статистических характеристик под действием возмущающего процесса, в первую очередь процесса, деформирующего среду.

Исследователи, ориентируясь на поиск эффекта модуляции, исходили сразу из двух гипотез. Во-первых, они предполагали, что сейсмическая эмиссия существует и, во-вторых, считали, что ею «управляют» слабые деформирующие Землю процессы. Последнее давало возможность понимать реальную среду как сейсмически активную, а сейсмическую эмиссию — как волновой отклик такой среды на внешнее воздействие. Если говорить о количественной стороне дела, то допускалось, что известные длиннопериодные деформирующие Землю процессы, например ее собственные колебания, приливы с периодами 10^3 — 10^5 с и относительными деформациями 10^{-8} — 10^{-9} способны повлиять на шумовые сейсмические волны, имеющие несравненно меньшие периоды 10^{-1} — 10^{-2} с и слабые относительные деформации 10^{-12} — 10^{-14} . И вдобавок все это было зарегистрировано на фоне антропогенных и ветровых помех — волн с относительной деформацией около 10^{-7} .

КАК ЗАРЕГИСТРИРОВАЛИ МОДУЛЯЦИЮ

Исходная идея о возможной модуляции высокочастотных сейсмических шумов тесно связана с представлением о свойствах реальной среды. Известно, что земные структуры, особенно вблизи поверхности, — неоднородная среда. В ней много разномасштабных очагов напряжений, напоминающих дефекты твердого тела — трещины, разломы. Очаги эти зарождаются из-за деформирующих процессов:



Записи высокочастотных сейсмических шумов Земли после землетрясений в Газли в 1976 году. 1 — модуляция отсутствует, 2 и 3 — примеры явной модуляции ВСШ собственными колебаниями Земли (регулярные подъемы огибающей). Между 1 и 2 — интервал в несколько дней

постоянных, связанных с тектоникой («перестройкой») всей планеты, и **дополнительных**, главным образом длиннопериодных, изменяющихся во времени. Когда прочность пород понижена, то одних только дополнительных напряжений может хватить, чтобы начали перестраиваться структуры, перераспределяться внутренние напряжения и разрушаться дефекты. В итоге часть запасенной упругой энергии

будет переизлучаться в виде высокочастотных сейсмических волн. Так, предполагалось, формируется излучение сейсмической эмиссии — компонента региональных высокочастотных сейсмических шумов.

При организации длительных наблюдений региональных ВСШ было немало трудностей. Не просто оказалось выбрать место регистрации, чтобы в канал записи не попадали промышленные и естественные помехи, и обеспечить запись и обработку этих длительных наблюдений. Нельзя было не учитывать специфические особенности сигналов региональных ВСШ: крайне малый, трудно уловимый уровень смещений, зависимость амплитуды сигнала от частоты и значительные вариации этой амплитуды. Поэтому выбрали некий **статистический параметр ВСШ**, удобный для по-

лучения информации. В качестве такого параметра использовали известную из радиотехники **огibaющую случайного процесса** на выходе узкополосного фильтра. Она несет информацию о статистических характеристиках и вариациях самого процесса (в данном случае — шумов) и удобна при регистрации высокочастотных процессов низкочастотными, низкоскоростными устройствами. Иными словами, применили метод узкополосной фильтрации и выделения огibaющей сигнала ВСШ. Это напоминает наблюдение оптических явлений сквозь светофильтр: зеленые солнцезащитные очки оберегают наши глаза от чрезмерно яркого света и одновременно позволяют любоваться картиной морского прибоя на залитом солнцем пляже или красотой снежных вершин. При регистрации сигнала ВСШ роль цветного стекла выполняют узкополосные фильтры.

Для регистрации региональных ВСШ таким методом создали специальную высокочувствительную аппаратуру и с 1975 года проводили эксперименты в специальных помещениях — подвалах и штольнях (дабы исключить помехи промышленные и метеорологические) в Подмоскowie, Крыму, Таджикистане, Туркмении, на Кавказе, в Белоруссии. Разработанная аппаратура продвинула исследования ВСШ гораздо дальше, чем имеющиеся стандартные средства, поскольку чувствительность новой системы в сотни тысяч раз превышала чувствительность старой. Вид первых же записей указал на явную модуляцию региональных ВСШ и на то, что модуляция эта вызвана деформирующими Землю процессами.

ДЛИННОПЕРИОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВСШ

Кроме деформирующих Землю процессов, связанных с тектоническими напряжениями, есть и другие — **лунно-солнечные приливы, собственные колебания Земли, штормовые микросейсмь**. Все они имеют частоты гораздо ниже, чем региональные высокочастотные сейсмические шумы, и, тем не менее, как было обнаружено, воздействуют на них. Для выявления модуляции ВСШ, создаваемой лунно-суточными приливами, выбирались непрерывные записи амплитуды огibaющей шумов длительностью более недели (иногда — более месяца). Усредненные по амплитуде и выбросам огibaющей региональных высокочастотных

сейсмических шумов, эти данные обрабатывались и сравнивались с теоретической кривой хода приливных деформаций силы тяжести. В результате получались амплитудные спектры, и на всех этих спектрах видны пики, соответствующие приливному периодичностям, то есть модуляция высокочастотных сейсмических шумов под действием приливов.

После сильных удаленных землетрясений, когда Земля колеблется, как колокол после удара, наблюдались вариации огibaющей региональных ВСШ с периодами, близкими к периодам некоторых собственных колебаний Земли. Например, в записях Мексиканского и Аляскинского землетрясений 1979 года обнаружены спектральные пики, соответствующие собственным колебаниям Земли. Иногда в асейсмичной зоне после сильных землетрясений модуляция высокочастотных сейсмических шумов собственными колебаниями Земли наблюдалась в самом явном виде.

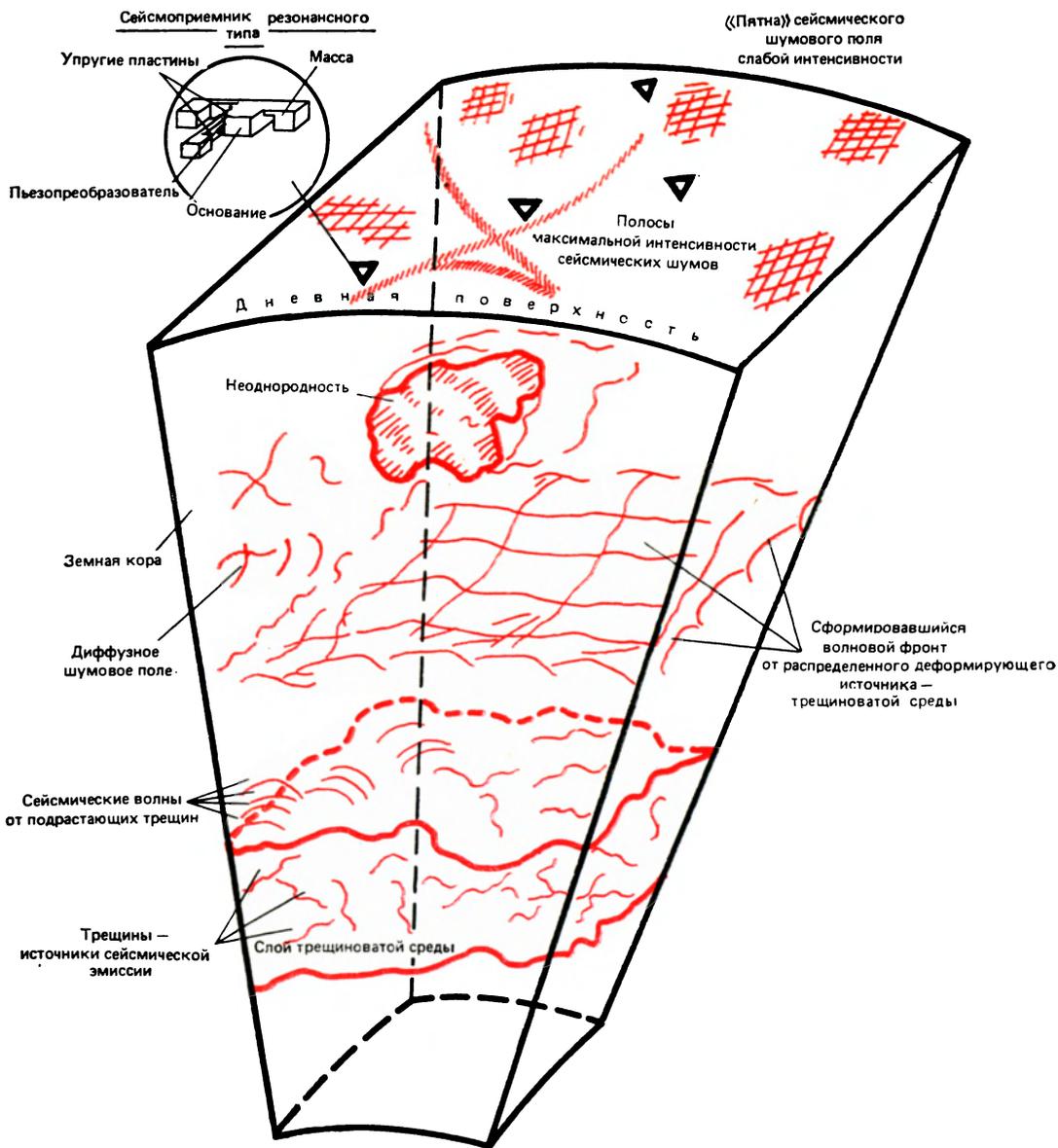
Деформации земной коры, обусловленные штормовыми микросейсмями во время микросейсмических бурь, несколько ниже деформаций, вызванных лунно-солнечными приливами. И тем не менее совершенно определенная связь между вариациями уровня штормовых микросейсм и уровнем региональных ВСШ также обнаруживается.

«МНОГОЕ ИЗ ЗЕМНОГО ШУМА»

Если часто происходит «много шума из ничего», то в данном случае мы можем извлечь «много из земного шума».

Подведем некоторые итоги. Специальной аппаратурой и определенной методикой измерений и обработки данных удалось обнаружить слабые сейсмические эффекты, не известные ранее и неожиданные с точки зрения имевшихся представлений. Эти эффекты — модуляция высокочастотных сейсмических шумов Земли низкочастотными (длиннопериодными) деформирующими Землю процессами, энергия которых (или плотность энергии) иногда даже ниже энергии самого шума. Значительная глубина модуляции при воздействии слабых процессов, эмиссионная природа шумов позволяют рассматривать среду в верхних слоях земной коры как сейсмически активную.

Существование модуляции высокочастотных сейсмических шумов может дать совершенно



Упрощенная схема формирования на поверхности Земли сейсмического волнового поля. В отличие от диффузного случайного поля деформирующей Землю процесс вызывает более синхронное излучение волн подрастающими трещинами. В результате на поверхности Земли возникают полосы интенсивности шумового поля, образующие сложные фигуры, например, типа «ласточкина хвоста»

новый подход к фундаментальным и прикладным геофизическим исследованиям. Например, это позволит обнаружить спектральные компоненты сложных периодических процессов, которые в основном проявляются в волнах напряжений, распространяющихся в глубинных слоях земной коры и верхней мантии и незаметных в деформациях у поверхности Земли. Модуляция высокочастотных сейсмических

шумов может оказаться полезной и в оценке **напряженного состояния среды**, и в разработке новых способов поиска полезных ископаемых, ведь каждая структурная неоднородность имеет свои особенности и в дефектах, и в нелинейных свойствах.

Есть и другая область применения этого эффекта, связанная с оценкой **гравитационно-волнового воздействия на Землю** — гравитационные волны в соответствии с общей теорией относительности вызывают в Земле исключительно малые по амплитуде сейсмические волны. Возможность их регистрации сейчас ставится под сомнение, однако сейсмическая активность среды превращает их в доступный для экспериментаторов поисковый объект. Определенные характеристики (частота, диаграмма направленности) астрофизических источников гравитационного излучения хорошо известны, и это позволило отождествить некоторые пики в спектрах микросейсм и ВСШ с гравитационно-волновым воздействием. Правда, сильная нелинейность среды и ее сейсмическая активность делают такой результат неоднозначным из-за отсутствия схемы совпадения, то есть параллельной регистрации ВСШ на другом небесном теле, например на Луне.

Так как даже асейсмичная Луна обладает постоянным фоном микросейсм (Земля и Вселенная, 1983, № 5, с. 14.— Ред.), то для любой планеты можно в принципе сделать непрерывную запись высокочастотного сейсмического шума в течение 20—30 ч и передать ее с помощью телеметрии. Поэтому, используя явления модуляции и данные по ВСШ планеты, можно при современном уровне развития космической техники определить по спектру собственных колебаний планеты и ее внутреннее строение. А ведь решение подобной задачи еще несколько лет тому назад казалось совершенно нереальным.

Исследование микросейсм, шумов Земли, всегда находившееся вне генерального направления сейсмологии, составляет теперь полноценное научное направление, задачи которого выходят за рамки узкоспециальных интересов и связаны с общефизическими и геофизическими проблемами. Сейчас сложилось такое положение, в некотором смысле парадоксальное: один из главных объектов исследования классической сейсмологии — волновые поля от землетрясений, эти мощные

и доступные для регистрации сигналы, — в информационном плане не несут принципиально нового (если, конечно, не учитывать нелинейные взаимодействия). Сейсмический же шум Земли — мир малых деформаций и малых удельных энергий — оказывается исключительно информативным. Обнаружение этих новых, неизвестных ранее, свойств шумов и реальной среды ставит перед сейсмологами новые проблемы, такие как сейсмически активная среда и автоколебательные процессы, реальная среда и солитонные свойства сейсмических волн, прогноз землетрясений, шум Земли и тектонические процессы.

И здесь нельзя не вспомнить научную проницательность и предвидение наших выдающихся ученых Б. В. Голицына и Г. А. Гамбурцева (Земля и Вселенная, 1979, № 1, с. 47; 1981, № 5, с. 59.— Ред.). Еще в начале века академик Б. В. Голицын писал: «И действительно, часто замечается, что сильные микросейсмические колебания иногда предшествуют, иногда сопутствуют, а иногда и возникают после землетрясений». Академик Г. А. Гамбурцев в 1953 году по данным наблюдений в Таджикистане указал на возможность существования «глубинных микросейсм», подчеркнув, что «это явление представляет самостоятельный интерес».

●

Что писала «Земля и Вселенная» 20 лет назад

...Нет, пожалуй, другой силы на Земле, с которой бы мы сталкивались так часто, как с силой тяжести. Это константа, входящая во многие формулы, известные еще из школьных учебников. Но, оказывается, сила тяжести не постоянна. Она изменяется. Ученые зарегистрировали периодические приливные изменения силы тяжести...

№ 2



Химический состав и эволюция Галактики

Исследование химического состава межзвездной среды позволяет понять, каким образом в звездах образуются химические элементы.

КРУГОВОРОТ ВЕЩЕСТВА

Межзвездная среда нашей Галактики заполнена разреженным газом и пылевыми частицами. Вещество межзвездной среды — это тот материал, из которого путем конденсации непрерывно образуются новые звезды. В процессе эволюции многие звезды тем или иным способом возвращают часть вещества в межзвездное пространство. При этом вещество обогащается тяжелыми химическими элементами (углеродом, азотом, кислородом и др.), то есть продуктами термоядерного «сгорания» более легких элементов (водорода и гелия) в недрах звезд. В эпоху образования Галактика представляла собой огромное облако первичного газа, химический состав которого сформировался в первые три минуты после Большого Взрыва. За 15 млрд. лет, прошедших с тех пор, из этого газа родились звезды, большая часть которых закончила свое существование, частично восполнив запасы газа, ушедшего на их образование. Из остатков газа произошли звезды нового поколения, и этот процесс круговорота вещества: межзвездный газ — звезды — межзвездный газ —... продолжается и поныне. Солнце с планетами возникло сравнительно недавно — 4,6 млрд. лет назад — это третье «поколение» звезд Галактики. Химический и изотопный состав Солнечной системы отражает то состояние межзвездного вещества, которое было 4,6 млрд. лет назад, когда Солнечная система только образовалась.

Известно, что в планетах и метеоритах не происходили ядерные реакции, поэтому соотношение между химическими элементами ос-

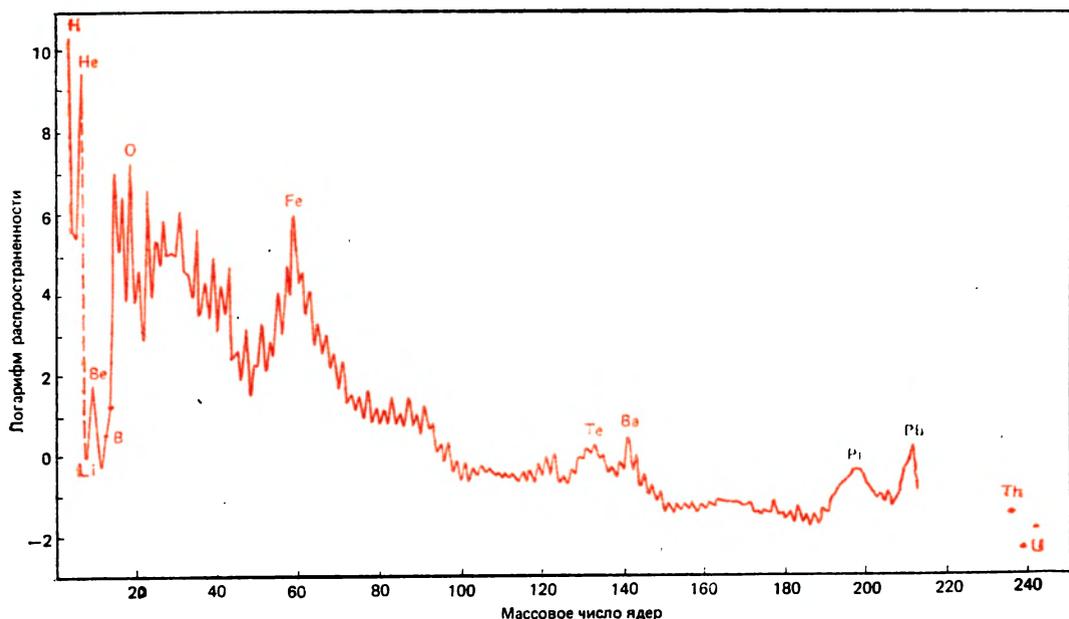
талось неизменным. Современный состав межзвездной среды и состав Солнечной системы позволяют установить две «реперные точки», разделенные интервалом 4,6 млрд. лет, на временной шкале эволюции Галактики, занимающей 15 млрд. лет.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Химический состав (то есть относительное количество химических элементов) Солнечной системы наиболее точно определяется по углистым метеоритам и солнечной атмосфере (Земля и Вселенная, 1983, № 4, с. 56.— Ред.). Свойства ядер и характеристики ядерных реакций в первую очередь зависят от их массового числа. Нам будет интересно также и происхождение химических элементов, а поскольку оно обязано ядерным реакциям, то целесообразно будет сравнивать относительное количество ядер с различными массовыми числами. Так как во многих случаях изотоп и основной элемент образуются в различных ядерных реакциях, то изотопы данного элемента будут рассматриваться на равных правах с основным элементом. Например, с точки зрения реакций ядер и их свойств ядра C^{12} и O^{16} больше похожи друг на друга, чем C^{12} и его изотоп ^{13}C . Зависимость относительного количества ядер (распространенность) от их массового числа для Солнечной системы обнаруживает несколько интересных особенностей.

Во-первых, с увеличением массового числа падает распространенность. Так, водород (массовое число $A=1$) — самый распространенный химический элемент: ядер водорода в 500 млрд. раз больше, чем ядер ртути (с массовым числом $A=200$).

Во-вторых, на эту общую тенденцию спада распространенности накладываются отдельные провалы и пики. Совсем отсутствуют ядра,



Распространенность ядер химических элементов в Солнечной системе

для которых $A=5$ и 8 , очень мало ядер с $A=6-11$ (литий, бериллий, бор) и $A=2$ и 3 (дейтерий и легкий изотоп гелия). Свойства этих ядер таковы, что они легко разрушаются при сравнительно низких температурах, когда в звездах еще не идут основные ядерные реакции. Ядра с $A=5$ и 8 неустойчивы и распадаются за миллиардные доли секунды. Знаменитый «железный» пик вокруг $A=56$ (железо) обусловлен тем, что в этой области массовых чисел находятся самые прочные ядра хрома, железа и никеля ($A=52, 54, 56, 58, 60$). Другие пики меньшей величины около $A=130$ (Te), 138 (Ba), 194 (Pt) и 208 (Pb), вероятно, связаны с повышенной прочностью ядер, имеющих заполненные нейтронные или протонные оболочки. При этом количество нейтронов или протонов в ядре равно одному из магических чисел $2, 8, 20, 28, 50, 82, 126$; например ядро ^{208}Pb состоит из 82 протонов и 126 нейтронов и является дважды магическим, так как и 82 , и 126 — магические числа. Поэтому его распространенность увеличена в 30 раз. Между прочим, степень распространенности элементов в Солнечной си-

стеме не обязательно соответствует их обилию в земной коре. Так, платина (и иридий) относится к сравнительно распространенным элементам, ее больше, чем, например, йода или ртuti. Тем не менее мировая добыча платины в сотни раз меньше, а стоимость, соответственно, выше. Самый редкий элемент в космосе — это тантал (не считая урана), применяемый в электронике, но его добывают в 20 раз больше, чем платины. Дело в том, что содержание элементов в земной коре, откуда их добывают, может сильно отличаться от среднего содержания для Земли в целом. Таких элементов, как платина и иридий, действительно много на Земле, но в процессе гравитационной дифференциации (Земля и Вселенная, 1977, № 3, с. 43.—Ред.) они ушли из поверхностных слоев в мантию и глубже, а тантал, ниобий и многие другие элементы, наоборот, сосредоточились в коре (за счет обеднения более глубоких слоев).

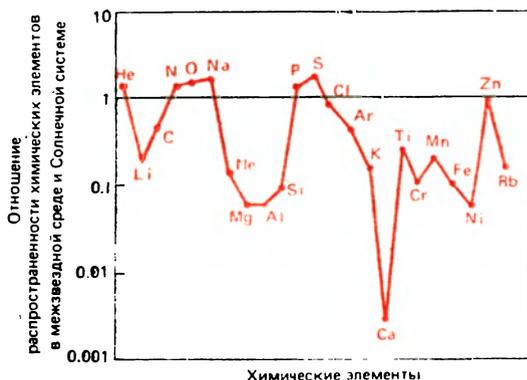
В-третьих, вся кривая распространенности ядер имеет пилообразный характер, обусловленный большей распространенностью ядер с четным массовым числом по сравнению с нечетным. Четные ядра прочнее нечетных. С четностью также связаны многие другие ядерные свойства: спин, сечения взаимодействия в ядерных реакциях, магнитный момент и т. д. Как видно, это отражается на распространенности.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МЕЖЗВЕЗДНОЙ СРЕДЫ

Химический состав межзвездной среды известен, к сожалению, хуже, чем состав Солнечной системы (Земля и Вселенная, 1979, № 3, с. 7 — Ред.). Но методами спектроскопии, особенно в ультрафиолетовой области спектра, довольно хорошо измерена распространенность наиболее часто встречающихся химических элементов. Для просвечивания межзвездной среды используется свет ярких звезд. В их спектрах наблюдаются линии поглощения атомов и молекул межзвездного газа. Но так как межзвездная пыль сильно поглощает излучение звезд, то полученные данные о химическом составе ограничиваются только ближайшими окрестностями Солнца радиусом порядка 1000 пк. Изотопный состав химических элементов определяется в основном с помощью радиоспектроскопии межзвездных молекул, в состав которых входят те или иные элементы.

Удобнее всего представлять химический состав в виде логарифма отношения распространенности химических элементов межзвездной среды и Солнечной системы. Если эти распространенности одинаковы, логарифм их отношения равен нулю. При большей распространенности элемента в межзвездной среде по сравнению с Солнечной системой логарифм их отношения положителен, при меньшей — отрицателен. Вертикальный размер каждого столбца отражает диапазон отличия

Распространенность химических элементов в межзвездной среде в сравнении с Солнечной системой



распространенности в разных участках межзвездной среды, а также ошибки измерений.

Из анализа полученных данных следует важный вывод: **в межзвездной среде присутствуют те же химические элементы, что и в Солнечной системе, и примерно в таких же пропорциях.** Этот вывод распространяется и на другие галактики, в том числе весьма далекие. Более того, химический состав квазаров, удаленных на тысячи мегапарсек, в основном похож на состав Солнечной системы. Этот факт — одно из убедительнейших доказательств универсальности законов природы во всей Вселенной. А для проблемы происхождения химических элементов (нуклеосинтеза) общность химического состава означает, что повсюду действуют одни и те же физические процессы, ответственные за нуклеосинтез. Совпадение химического состава межзвездной среды и Солнечной системы подтверждает теорию образования Солнца, планет и малых тел Солнечной системы из межзвездного вещества (Земля и Вселенная, 1982, № 3, с. 6.— Ред.).

Ни один химический элемент межзвездной среды не имеет слишком большой распространенности, превышающей солнечную более чем в 5 раз. Зато в межзвездной среде наблюдается значительный дефицит некоторых элементов: например, кальция в 100—1000 раз меньше, чем в Солнечной системе. Дефицит этот — кажущийся, связанный с тем, что спектроскопические наблюдения, по данным которых построена диаграмма, относятся только к газовой составляющей межзвездного вещества. Но в межзвездной среде имеется и твердая фаза (в виде межзвездной пыли), практически не поддающаяся спектроскопическому анализу. В твердой фазе сосредоточены лишь некоторые химические элементы, в первую очередь кальций, а также железо, магний, алюминий, кремний и другие в различных пропорциях. Анализ диаграммы показывает, что «дефицитные» элементы в межзвездном газе именно те, которые обычно входят в состав твердых тел, в то время как привычные нам газы — гелий, азот, кислород, неон, аргон — имеют нормальную распространенность. Исключение составляют фосфор, сера и цинк, имеющие нормальную распространенность и почему-то «избегающие» включения в твердую фазу межзвездного вещества. Возможно, это связано с еще

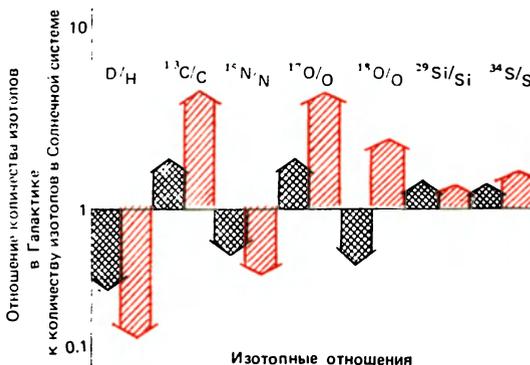
неизвестными физико-химическими свойствами пылинок.

Итак, с учетом конденсации некоторых элементов из газовой фазы в пылинки можно считать, что химический состав межзвездной среды очень близок к химическому составу Солнечной системы.

ЭВОЛЮЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА

Солнечная система образовалась 4,6 млрд. лет назад из межзвездного вещества, следовательно, в ней отражен химический состав межзвездной среды той эпохи. Значит, химические элементы современной межзвездной среды «старше» элементов Солнечной системы на 4,6 млрд. лет. Как изменился химический состав межзвездной среды за это время, сравнимое с возрастом Галактики? Из диаграммы отличия химического состава межзвездной среды от состава Солнечной системы видно, что эти изменения не столь велики. Они не превышают ошибок измерений с учетом оценки доли вещества, заключенного в пылинках. Более точные сведения могут дать результаты измерений изотопного состава одного и того же химического элемента в межзвездной среде и Солнечной системе. Из диаграммы, показывающей изменение изотопного состава за 4,6 млрд. лет для 7 изотопных отношений видно, что отношение D/H заметно уменьшилось (стрелка направлена вниз), как и, возможно, отношения $^{15}N/N$ и

Отличие изотопного состава межзвездного газа от изотопного состава Солнечной системы. Цветом указаны данные для центра Галактики



$^{18}O/O$ (здесь и дальше для основного изотопа не указывается атомная масса). Увеличились отношения $^{13}C/C$ и, в меньшей степени, $^{17}O/O$, и практически не изменились отношения $^{29}Si/Si$ и $^{34}S/S$. В центральных областях Галактики эти тенденции выражены более ярко: постоянство $^{29}Si/Si$ и $^{34}S/S$, уменьшение D/H и $^{15}N/N$ и рост $^{13}C/C$, $^{17}O/O$ и $^{18}O/O$. Поскольку в центральных областях Галактики плотность вещества гораздо больше, чем в окрестностях Солнечной системы, можно предположить, что там эволюция происходила гораздо быстрее. Исследования показывают, что эти области «старше» окрестностей Солнечной системы примерно в 5 раз. Но в обоих случаях эволюция изотопных отношений идет в одном направлении: постоянство изотопных отношений серы и кремния, уменьшение изотопных отношений водорода и азота и рост изотопных отношений углерода и кислорода. В эту закономерность не укладывается только отношение $^{18}O/O$, которое растет в центре Галактики и падает или остается постоянным в окрестностях Солнечной системы. Возможно, это связано с аномалией изотопного состава кислорода в Солнечной системе.

Можно сделать вывод, что за последние 4,6 млрд. лет химический и изотопный состав межзвездной среды изменился незначительно. Изменения изотопного состава показывают определенную тенденцию, которую можно понять на основе современной теории нуклеосинтеза в звездах, их эволюции и механизма обмена веществом с межзвездной средой.

ЗВЕЗДНЫЙ НУКЛЕОСИНТЕЗ

При рассмотрении эволюции химического и изотопного состава межзвездной среды оказалось, что некоторые изменения заметны только в отдельных изотопных отношениях. Поскольку из теории нуклеосинтеза известно, какие ядерные реакции дают те или иные изотопы, можно попытаться понять, какие звезды вносят основной вклад в обмен веществом с межзвездной средой и, следовательно, определяют современный ее изотопный и химический состав.

Уменьшение количества дейтерия объясняется просто. Весь дейтерий образовался во время Большого Взрыва еще до формирования звезд и галактик. При попадании газооб-

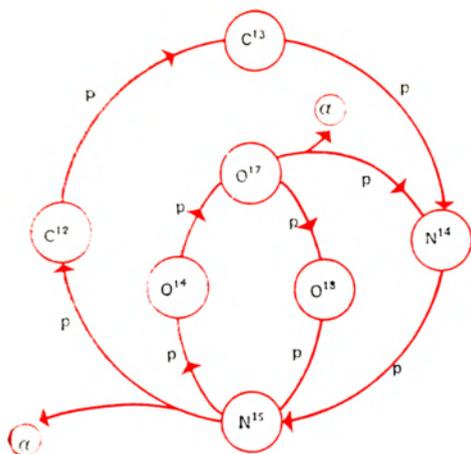


Схема ядерных реакций CNO-цикла

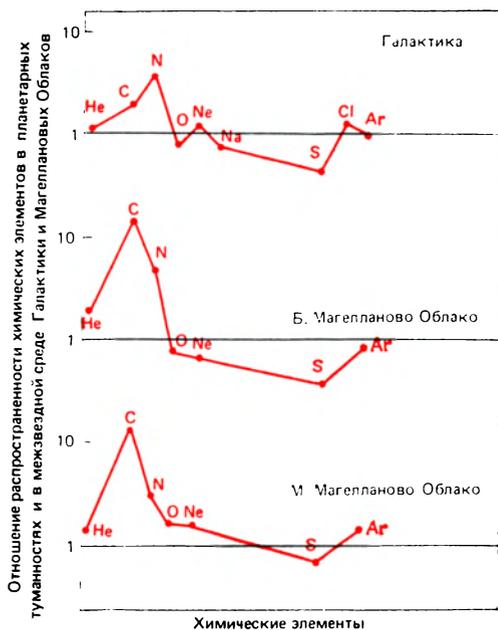
разного дейтерия в звезды он безвозвратно теряется (Земля и Вселенная, 1981, № 3, с. 8.—Ред.). Поэтому уменьшение его количества со временем означает, что все большая часть первоначального газа перерабатывается в звездах.

Изотопный состав кремния и серы почти не изменяется со временем. Из этого факта нельзя сделать никаких выводов, так как эти элементы и их изотопы образуются в одном и том же процессе взрывного горения кислорода и кремния как раз в той пропорции, в которой они имеются в Солнечной системе.

Изменения изотопных отношений элементов углерода, азота и кислорода показывают закономерности, характерные для продуктов горения водорода в CNO-цикле. Продукты CNO-цикла обогащены изотопами ^{13}C и ^{17}O и обеднены изотопами ^{15}N и ^{18}O по сравнению с солнечным составом. Но именно такая тенденция изменения изотопного состава межзвездной среды и наблюдается. Конечно, изотопные отношения в межзвездной среде еще не достигли значений, характерных для продуктов CNO-цикла, так как после выброса из звезд продукты ядерного синтеза перемешиваются с межзвездным газом. Какие же звезды и каким способом поставляют продукты CNO-цикла в межзвездную среду? Горение водорода по CNO-циклу происходит в звездах с массой больше $1,5 M_{\odot}$. Пока оно идет в центре звезды на стадии главной последовательности, продукты CNO-горения не

могут попасть на поверхность звезды и в межзвездную среду. И лишь на стадии гиганта, когда в центре звезды горит гелий, а CNO-цикл протекает в оболочке, окружающей центральную зону, возможно перемешивание, в результате которого продукты горения в оболочке попадают на поверхность звезды, а интенсивный звездный ветер и последующий сброс планетарной туманности могут выбросить продукты ядерного горения в межзвездную среду. Такую эволюцию проходят звезды с массой до $4 M_{\odot}$. Следовательно, именно звезды с массами от $1,5$ до $4 M_{\odot}$ ответственны за наблюдаемую эволюцию изотопного состава элементов углерода, азота и кислорода в межзвездной среде. Подтверждение этого можно найти в изотопном составе вещества, выбрасываемого такими звездами. Красный гигант IRC+10216 (CW Льва) испускает звездный ветер с интенсивностью $10^{-4} M_{\odot}/\text{год}$. Постепенно вокруг звезды накопилось вещество, состоящее из газа и пыли, и образовало околозвездную оболочку. Радиоастро-

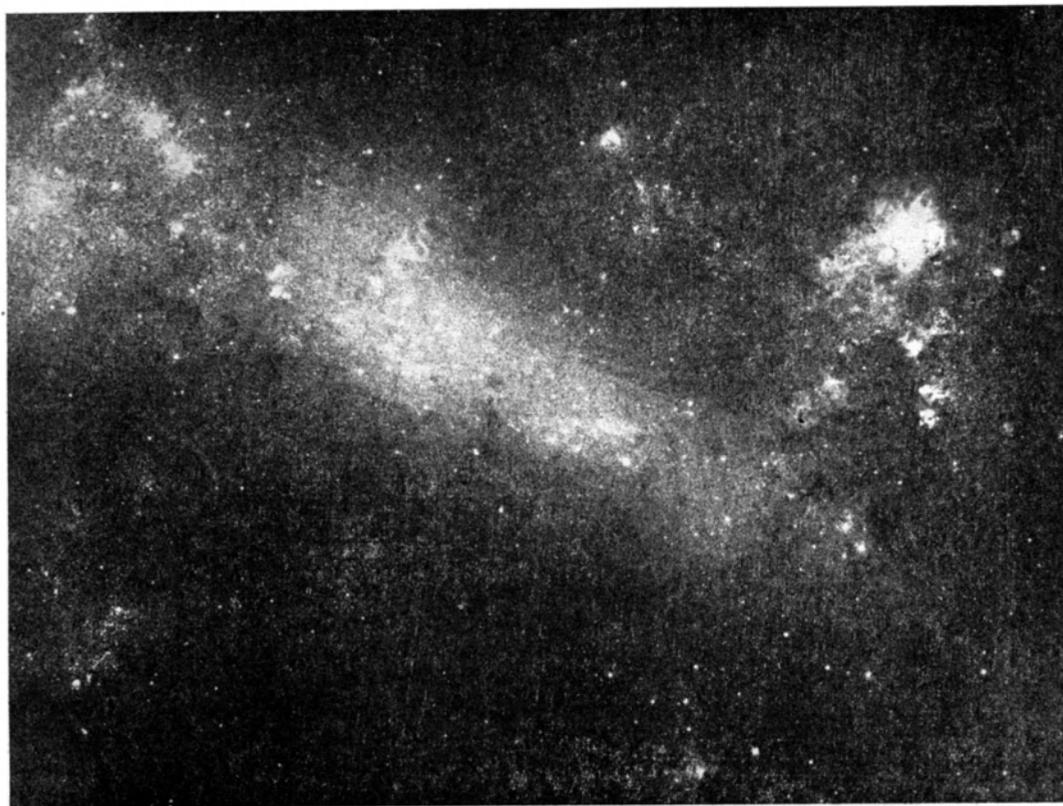
Химический состав вещества планетарных туманностей в нашей Галактике и Магеллановых Облаках. Планетарные туманности — основной путь поставки углерода и азота в галактики звездами малой массы

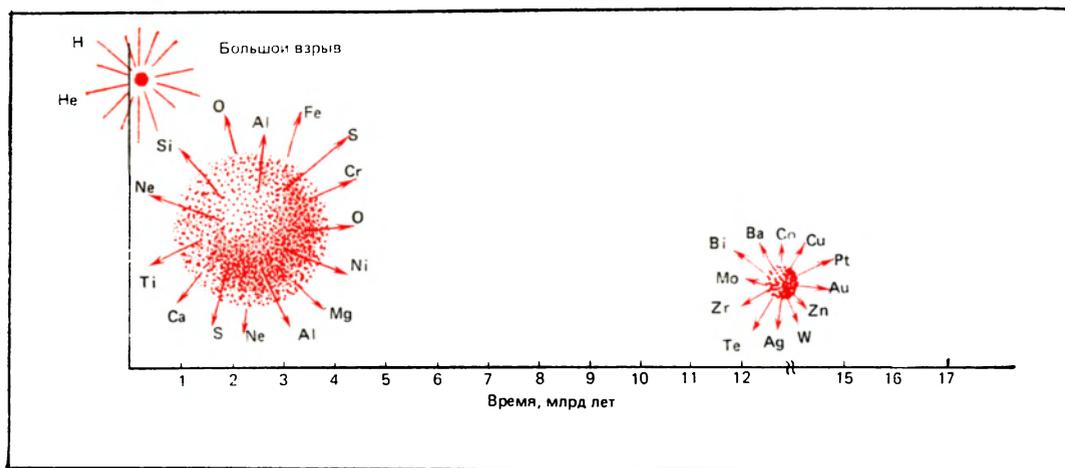


номические исследования изотопного состава оболочки показывают, что он весьма близок к тому составу, который предсказывает теория CNO-цикла, то есть количество изотопов ^{13}C и ^{17}O увеличено, а ^{18}O и ^{15}N — уменьшено. Изотопный состав серы (^{34}S) в оболочке CW Льва не изменен, так как сера не принимает участия в CNO-цикле. Продукты CNO-цикла должны также быть обогащены углеродом и азотом (относительно кислорода) и, конечно, гелием — основным продуктом горения водорода. Ядра остальных химических элементов не принимают участия в CNO-цикле, и их количество не должно меняться. Измерения химического состава планетарных туманностей, сбрасываемых красными гигантами, подтверждают эти предсказания. На диаграмме химического состава вещества планетарных туманностей видно значительное обогащение азотом и, в меньшей степени, углеродом. Как и в межзвездной среде, в планетарных туманностях кальций и некоторые другие элементы конденсируются в пылинки, чем объясняется их пониженное содержание в газовой фазе.

Итак, межзвездная среда за последние 4,6 млрд. лет должна была обогатиться углеродом и азотом, изотопами ^{13}C и ^{17}O и He. Но добавка гелия мала на фоне того большого количества гелия, которое образовалось при Большом Взрыве. Эти элементы и изотопы поставляются в межзвездную среду красными гигантами, имеющими массу не более $4 M_{\odot}$. Они же производят и почти все химические элементы тяжелее железа. При этом в таких звездах уничтожается первоначальный дейтерий, ^{15}N и ^{18}O . Откуда же они попали в межзвездную среду? Каково происхождение кислорода, неона, магния, серы, кальция, железа? Мы видели, что за последние 4,6 млрд. лет количество этих элементов не

Большое Магелланово Облако — неправильная галактика, «молодая» по сравнению с нашей Галактикой, еще не выработавшая значительного количества тяжелых элементов





увеличилось, значит, сейчас их образование в Галактике практически прекратилось. Они появились на более ранних стадиях существования Галактики, когда рождалось много массивных звезд (с массой больше $4 M_{\odot}$). Такие звезды эволюционируют очень быстро, и в их недрах более высокие температуры, достаточные для термоядерного горения углерода, из которого и синтезируются более тяжелые ядра. Конечный этап эволюции массивных звезд — взрыв сверхновой, во время которого продукты термоядерного синтеза с большой скоростью выбрасываются в межзвездную среду.

Итак, можно представить себе следующую картину эволюции химического состава Галактики. Вначале образовалось облако газа, состоящее из водорода, гелия и небольшого количества дейтерия космического происхождения. В этом облаке путем сгущения и конденсации начали возникать звезды, преимущественно массивные. Такие звезды очень быстро «сжигали» водород и гелий и взрывались как сверхновые, выбрасывая в Галактику кислород, неон, магний и другие элементы, вплоть до железа. За несколько миллиардов лет в звездах была переработана большая часть первоначального газа и в Галактике сформировались элементы группы кислород — железо. В настоящее время в звездах содержится более 95% всего вещества Галактики и лишь около 5% — в виде межзвездного газа и пыли. Подавляющее число существующих ныне звезд Галактики имеет малую массу, эволюционирует медленно и добавляет в Галактику углерод, азот и элементы тяжелее

Образование химических элементов во Вселенной

железа. Наша Галактика почти закончила свою химическую эволюцию (осталось превратить в звезды лишь несколько процентов вещества). В эллиптических галактиках уже нет газа, там процесс звездообразования прекратился и химический состав стабилизировался. Наоборот, в неправильных галактиках мало звезд и много газа (преимущественно водорода и гелия, других элементов мало). В этих галактиках еще не закончился первый этап химической эволюции — образование элементов группы кислород — железо в массивных звездах, взрывающихся в виде сверхновых. Яркий пример таких галактик — Большое и Малое Магеллановы Облака. В газе Большого Магелланова Облака содержится около 20% массы галактики, а Малого — 50%. Соответственно, содержание тяжелых элементов меньше в 2 и 4,5 раза по сравнению с нашей Галактикой. Звездообразование в них началось всего 3—5 млрд. лет назад, когда уже существовала наша Солнечная система.

Таким образом, вырисовывается довольно сложная схема формирования химических элементов во Вселенной: в первые 3 мин после Большого Взрыва образовались легкие элементы, затем — средние в массивных звездах и, наконец, в звездах малой массы синтезируются тяжелые элементы. В нашей Галактике сейчас происходит последний этап нуклеосинтеза.



Массивные тесные двойные системы

В таких звездных системах астрофизики обнаруживают релятивистские объекты — нейтронные звезды и вероятные черные дыры.

ПОЧЕМУ ИМЕННО ЭТИ ДВОЙНЫЕ?

В 1966 году академик Я. Б. Зельдович и доктор физико-математических наук О. Х. Гусейнов обратили внимание на то, что невидимый в оптическом диапазоне релятивистский объект своим гравитационным полем определяет движение соседней оптической звезды. Изучив ее движение, можно оценить параметры релятивистского объекта и прежде всего его массу. Тогда же академик Я. Б. Зельдович и доктор физико-математических наук И. Д. Новиков выдвинули чрезвычайно важную гипотезу: в массивных тесных двойных системах оптическая звезда служит **источником вещества**, аккреция которого на релятивистский объект может приводить к мощному излучению в **рентгеновском** диапазоне. В 1967 году член-корреспондент АН СССР И. С. Шкловский впервые указал на рентгеновский источник Скорпион X-1 как на аккрецирующую нейтронную звезду в двойной системе (Земля и Вселенная, 1975, № 1, с. 37.—Ред.).

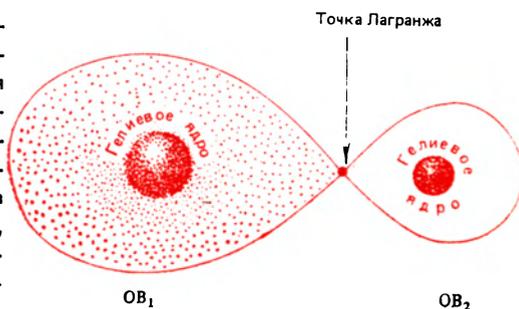
В 1972—1973 годах была разработана теория **дисковой аккреции** вещества на релятивистские объекты в двойных системах (Земля и Вселенная, 1976, № 6, с. 24.—Ред.). Развита в работах кандидата физико-математических наук Н. И. Шакуры, доктора физико-математических наук Р. А. Сюняева, доктора физико-математических наук И. Д. Новикова, Ж. Прингла (Англия), М. Риса (Англия), К. Торна (США), эта теория позволила понять природу компактных рентгеновских источников

как аккрецирующих релятивистских объектов в двойных системах (Земля и Вселенная, 1975, № 5, с. 34.—Ред.). Данные наблюдений, полученные со специализированных рентгеновских спутников («УХУРУ», 1971 год; «ЭЙНШТЕЙН», 1978 год, и др.) привели к открытию сотен компактных рентгеновских источников в Галактике. В результате проблема исследования нейтронных звезд и черных дыр получила прочную наблюдательную основу.

НАЧАЛО ЭВОЛЮЦИИ ПЕРВОЙ КОМПОНЕНТЫ

В работах профессора А. Г. Масевич, доктора физико-математических наук А. В. Тутукова и кандидата физико-математических наук Л. Р. Юнгельсона (СССР), а также в работах Б. Пачинского (ПНР) и Е. Ван ден Хейвела (Голландия) развит сценарий эволюции массивных тесных двойных систем. В этом

Полости Роша тесной двойной системы. Полость Роша определяет тот критический размер звезды, начиная с которого приливные эффекты от спутника и центробежные силы, связанные с вращением двойной системы, приводят к перетеканию вещества внешних слоев звезды на спутник и за пределы двойной системы



сценарии рассматривается система, состоящая из двух звезд главной последовательности. Суммарная масса компонент больше 30 масс Солнца ($30 M_{\odot}$). В начальной стадии эволюции это пока еще горячие и сравнительно молодые звезды, относящиеся к спектральным классам O или B. Будем обозначать такие звезды символом OB (одна из звезд — OB_1 , вторая — OB_2).

Как показывает статистика, на начальной стадии массы компонент в среднем почти одинаковы. Допустим, что звезда OB_1 несколько массивнее, чем OB_2 . Как известно, время эволюции звезды сильно зависит от ее массы. Для звезды с массой в $30 M_{\odot}$ оно составляет примерно 10^7 лет. Более массивная звезда OB_1 эволюционирует быстрее, и после сгорания водорода в центральной области и образования гелиевого ядра она расширяется и первой заполняет свою полость Роша (Земля и Вселенная, 1982, № 1, с. 27.—Ред.).

С этого времени начинается бурное истечение вещества звезды OB_1 в направлении к звезде OB_2 . За время около 10^4 лет звезда OB_1 теряет 70—90% водородной оболочки, которая перетекает на вторую звезду. В результате остается гелиевое ядро с тонкой водородной оболочкой. Такие звезды можно считать одной из моделей звезд типа Вольфа—Райе (обозначим их — WR). Возникшая на месте звезды OB_1 гелиевая звезда Вольфа—Райе (WR_1) имеет эффективную температуру, близкую к $8 \cdot 10^4$ K, которая не остается постоянной. Дело в том, что масса водородной оболочки уменьшается (примерно на $10^{-5} M_{\odot}$ в год), и при этом обнажается гелиевое ядро, имеющее более высокую температуру. В силу чего температура звезды Вольфа—Райе растет и может достичь $15 \cdot 10^4$ K. Длительность такой стадии эволюции достаточно велика (порядка 10^5 — 10^6 лет), поэтому мы и наблюдаем гелиевые звезды Вольфа—Райе.

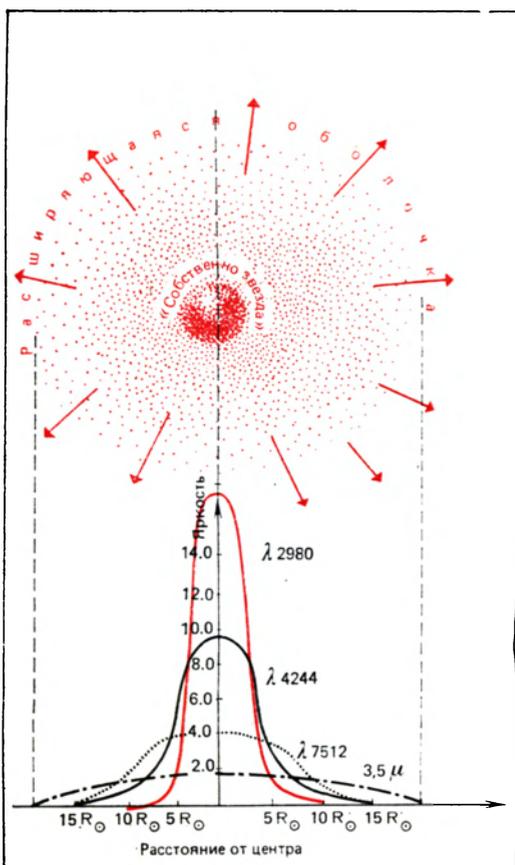
ЗВЕЗДЫ ВОЛЬФА — РАЙЕ: ОДИНОЧНЫЕ И В ДВОЙНЫХ СИСТЕМАХ

Известно, что классические звезды Вольфа—Райе, названные так в честь открывших их французских ученых, содержат в спектрах широкие и яркие линии излучения водорода, гелия, углерода, азота и кислорода. Теперь

уже доказано, что эти линии формируются в мощной расширяющейся оболочке звезды. Ширина линий, достигающая иногда 60—100 Å, говорит о том, что скорость расширения оболочки может достигать 1000 км/с.

Чтобы определить характеристики звезд Вольфа—Райе, необходимо отделить излучение «собственно звезды» от излучения ее протяженной оболочки. Обычными методами сделать это не удается. Выручает то счастливое обстоятельство, что некоторые из звезд Вольфа—Райе входят в состав затменных двой-

Распределение яркости по диску звезды Вольфа—Райе в разных длинах волн. Радиус «собственно звезды», определяемый центральным пиком интенсивности в ультрафиолетовых лучах, близок к $3R_{\odot}$, а радиус протяженной атмосферы достигает $20R_{\odot}$.



ных систем. Поэтому из кривой блеска можно получить информацию о распределении яркости по диску звезды, но сделать это довольно трудно, так как приходится решать некорректную задачу. Для задач такого типа характерна очень сильная чувствительность решения к малейшим ошибкам наблюдательных данных. Используя современные методы решения таких задач, разработанные в нашей стране академиком А. Н. Тихоновым и его школой, можно из анализа кривых затмений в разных длинах волн «нарисовать» изображение диска звезды Вольфа—Райе и определить по ним радиус и температуру звезды.

Результаты интерпретации затмений в тесных двойных системах, полученные автором совместно с доктором физико-математических наук А. В. Гончарским, доктором физико-математических наук А. Г. Яголой и кандидатом физико-математических наук Х. Ф. Халиуллиным, подтверждают представление о процессе образования гелиевых звезд Вольфа—Райе в массивных тесных двойных системах. Полученные из наблюдений массы, радиусы и эффективные температуры звезд Вольфа—Райе в двойных системах согласуются с предсказаниями теории эволюции массивных тесных двойных систем.

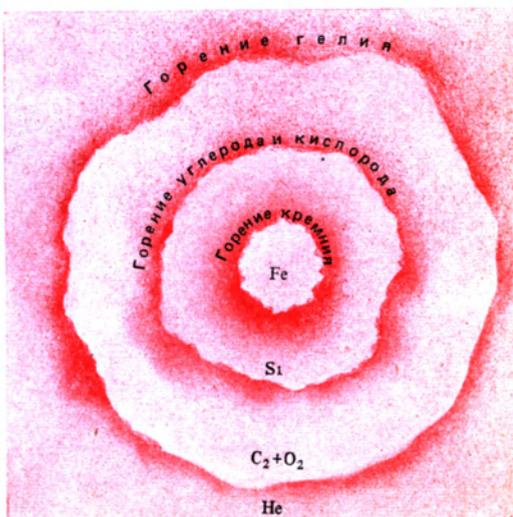
Эта теория объясняет и другие особенности звезд Вольфа—Райе. Например, известно, что звезды Вольфа—Райе делятся на два класса: звезды азотной последовательности (WN), в спектрах которых преобладают линии азота, и звезды углеродной последовательности (WC), в спектрах которых много линий углерода и кислорода. Согласно теории, в результате первичного обмена масс в двойной системе образованная звезда Вольфа—Райе вначале принадлежит азотной последовательности (WN), поскольку на ее поверхности находятся слои вещества, где углерод уже выгорел. Если в дальнейшем потеря вещества достаточно велика, то за время горения гелия в ядре звезды у нее могут обнажиться слои, в которых содержание углерода возрастает при выгорании гелия, а азот трансформируется в кислород. Так звезда азотной последовательности (WN) превращается в звезду углеродной последовательности (WC). Хотя в целом теория образования звезд Вольфа—Райе в результате обмена масс в тесных двойных системах согласуется с наблюдениями, имеется ряд фактов, говорящих о

том, что простой обмен масс (с сохранением полной массы и углового момента) не всегда происходит в действительности. Поэтому предстоит разработка более сложной модели обмена масс и внутренней структуры звезд.

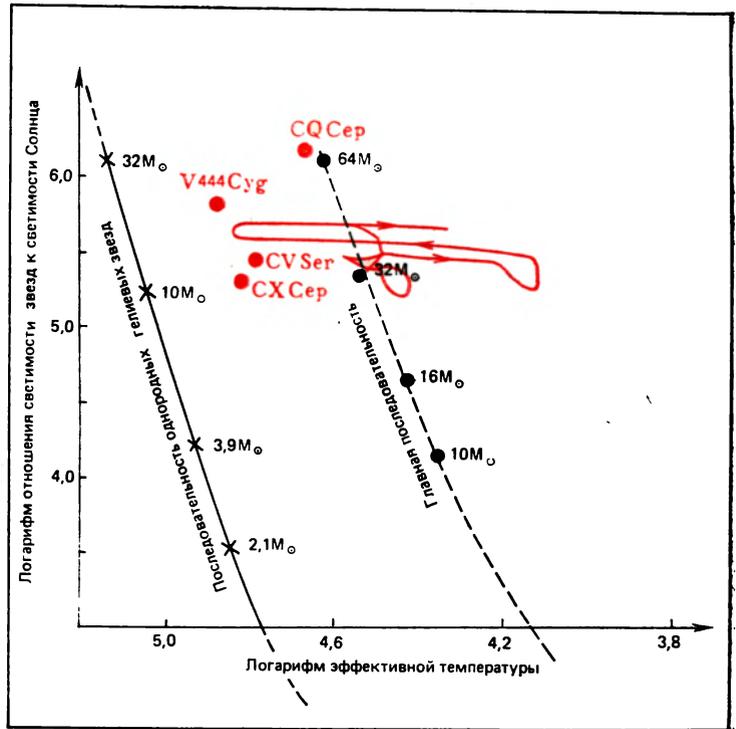
Заключительный этап эволюции звезды зависит от массы образующегося у нее углеродно-кислородного ядра. Если масса первичной OB_1 -звезды более $12 M_{\odot}$, то такая звезда может превратиться в нейтронную. Более массивные OB_1 -звезды, по-видимому, порождают черные дыры.

После истощения гелия в ядре звезды WR_1 выгорают последовательно и во все ускоряющемся темпе углерод, кислород, неон и кремний с последующим образованием железного ядра (Земля и Вселенная, 1982, № 1, с. 27.—Ред.). Коллапс ядра приводит к образованию релятивистского объекта и сопровождается, по всей вероятности, вспышкой сверхновой. Поскольку масса взрывающейся звезды велика, это должна быть по определению И. С. Шкловского сверхновая II типа (Земля и Вселенная, 1981, № 4, с. 15.—Ред.), для которой характерны мощные линии излучения водорода. Но как мы уже говорили, у взрывающейся звезды Вольфа—Райе нет протя-

Строение массивной звезды непосредственно перед взрывом сверхновой



Положение четырех звезд Вольфа — Райе, являющихся компонентами затменных двойных систем, на диаграмме Герцшпрунга — Расселла. Для примера показан один из эволюционных треков звезды OB (по А. В. Тутунову и Л. Р. Юнгельсону)



женной водородной оболочки, поэтому у нее должны быть аномальные кривые блеска и меньшая абсолютная яркость в максимуме (по сравнению с классическими сверхновыми II типа). Следовательно, изучение этих аномальных кривых блеска сверхновых представляет огромный интерес для понимания эволюции звезд Вольфа — Райе. В последнее время появились предположения, что вспышка слабой сверхновой, в результате которой образовался радиисточник «Кассиопея А», могла быть связана со взрывом массивной звезды, потерявшей водородную оболочку, то есть подобной гелиевой звезде Вольфа — Райе.

ПОСЛЕДСТВИЯ ВЗРЫВА WR_1 ДЛЯ СИСТЕМЫ

Рассмотрим теперь эволюцию звезды OB_2 . Масса ее существенно возрастает за счет аккреции на нее почти 60% массы звезды OB_1 , то есть почти всей ее водородной оболочки (далее будем обозначать эту звезду OB_2'). Несмотря на свою чрезвычайно возросшую массу, звезда OB_2' остается звездой главной по-

следовательности с нормальным химическим составом. Взрыв первой компоненты не приводит к распаду двойной системы, так как взрывается менее массивная звезда, но в результате взрыва изменяется большая полуось орбиты двойной системы и ее эксцентриситет. При этом центр масс системы приобретает скорость, которая иногда может превышать 100 км/с, и за время жизни звезды OB_2' (10^6 — 10^7 лет) система удалится от плоскости Галактики на несколько сот парсек. Если взрыв сверхновой несколько асимметричен, он может повернуть плоскость орбиты двойной системы относительно оси вращения звезды OB_2' , а это должно привести к прецессионным эффектам.

Казалось бы, что теперь систему, включающую релятивистский объект, можно обнаружить по рентгеновскому излучению. Однако это не так. Образовавшийся после взрыва сверхновой релятивистский объект не становится мощным источником рентгеновского излучения, и следовательно он невидим. Это связано с тем, что звезда OB_2' далека еще от заполнения полости Роша, а аккреция ее вещества на релятивистский объект, по-види-

мому, недостаточна для образования рентгеновского излучения. Лишь по окончании этапа ядерной эволюции (10^6 — 10^7 лет) звезда OB_2' увеличит свой радиус настолько, что ее фотосфера приблизится к границам полости Роша, и интенсивный звездный ветер преимущественно в направлении к релятивистскому объекту приведет к образованию аккреционного диска вокруг него, а следовательно к мощному (10^{36} — 10^{38} эрг/с) энерговыделению в рентгеновском диапазоне.

И все-таки обнаружить такую систему можно. Вероятно, есть тысячи массивных двойных систем с невидимыми релятивистскими спутниками в нашей Галактике. Отличительная особенность подобных систем — их **большие пространственные скорости** и **значительное удаление от галактической плоскости**. Эти характеристики системы приобретают в результате взрывов сверхновых. В Галактике наблюдается большое число таких OB -звезд, «убегающих» с большими пространственными скоростями. Считается, что эти «убегающие» звезды как раз и представляют собой тесные двойные системы, содержащие релятивистские компоненты.

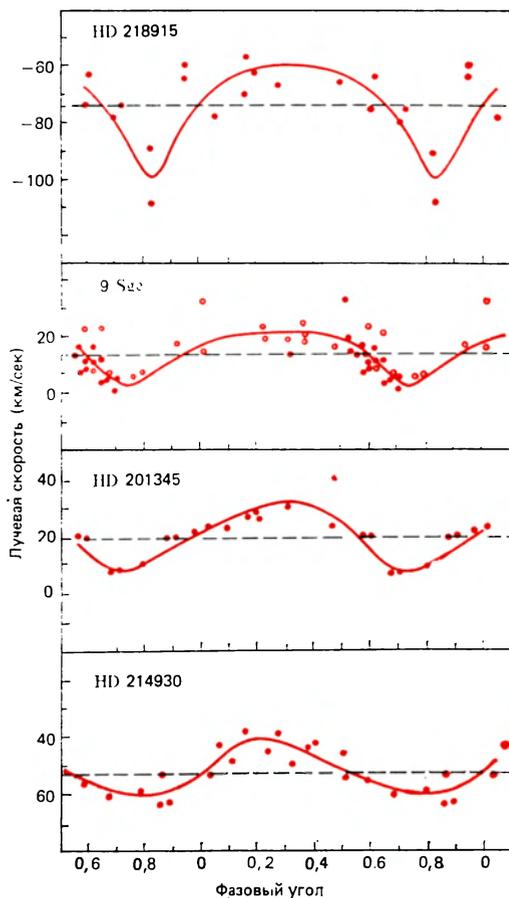
В 1974 году Ж. Бекенстейн и Р. Боуэр (США) и независимо от них советские исследователи Ю. Н. Ефремов, Р. А. Сюняев и автор статьи предложили искать релятивистские объекты в таких системах. Программа поиска релятивистских спутников «убегающих» звезд была сформулирована в 1974—1976 годах в работах Ж. Бекенстейна, Р. Боуэра (США), Ж. Хатчингса (Канада), И. С. Шкловского, Б. В. Кукаркина и автора статьи. Суть ее заключается в том, что релятивистские объекты в двойных системах «убегающих» звезд ищут по **периодическим изменениям лучевых скоростей** оптической звезды. Подобные исследования проводятся с 1976 года в отделе звездной астрофизики Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга. Аналогичные работы ведутся также в США. В результате у шести «убегающих» звезд открыта периодическая переменность лучевых скоростей, позволяющая предположить, что в этих системах есть релятивистские объекты массой 1 — $2 M_{\odot}$ (возможно это нейтронные звезды). Когда на околоземную орбиту будут выведены рентгеновские спутники, более чувствительные, чем обсерватория «ЭЙНШТЕЙН», то появится возможность осуществить прямую

идентификацию релятивистских спутников «убегающих» звезд по их слабому рентгеновскому излучению, возникающему при аккреции сферически-симметричного звездного ветра OB -звезд.

НАЧАЛО ЭВОЛЮЦИИ ВТОРОЙ КОМПОНЕНТЫ

Что же происходит в системе дальше? По прошествии 10^6 — 10^7 лет после взрыва звезды WR_1 как сверхновой звезда OB_2 увеличит свой

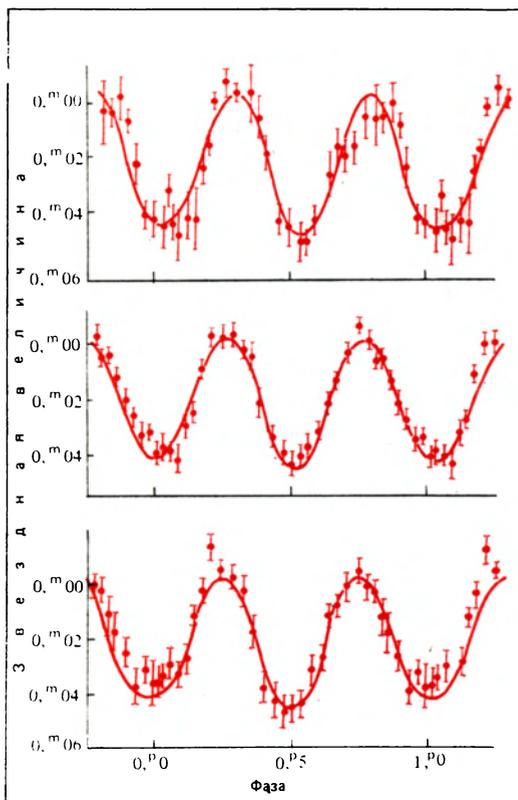
Периодическая переменность лучевых скоростей четырех «убегающих» звезд, полученная кандидатом физико-математических наук А. А. Аслановым, Л. Н. Корниловой и автором статьи. Соответствующие массы релятивистских спутников в «нерентгеновской» стадии составляют 1 — $2 M_{\odot}$



радиус настолько, что ее поверхность приблизится к границам полости Роша, и вещество звезды OB_2 , перетекая на релятивистский объект, образует аккреционный диск вокруг него. Вот тогда-то в системе «зажжется» мощный рентгеновский источник со светимостью 10^{36} — 10^{38} эрг/с. Таких рентгеновских двойных систем сейчас открыто несколько десятков в нашей Галактике, а также в Большом и Малом Магеллановых Облаках. Одной из первых была открыта в 1972 году рентгеновская двойная система Лебедь X-1, находящаяся на расстоянии около 2 кпк (Земля и Вселенная, 1974, № 2, с. 29.—Ред.). Доктор физико-математических наук В. М. Лютый, наблюдая эту систему на Крымской станции ГАИШ, обнаружил ее оптическую переменность с амплитудой $0,05^m$ и периодом 5,6 дня. В 1973 году В. М. Лютый, доктор физико-математических наук Р. А. Сюняев и автор этой статьи впервые показали, что оптическая переменность рентгеновских двойных систем связана с эллипсоидальной формой оптической звезды, поверхность которой прогревается рентгеновским излучением аккрецирующего релятивистского объекта. В ряде случаев переменность вызывается затмением оптической звезды аккреционным диском. Были развиты методы решения обратной задачи определения параметров рентгеновских источников из оптических наблюдений. Используя информацию о расстоянии до системы, полученную из оптических наблюдений, можно оценить нижний предел массы рентгеновского источника. Для системы Лебедь X-1 нижний предел массы релятивистского объекта близок к $7 M_{\odot}$, что намного превышает верхний предел для масс нейтронных звезд. Поэтому систему Лебедь X-1 считают наиболее вероятным кандидатом в черные дыры.

Наблюдения показывают — в рентгеновских двойных системах с OB -звездами массы релятивистских объектов всегда меньше масс оптических OB -звезд, что хорошо согласуется с теорией эволюции тесных двойных систем.

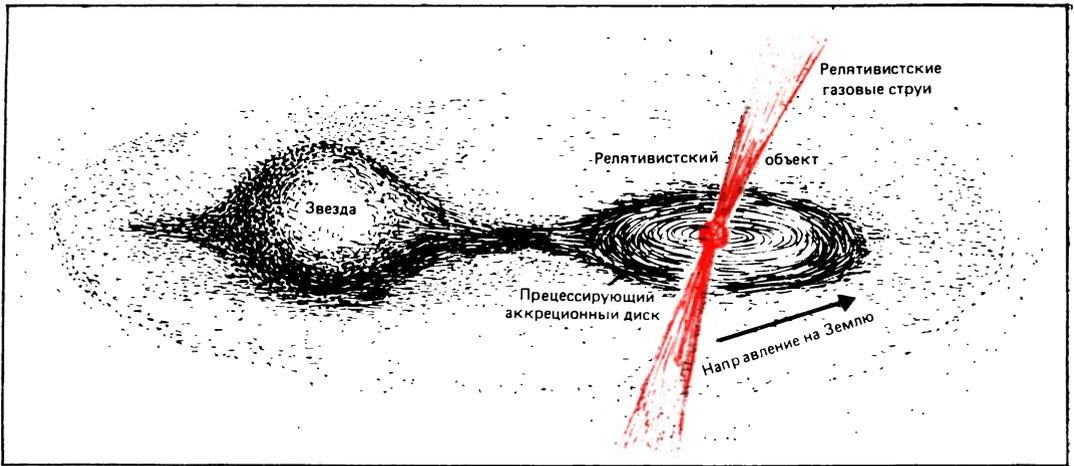
Впрочем, бывают и исключения. Недавно была открыта рентгеновская двойная система LMC X-3 (Земля и Вселенная, 1984, № 3, с. 33.—Ред.), у которой масса релятивистского объекта в 2—3 раза превышает массу оптической звезды В3. По своим характеристикам система LMC X-3 резко отличается от классических рентгеновских двойных систем и является одним из кандидатов в черные дыры.



Наблюдаемые и теоретические кривые блеска рентгеновской двойной системы Лебедь X-1 в разных фильтрах

Необъясненным пока в рамках классической теории эволюции остается и тот факт, что оптические OB -звезды в рентгеновских двойных системах имеют необычно большие светимости. Вероятно, эти избытки светимости появились у OB -звезд в результате значительной потери массы в виде звездного ветра.

Стадия рентгеновской двойной системы продолжается очень недолго $\sim 10^3$ — 10^4 лет. Когда звезда OB_2' заполнит свою полость Роша, вещество начинает истекать на релятивистский объект с огромным темпом, достигающим 10^{-3} — $10^{-4} M_{\odot}$ в год. При таком темпе аккреции рентгеновское излучение полностью поглощается в непрозрачном для него сверхкритическом аккреционном диске и на месте рентгеновского источника наблюдается оптически очень яркий аккреционный диск, из которого под давлением радиации про-



исходит мощное истечение вещества именно так, как наблюдается в уникальном объекте SS 433. В данном случае сила лучистого давления во внутренних частях диска превышает силу гравитационного притяжения релятивистского объекта.

Модель уникального объекта SS 433, построенная на основе анализа данных оптических наблюдений. Угол наклона релятивистских выбросов к оси прецессии составляет $\sim 20^\circ$. Наклонение плоскости орбиты двойной системы к плоскости, перпендикулярной лучу зрения, составляет $\sim 79^\circ$

СТАДИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ОБЪЕКТА ТИПА SS 433

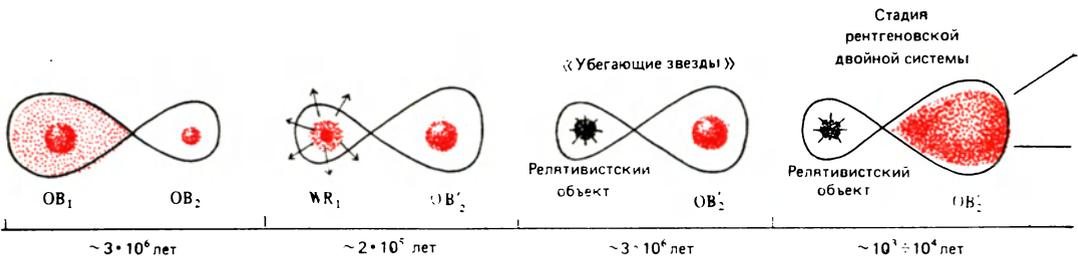
При огромном темпе потери массы звездой OB_2' релятивистский объект не может аккрецировать все вещество, поэтому подавляющая часть его уходит за пределы двойной системы, унося энергию и угловой момент. Это происходит путем «испарения» вещества с поверхности аккреционного диска и мощных выбросов релятивистских газовых струй.

В этом случае рентгеновская двойная система чрезвычайно похожа по своим оптическим проявлениям на знаменитый объект SS 433, в спектре которого наблюдаются движущиеся эмиссионные линии водорода и ней-

трального гелия, причем смещение этих линий происходит с периодом 164 дня и достигает огромной величины $\pm 1000 \text{ \AA}$

Известно, что SS 433 — массивная рентгеновская двойная система на той стадии эволюции, когда «нормальная» OB -звезда уже заполнила свою полость Роша и истекает в направлении к релятивистскому объекту с огромным темпом $\sim 10^{-4} M_\odot$ в год. Скорее всего взрыв сверхновой в исходной двойной системе, в результате которого и образовался

Сценарий эволюции массивной тесной двойной системы



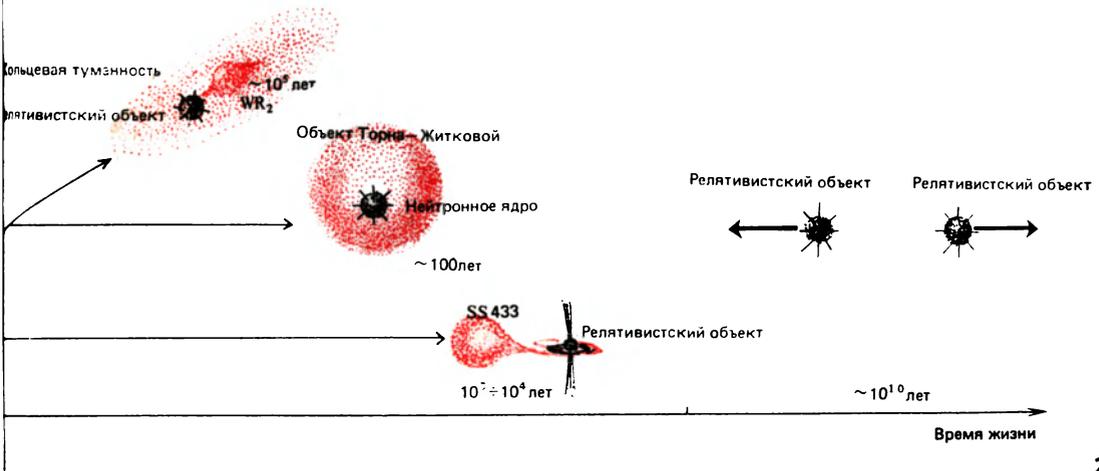
SS 433, был несколько асимметричным, что и вызвало поворот плоскости орбиты, а туманность W 50, внутри которой располагается SS 433,— остаток этого взрыва. Из аккреционного диска, перпендикулярно его плоскости, вырываются две узкие противоположно направленные струи сравнительно холодного газа ($\sim 10\,000\text{ K}$), движущегося с релятивистскими скоростями $\sim 80\,000\text{ км/с}$. Помимо этих струй из аккреционного диска происходит мощное истечение вещества (10^{-5} — 10^{-4} M_{\odot} в год) со скоростями $\sim 1000\text{ км/с}$. Релятивистские струи и дают подвижные эмиссионные линии, столь примечательные для SS 433.

Открытие оптической переменности SS 433 позволило непосредственно из наблюдений определить характеристики сверхкритического аккреционного диска и определить спектральный класс «нормальной» звезды. Как следует из анализа оптических кривых блеска SS 433, «нормальная» OB-звезда в системе SS 433 принадлежит к классу B3—B5, а масса релятивистского объекта превышает 6 M_{\odot} , позволяющая предположить, что это черная дыра. Отметим, SS 433 — первый кандидат в черные дыры, о котором почти определенно известно, что его появление сопровождалось взрывом сверхновой. Это позволяет предположить: образование по крайней мере некоторых черных дыр так же, как и нейтронных звезд, сопровождается взрывом сверхновой, а не происходит путем «тихого коллапса». Но поскольку стадия заполнения полости Роша «нормальной» звезды очень кратковременна, то объектов, подобных SS 433, можно наблюдать лишь единицы во всей Галактике.

ПОЯВЛЕНИЕ ЗВЕЗДЫ WR₂

В некоторых случаях вещество звезды OB₂', уходя за пределы двойной системы, образует общую оболочку и уносит при этом угловой момент системы. Из-за динамического трения релятивистский объект тормозится и передает оболочке свою энергию и орбитальный момент. В дальнейшем двойная система быстро теряет оболочку, и в итоге на месте звезды OB₂' образуется вторая звезда Вольфа — Райе (WR₂) в паре с релятивистским объектом. Выброшенная за пределы системы общая оболочка образует кольцевую туманность (Земля и Вселенная, 1982, № 2, с. 6.— Ред.). Подобные кольцевые туманности радиусом порядка 1 пк наблюдаются у многих звезд Вольфа — Райе.

А. В. Тутуков, Л. Р. Юнгельсон и Е. Ван ден Хейвел высказали фундаментальную идею о том, что звезды Вольфа — Райе, расположенные в центрах кольцевых туманностей, могут быть тесными двойными системами, содержащими релятивистские объекты. В последние годы интенсивный поиск проявления двойственности «одиночных» звезд Вольфа — Райе, окруженных кольцевыми туманностями, увенчался успехом. У десятка звезд этого типа открыта периодическая спектральная и фотометрическая переменность, которая может означать, что такие звезды — тесные двойные системы, имеющие маломассивные спутники (1 — 2 M_{\odot}). Хотя такая интерпретация пока не окончательна, открытие двойственности звезд Вольфа — Райе этого типа имеет огромное значение для теории звездной эволюции.



ЕЩЕ ОДНА ВОЗМОЖНОСТЬ

Но существует и другой путь эволюции массивной тесной двойной системы на этой стадии. В наиболее тесных двойных системах релятивистский объект (нейтронная звезда) из-за сильной потери углового орбитального момента «падает» в центр оптической звезды OB_2' . Подобные объекты с нейтронными ядрами называются объектами **Торна — Житковой**. Они тоже обладают большими пространственными скоростями и большими высотами над галактической плоскостью, поскольку образовались в двойной системе, испытавшей взрыв сверхновой. Согласно теории, объекты Торна — Житковой должны сильно отличаться от звезд Вольфа — Райе, например быть красными сверхгигантами. Как показали советские исследователи доктор физико-математических наук Г. С. Бисноватый-Коган и кандидат физико-математических наук С. А. Ламзин, время жизни объекта Торна — Житковой из-за сильного звездного ветра (температура истечения $10^{-5} M_{\odot}$ в год) не превышает $5 \cdot 10^5$ лет. Причем оболочка красного сверхгиганта рассеется гораздо быстрее, чем центральная нейтронная звезда накопит массу, достаточную для ее коллапса и превращения в черную дыру. Возможно, что время жизни объекта Торна — Житковой значительно меньше (порядка 100 лет) из-за того, что центральная нейтронная звезда — горячая ($T \sim 10^{10}$ К) и теряет много энергии, которую уносят из центральных частей звезды потоки нейтрино. Поиск объектов Торна — Житковой — одна из важных задач современной астрофизики.

РАСПАД СИСТЕМЫ

Взрыв вторичной звезды (WR_2) в двойной системе с релятивистским объектом в большинстве случаев приводит к **распаду системы**, поскольку в этом случае взрывается компонента большей массы. Распад двойной системы приводит к образованию двух быстролетающих релятивистских объектов. И действительно, из наблюдений известно, что большинство радиопульсаров, являющихся вращающимися нейтронными звездами, обладают высокими пространственными скоростями в сотни км/с. Но бывает, что система не распадается, и тогда образуется **двойной радиопульсар** (Земля и Вселенная, 1977, № 1, с. 29.— Ред.) с пространственной скоростью в

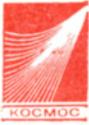
сотни км/с и большим эксцентриситетом орбиты.

В последнее время появились детальные расчеты эволюции массивных тесных двойных систем с учетом того, как эволюционирует вращающаяся нейтронная звезда. Эти расчеты, выполненные кандидатами физико-математических наук В. Г. Корниловым и В. М. Липуновым (ГАИШ), позволяют осуществить детальную классификацию тесных двойных систем с релятивистскими объектами.

В основе рассмотренного сценария эволюции массивной тесной двойной системы лежало предположение о том, что первоначальные массы звезд OB_1 и OB_2 почти одинаковы. Если же начальные массы различаются хотя бы в несколько раз, то на первичной стадии обмена масс простой обмен с сохраняющейся полной массой и угловым моментом не может реализоваться, так как времена тепловой релаксации звезд сильно различаются. Вещество звезды OB_1 , перетекая на звезду OB_2 , не успевает придти в тепловое равновесие с нею и в конечном счете покидает двойную систему, унося массу и угловой момент. Это приводит к резкому сокращению орбиты двойной системы и уменьшению ее полной массы. Такой эволюционный сценарий, возможно, приводит к образованию **рентгеновских двойных систем умеренной массы**, например таких, как хорошо известная система Геркулес X-1 (Земля и Вселенная, 1977, № 2, с. 68.— Ред.). Эта система состоит из оптической звезды спектрального класса A7 (массой около $2 M_{\odot}$) и рентгеновского пульсара — нейтронной звезды (масса около $1 M_{\odot}$), вращающейся с периодом 1,24 секунды.

Таким образом, сравнение современных представлений об эволюции массивных тесных двойных систем с данными наблюдений и их интерпретации позволяет сделать вывод, что теория в целом правильно описывает основные этапы эволюции этих систем. В то же время в ряде случаев современные наблюдения ставят перед теорией эволюции новые задачи, стимулирующие ее дальнейшее развитие. Это обеспечивает прогресс наших знаний об эволюции массивных звезд и их связи с образованием нейтронных звезд и черных дыр в Галактике.





На встречу с кометой Галлея

Необычный вид комет, возможность столкновения этих небесных тел с Землей (о чем, по-видимому, свидетельствует падение «Тунгусского метеорита»), предстоящее приближение кометы Галлея к Солнцу в 1986 году — все это сейчас вызывает понятный интерес ко всему, что связано с кометами.

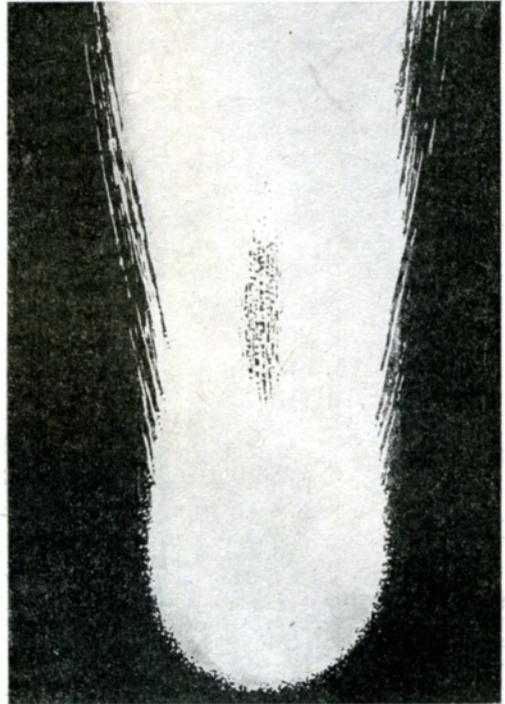
«ХВОСТАТЫЕ СТРАННИЦЫ»

Наряду с астероидами и «метеорными» частицами кометы относятся к малым телам Солнечной системы. Если принять полную массу всех входящих в нее тел за 100%, то на долю Солнца придется 99,865% этого общего количества, на долю девяти больших планет — 0,134%, а на малые тела — лишь десятитысячные доли процента. Но таких тел очень много, их изучение чрезвычайно важно для решения проблем, связанных со строением и эволюцией Солнечной системы. Это, пожалуй, больше всего относится к кометам.

Дело в том, что кометы, вероятнее всего, представляют собой сохранившийся до наших дней первичный космический «строительный» материал, из которого образовалась Солнечная система. Считается, что кометы хранят уникальную информацию о физических и химических процессах, протекавших в период зарождения Солнечной системы.

Возможно также, что химические превращения, которые происходили в особых кометных условиях, породили первичные органические вещества, впоследствии занесенные в атмосферу Земли. Так что изучение комет в конечном счете может внести лепту и в решение проблемы происхождения жизни на нашей планете.

По мнению голландского ученого Я. Оорта, большинство комет находится на самых



Снимок кометы Галлея, полученный в 1910 году (обсерватория Маунт-Вильсон, США)

окраинах Солнечной системы, в 100—200 тыс. а. е. от Солнца. Часть комет, испытывая притяжение звезд, время от времени покидает пределы Солнечной системы, другая же часть под действием Солнца начинает двигаться к нему. Некоторые, попав в зону тяготения планет, превращаются в периодические кометы. У 600 из них астрономы определили орбиты. Одна из таких комет с довольно хорошо известной орбитой и есть знаменитая комета Галлея.

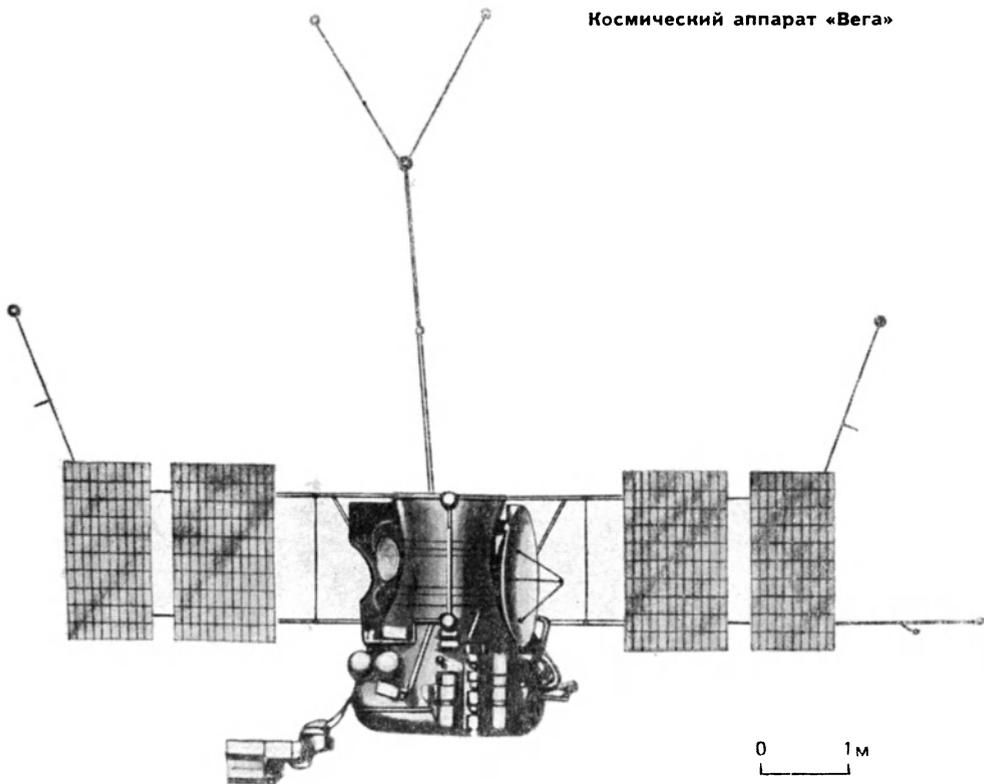
НЕОБЫЧНЫЙ ПРОЕКТ

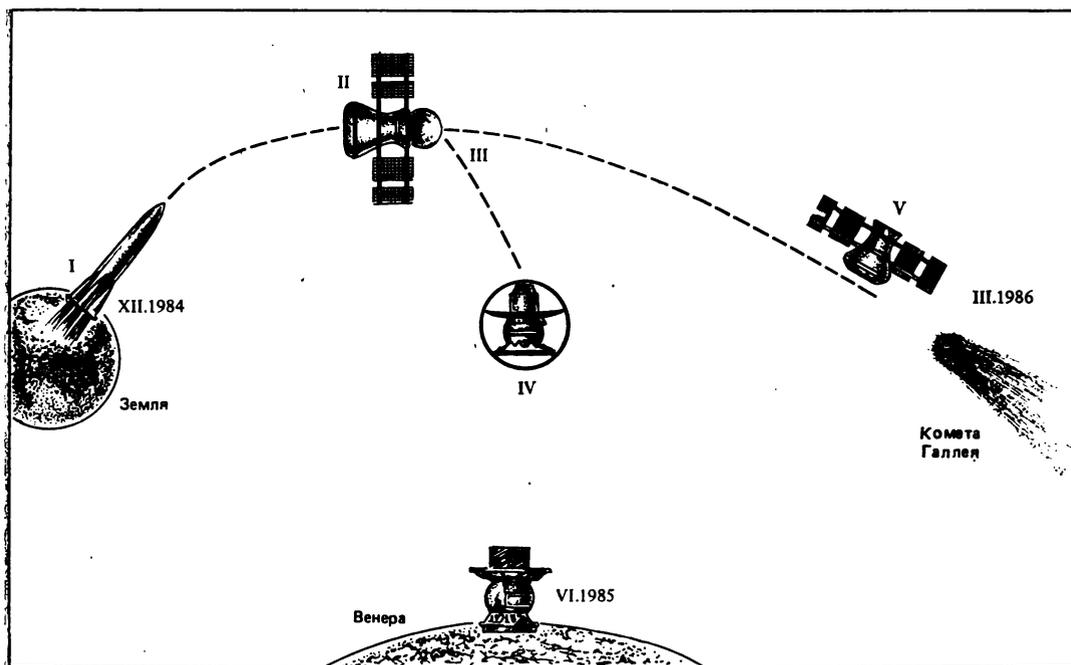
Первое упоминание о ней относится к 240 году до нашей эры. А всего в хрониках зарегистрировано 30 появлений кометы Галлея (Земля и Вселенная, 1982, № 5, с. 38.— Ред.). Тем не менее только в 1909—1911 годах ученые встретили ее, подготовленные для проведения всесторонних исследований. И вот в преддверии 31-го ее «официального визита» благодаря развитию ракетно-космической техники впервые появилась возможность провести прямые исследования кометы Галлея с борта космического аппарата.

С 1980 года Европейское космическое агентство готовит проект «Джотто» для полета к комете. Проект назван в честь великого итальянского художника, изобразившего комету Галлея на своей фреске «Поклонение волхвов». В проекте участвуют многие западноевропейские страны. В Японии также разрабатывается программа изучения кометы Галлея косми-

ческими средствами (проект «Планета-А»). США не планируют запустить специальный космический аппарат, но готовят обширную программу наблюдений кометы с Земли (Земля и Вселенная, 1982, № 5, с. 38.— Ред.).

Поначалу в Советском Союзе не готовились направлять к комете Галлея никакого специального устройства. Однако директор Института космических исследований АН СССР академик Р. З. Сагдеев высказал оригинальную мысль: ведь в декабре 1984 года с космодрома Байконур должны стартовать к Венере две автоматические станции. А что, если пролетные аппараты этих станций, когда они завершат свою работу в районе Венеры, направить дальше, к комете Галлея? Идея нашла убедительное подтверждение у баллистиков. Оказалось, после небольшого гравитационного маневра вблизи Венеры аппараты и в самом деле смогут долететь до кометы Галлея. В этом случае они пройдут в непосредственной близости от кометы, на расстоянии в не-





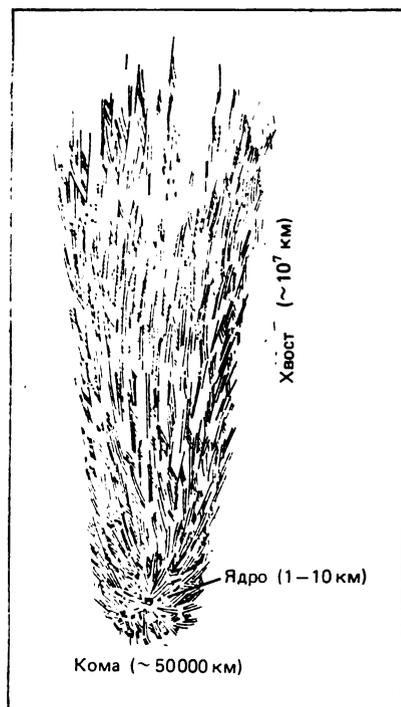
Этапы программы «Венера — Галлей».
 Космический аппарат от Земли сначала направляется к Венере, где от него отделяется спускаемый аппарат и аэростатный зонд, а затем продолжает свой полет к комете Галлея

Структура кометы: «голова» (ядро и окружающая его кома) и хвост

скольких тысяч километров, что позволит не только сфотографировать ядро кометы, но и исследовать состав пыли и газа, испаряемых с ядра, химический состав и степень ионизации ионов, а также многие другие явления, необходимые для понимания физики комет, а следовательно, и происхождения Солнечной системы.

Проект получил название «Вега», отразившее двойную научную цель экспедиции — Венера-Галлей.

По своей сути этот проект — международный. В создании научной аппаратуры вместе с советскими учеными принимали участие специалисты Австрии, Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Франции, ФРГ и Чехословакии. Работами руководит международный научно-технический комитет, возглавляемый научным руководителем проекта — директором Института космических исследований АН СССР академиком Р. З. Сагдеевым.

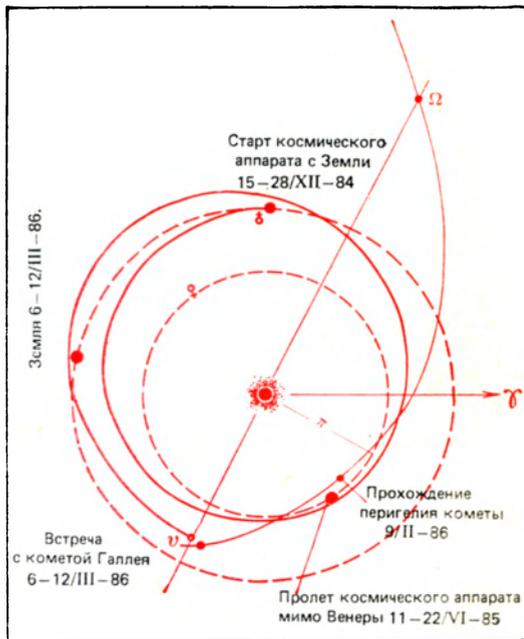
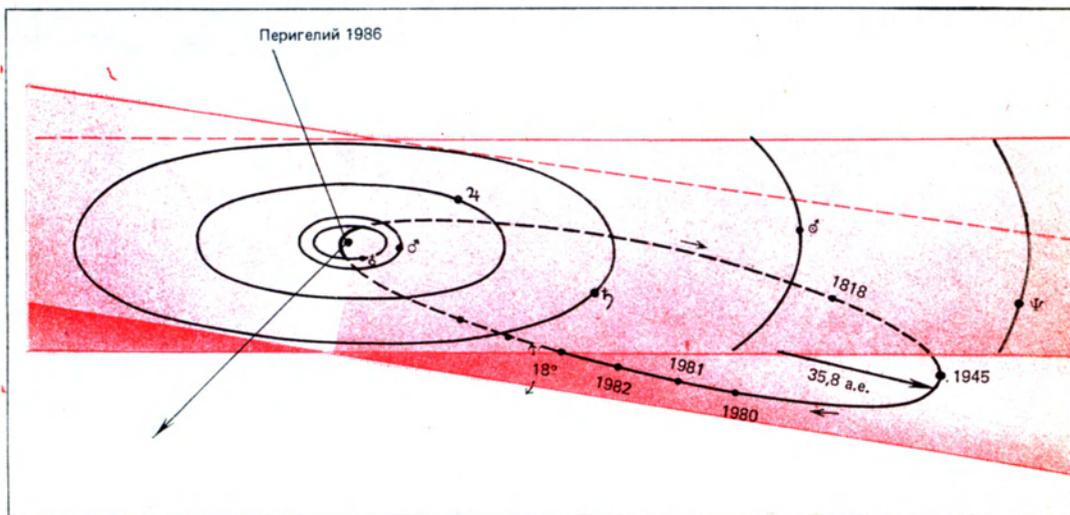


СРОКИ И ОБОСНОВАНИЯ

Итак, космический аппарат «Вега» — это, по сути, одна из модификаций межпланетной станции «Венера». В июне 1985 года космические аппараты пролетят мимо утренней звезды, и от них отделятся спускаемые аппараты, которые совершат мягкую посадку на поверхность планеты, и аэростатные зонды, которые будут «плавать» в атмосфере Венеры на высоте плотных облаков (~50 км). В марте 1986 года, через 270 суток после сближения с Венерой, состоится встреча пролетных аппаратов с кометой. В момент встречи космические аппараты окажутся приблизительно в 120—140 млн. км от Солнца и в 150 млн. км от Земли. В это время комета Галлея со скоростью 46 км/с будет уже удаляться от Солнца, а космические аппараты со скоростью 34 км/с будут лететь навстречу комете. Так как они движутся не строго навстречу друг другу, относительная скорость их сближения составит примерно 78 км/с. Космические аппараты пролетят мимо предполагаемого ядра кометы так, чтобы бортовые оптические приборы были наведены на освещенную Солнцем сторону кометы. Постоянное наведение приборов на комету обеспечивается поворотной платформой, на которой установлены эти приборы.

Почему встреча с кометой произойдет именно в марте 1986 года? Дело в том, что плоскость орбиты кометы Галлея довольно

Орбита кометы Галлея



Траектория полета космического аппарата «Вега»

сильно наклонена, к плоскости эклиптики ($\alpha \approx 162^\circ$). Учитывая незначительную стартовую скорость аппаратов с орбиты искусственного спутника Земли (всего 3—5 км/с), встречу с кометой можно осуществить лишь в областях, близких к точкам пересечения кометой пло-

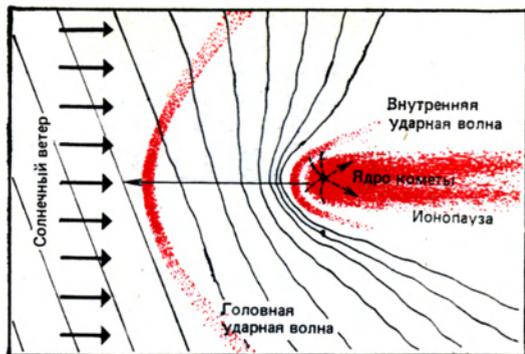
скостей земной и венецианской гелиоцентрических орбит, угол между которыми порядка 4° . Таких точек пересечения — две. Первую из них — **восходящий узел** — комета Галлея минует до прохождения своего перигелия, 9 ноября 1985 года, а вторую — **нисходящий узел** — после прохождения перигелия, 10 марта 1986 года. Теоретически встреча с кометой возможна как в восходящем, так и в нисходящем узле. Второй вариант предпочтительнее: миновав перигелий, комета становится более активной — испускание пыли и газа больше, следовательно, комета и хвост ее «развиты» сильнее. Это упрощает измерения, проводимые с борта космического аппарата.

НАУЧНЫЕ ЦЕЛИ ЭКСПЕДИЦИИ

Почти вся масса кометы сосредоточена в ядре. Однако самих кометных ядер никто никогда не наблюдал. Даже самые большие наземные телескопы не способны «пробиться» сквозь атмосферу комет — кому. Наземные спектроскопические исследования комет дают лишь косвенную информацию о составе ядра кометы. Это объясняется тем, что легко идентифицирующиеся по спектрам кометы молекулы — на самом деле «дочерние», то есть вторичные. Поэтому мы можем только предполагать, что содержится внутри нее, хотя и существуют правдоподобные модели, основанные на анализе тех явлений, которые наблюдаются в коме и хвосте.

Следует определить размеры, массу, химический состав ядра, его физическое состояние, причины взрывов и выбросов из ядер (связаны ли они, к примеру, с солнечной активностью?), химический и изотопный состав кометной атмосферы — газа и пыли.

По мере приближения к Солнцу ядро кометы нагревается. На расстоянии 3 а.е. от Солнца под действием поглощенного света сначала сублимируется углекислый газ, затем и вода; твердая фаза у них сменяется непосредственно газовой. Образовавшийся газ улетает с ядра кометы и распространяется в межпланетном пространстве в виде «кометного ветра». Вблизи ядра плотность газа достаточно велика. Поэтому вследствие столкновения молекул друг с другом происходят существенные химические изменения. В ходе этих процессов и образуются вторичные «дочерние» молекулы. Решение проблемы роди-



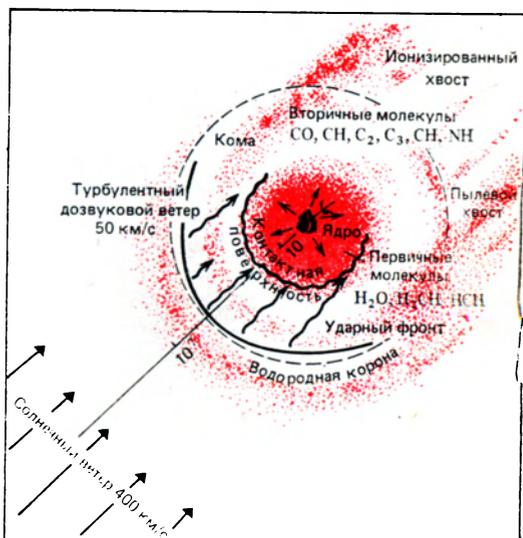
Взаимодействие солнечного ветра и кометы

тельных молекул, то есть определение состава газа в околоядерной области, — одна из важнейших задач эксперимента.

На большом расстоянии от ядра кометы межмолекулярные столкновения уже не играют такой роли. Здесь доминирующим процессом становится фотодиссоциация нейтральных молекул. Скорость атомов водорода, образующихся в результате фотодиссоциации, достигает $10\text{--}20$ км/с, что приводит к формированию водородной короны, наблюдаемой спектроскопическими методами и распространяющейся на расстояние до 10 млн. км.

Значительная часть газа, выходящего из ядра кометы, ионизируется. Процесс иониза-

Структура внутренних областей кометы



ции еще не полностью выяснен. В частности, под влиянием ультрафиолетового излучения Солнца, которое, по нынешним представлениям, — главный источник ионизации во внутренних областях комы, должно возникнуть в 10 раз меньше электрон-ионных пар, чем наблюдается. Очень важно выяснить причины такого избытка.

Под воздействием солнечного ветра ионизированные газы образуют около кометы плазменный хвост, направленный от Солнца. Природа этого явления в общих чертах угадывается, однако многие вопросы еще не решены.

Желательно определить концентрацию и состав кометной плазмы, структуру магнитного и электрического полей, характер взаимодействия комет с солнечным ветром (например, структуру возникающих при этом ударных волн).

ОСНАЩЕНИЕ «ВЕГИ»

Исходя из поставленных задач, аппаратура «Веги» должна включать телевизионную камеру, которая могла бы фотографировать комету по мере приближения к ней космического аппарата, масс-анализаторы для определения видов нейтральных и ионизированных молекул кометных атмосфер и пылинок, магнитометр, «волновые» приборы для изучения спектра электромагнитных колебаний, телескопы-спектрометры ультрафиолетового и инфракрасного диапазона для изучения возбужденных состояний молекул и теплового состояния кометного вещества.

Масса научной аппаратуры, которую можно разместить на космических аппаратах, ограничена. Поэтому, несмотря на единые в принципе научные цели, рассматриваемые во всех проектах, состав приборов, размещаемых на каждом из аппаратов, несомненно, различен. Полезная нагрузка космического аппарата «Вега» (около 120 кг) в три раза больше, а скорость передачи научной информации на Землю на 50% выше, чем запланировано в проекте «Джотто». Существенная особенность «Веги» — трехосная ориентация, благодаря которой можно обеспечить наведение оптических приборов на околоядерную часть кометы.

Основной поток информации будет сразу передаваться на Землю, что весьма важно

из-за повышенного уровня метеорной опасности при встрече с кометой.

Когда космический аппарат войдет в пылевую атмосферу кометы, его поверхность подвергнется интенсивной бомбардировке пылевыми частицами со скоростями порядка 80 км/с. В этом случае, если не принять специальных мер защиты, космический аппарат будет вскоре разрушен. Чтобы этого не произошло, разработана двухслойная защита (а для наиболее важных узлов аппарата — даже трехслойная). Первый экран в такой защите играет роль испарителя пылевых частиц. Пролетая сквозь экран, они, несмотря на его малую толщину, испаряются, разумеется, разрушая при этом и часть экрана; в результате образующаяся плазма разлетается под большими углами к направлению первоначального движения, что существенно снижает воздействие на второй экран.

СОСТАВ АППАРАТУРЫ

Теперь остановимся подробнее на том, какая именно научная аппаратура установлена на посланце к комете Галлея.

Прежде всего — это **телевизионная система**. В качестве приемников изображения она использует **матричные охлаждаемые фотопреобразователи с переносом заряда — ПЗС** (полупроводниковые приборы с зарядовой связью, в которых накапливаются электрические заряды, пропорциональные количеству падающего света). Такая телевизионная система позволит обнаружить комету, определить ее размеры и оценить альбедо ядра, изучить структуру и центральные области комы. Кроме того, она может выполнять роль датчика в системе автоматического слежения за кометой, а также осуществлять геометрическую привязку измерений, проводимых другими научными приборами.

Телевизионная система имеет две камеры с разными фокусными расстояниями. Одна — узкоугольная — высокого разрешения, другая — широкоугольная камера — датчик наведения. Первая позволяет получать изображения с максимальным пространственным разрешением, вторая дает обзорные изображения. Космический аппарат пролетит примерно в 10 000 км от ядра кометы. При этом пространственное разрешение во время съемок составит 180 м. Телевизионная съемка будет

вестись в нескольких спектральных интервалах, таким образом, будет получаться цветное изображение.

Для управления камерами, обработки информации, ее передачи по радиолинии на Землю, а также реализации алгоритма управления автоматической стабилизированной платформой на борту станции установлен специальный блок электроники. В его составе — двухпроцессорная система обработки видеоинформации, вторичные источники питания, а также системы унифицированных связей (интерфейсы) с внешними устройствами.

Благодаря микропроцессорам, примененным в телевизионной системе, она может достаточно легко приспосабливаться к быстро меняющимся во время пролета кометы условиям съемки: прогнозировать перемещения кометы, выбирать экспозицию, а также фиксировать «плавающий» фрагмент изображения вокруг максимума яркости — наиболее вероятного местоположения ядра кометы.

Применение новейших материалов и достижений в области микроэлектроники позволило достичь рекордно низкой (всего 31,5 кг) массы для столь сложной, поистине уникальной телевизионной системы. Создавалась она совместно специалистами СССР, Венгрии и Франции.

Весьма важным представляется исследование излучения внутренних областей кометы в инфракрасном диапазоне. Для этого использован инфракрасный спектрометр, работающий на длинах волн 2,5—12 мкм. Два его спектральных канала будут анализировать химический состав вещества комы (в газовой и пылевой фазе), а канал с пространственной модуляцией изображения — определять размеры, температуру и излучательную способность ядра. Эксперимент позволит идентифицировать наиболее важные молекулы, покидающие ядро (первичные, или родительские, молекулы), и измерить их поток, что представляет интерес для интерпретации различных гипотез, касающихся природы и происхождения комет. В этом эксперименте планируется впервые получить данные о тепловом балансе кометного ядра. Прибор разработан и изготовлен во Франции.

Практически вся масса кометы сосредоточена в ядре, которое представляет собой замороженную смесь различных летучих соединений и нелетучих компонентов (пыль, камни).

По мере приближения к Солнцу лед испаряется, создавая поток первичных газов, увлекающий за собой и пыль. Далее, под действием ультрафиолетового излучения Солнца происходит постепенная деградация кометных газов от первичных молекул к атомам и ионам. Этот процесс сопровождается флуоресценцией, по спектру которой можно обнаружить возникающие частицы и сделать количественные оценки. Также значительный вклад в излучение кометы вносит рассеяние на частицах пыли. Не меньшую роль играет и отражение солнечного света ядром кометы. Все эти три источника излучения плюс излучения первичных газов, не обнаруживаемые в обычных условиях, и будет исследовать трехканальный спектрофотометр. Прибор состоит из телескопа со сканирующим устройством и трех спектральных каналов: ультрафиолетового, видимого и инфракрасного. Телескоп представляет собой комбинацию параболического и гиперболического зеркал по схеме Кассегрена. В плоскости телескопа имеются три щели с двумя поворотными зеркалами — они то и направляют световые пучки к трем спектральным каналам. Инфракрасный канал способен проводить поляризационные измерения и даже регистрировать малые колебания оптической оси прибора, который разработан и изготовлен специалистами Франции, СССР и Болгарии.

Задача пылеударного масс-анализатора (ПУМА) — исследование элементного состава, размера и концентрации пылинок, вылетающих из ядра кометы Галлея. Особый интерес представляет возможность измерить содержание малых составляющих кометной пыли. Попавшая в прибор пылинка на специальной мишени образует плазму. Анализ ионного состава этой плазмы предполагается осуществлять особым методом, который основан на том, что ионы с разными массами, но одинаковой энергией одно и то же расстояние преодолевают за различные промежутки времени. Измерение этого времени позволяет определить массу ионов. Прибор разработан совместно специалистами СССР, ФРГ и Франции.

Чтобы выявить физические и химические процессы, протекающие в атмосфере кометы на различных расстояниях от ядра, уточнить распределение отдельных компонентов нейтрального газа в атмосфере кометы, на борту станции установлен масс-спектрометр

нейтрального газа (ИНГ). Он состоит из двух независимых масс-спектрометров и электронного блока.

Изучать макроструктуры межпланетных магнитных полей, а также измерять магнитные поля в окрестностях кометы Галлея и низкочастотные флуктуации магнитного поля вдоль траектории полета будет **магнитометр австрийского производства.** Основная цель этого эксперимента — определение роли магнитного поля во взаимодействии солнечного ветра с кометой.

Пролет космического аппарата вблизи кометы позволит изучить распределение вдоль его орбиты «холодной» плазмы до ~ 25 кэВ. Важно ответить на вопросы: как изменяются параметры солнечного ветра, когда космический аппарат приближается к комете; существует ли околокометная ударная волна в солнечном ветре и, если существует, где она расположена; каковы концентрация и химический состав ионов в ионосфере комет. Здесь от приборов требуются максимальные чувствительность и динамический диапазон измерений. Измерения будут выполняться на аппаратуре «Плазмаг», в которую входит ряд **плазменных чувствительных элементов для различных диапазонов энергий.** Центральный узел прибора — блок управления. Он представляет собой микро-ЭВМ, включающую микропроцессор, оперативную память, память программы, память данных и интерфейсы микропроцессора. Над созданием аппаратуры работали специалисты Венгрии, СССР и ФРГ.

Нейтральные молекулы, которые истекают из ядра кометы, ионизируются солнечным ультрафиолетом либо ионами солнечного ветра. Кометные ионы, возникшие таким путем, могут быть захвачены движущимся магнитным полем солнечного ветра и ускорены до больших энергий. Для детектирования ионов, ускоренных в окрестности кометы Галлея, измерения их энергии и определения флуктуаций в различных точках кометной среды на «Вега» установлен **спектрометр энергичных частиц «Тюнде-М».** Он должен работать постоянно в течение 15 месяцев полета космического аппарата до его встречи с кометой. Прибор разработан специалистами Венгрии, СССР и ФРГ.

Анализатор плазменных волн должен изучать плазму в окрестностях кометы. Однократно ионизированный газ взаимодействует

с солнечным ветром, и это взаимодействие должно приводить к крупномасштабным неустойчивостям. Плотность газа во внешней короне кометы, вероятно, окажется такой низкой, что ее будет невозможно измерить непосредственно. В то же время электростатическую турбулентность можно измерить на расстояниях до 10^7 км от ядра кометы. Это означает, что из комплекса приборов, предназначенных для прямых экспериментов, волновой прибор, по-видимому, обеспечит наиболее раннее оповещение о приближении кометы. В состав прибора входят **два датчика плазмы и температуры, два датчика электрического поля и блок электроники.** В разработке анализатора принимали участие специалисты СССР и Франции.

Не менее важны измерения плазменных волн в крайне низкочастотном диапазоне. Дело в том, что ионы солнечного ветра коллективно взаимодействуют с ионизированными атомами и молекулами кометной атмосферы, движущимися относительно друг друга со скоростями, много большими тепловых скоростей ионов. В этом случае возбуждается целый спектр плазменных волн с частотами, которые как раз и попадают в диапазон измерений **анализатора низкочастотных плазменных волн,** установленного на «Вега». В разработке прибора принимали участие специалисты Польши, СССР и Чехословакии.

Для определения пространственной плотности пылевых частиц в голове кометы Галлея, спектра их масс и излучения пространственных вариаций этих величин будут использоваться **счетчики пылевых частиц СП.** В приборах применены детекторы соударений двух типов: акустический и ионизационный. Области измерений масс этими детекторами перекрываются на значительном участке. Это должно обеспечить сопоставление полученной независимыми методами информации о пылинках микронных и субмикронных размеров. Принцип работы прибора основан на регистрации пылевых частиц, когда те ударяются в мишень детектора, и оценке возникающих при этом акустических колебаний заряда, который протекает в выходной цепи детектора. Счетчики пылевых частиц разработаны и изготовлены в СССР.

Пылевую кометную атмосферу и характеристики ее взаимодействия с космическим аппаратом в окрестностях ядра будет также ис-

следовать **оптико-электронный прибор «Фотон»**. Он станет регистрировать пылевые частицы на всей пролетной траектории аппарата. Принцип действия прибора достаточно прост: при высокоскоростном ударе пылевая частица пробивает тонкий эталонный экран. Излучение от вспышки и прошедший через пробитое отверстие поток солнечного излучения регистрируются оптической системой прибора. Пьезокерамический преобразователь фиксирует акустический сигнал, генерированный ударом частицы об экран. На основе всех поступивших сигналов определяются плотность и масса частиц пыли, плотность пылевого потока, а также характеристики взаимодействия пылевых частиц с преградой. Прибор изготовлен в СССР.

И, наконец, последний из приборов, предназначенных для комплексного исследования кометы «Галлея», — **счетчик и масс-анализатор**

пылинок (ДУСМА). Он как бы дополняет масс-спектрометр нейтрального газа. Прибор ДУСМА разработан специалистами Венгрии, СССР и ФРГ.

Для управления всеми этими приборами, сбора и передачи научной информации на Землю «Вега» оснащена аппаратурой, которая состоит из **Блока управления научной аппаратурой (БУНА)**, **Блока логики и сбора информации (БЛИСИ)**, а также **бортового радиотелеметрического комплекса**, позволяющего передавать научную информацию со скоростями 3072 и 65 536 бит/с.

Полет к комете — это новый этап в космических исследованиях, во многих отношениях более сложный, чем уже совершенные полеты к планетам.

Что писала «Земля и Вселенная» 20 лет назад

...Можно надеяться, что специальные физические установки на будущих искусственных спутниках Земли и космических кораблях помогут решить эту задачу (обнаружение гамма-излучения небесных объектов.— Ред.), что означало бы рождение нового метода изучения Вселенной — гамма-астрономии.

№ 1

...Группа американских ученых с помощью баллон-телескопа получила спектр солнечного света, отраженного от облаков Венеры. Исследователи пришли к заключению, что отражающий облачный слой Венеры состоит из частиц замерзшей воды.

№ 2

...мы надеемся, что в недалеком будущем запущенные к Марсу автоматические межпланетные станции помогут нам окончательно установить: каковы же они — спутники Марса?

№ 2

Конечно, основные процессы навигационных измерений и вычислений должны выполняться автоматическими системами и вычислительными машинами. Однако навигация в бескрайних просторах Вселенной требует сложных логических операций, выполнить которые может только человек. Вот почему на космическом межпланетном корабле будет необходим специально обученный член экипажа — штурман.

№ 2

Несколько связанных спутников, выведенных на эллиптические орбиты, могут, как известно, обеспечить круглосуточную связь практически со всеми, даже самыми удаленными пунктами нашей страны. Запуск второго спутника «Молния-1» позволит проверить возможность организации такой связи.

№ 6



Министр геологии СССР
профессор
Е. А. КОЗЛОВСКИЙ

Геология в народном хозяйстве СССР

В нашей стране придается исключительное значение геологическому изучению территории, выявлению минерально-сырьевых ресурсов, инженерно-геологическому обеспечению крупномасштабного строительства и охране окружающей среды. Всем этим проблемам был посвящен доклад министра геологии СССР Е. А. Козловского на XXVII сессии Международного геологического конгресса, публикуемый ниже с небольшими сокращениями.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА СССР

В Советском Союзе создана четкая система государственной геологической службы, включающая организации Министерства геологии СССР, геологоразведочные организации горнодобывающих министерств и институты геологического профиля Академии наук СССР.

Ведущее звено этой системы — Министерство геологии СССР, выполняющее более 70% объема геологоразведочных работ в стране. Оно отвечает за состояние и развитие геологического изучения, научно-технический прогресс в этой области и за наиболее полное удовлетворение потребностей народного хозяйства в минеральном сырье. Министерство геологии СССР обеспечивает планомерное изучение недр, разрабатывает с участием заинтересованных министерств и ведомств основные направления развития минерально-сырьевой базы и геологоразведочных работ в стране, передает другим министерствам разведанные месторождения полезных ископаемых для проектирования и строительства на их базе горнодобывающих предприятий.

Министерство геологии СССР, имеющее в своем составе 80 производственных геологи-

ческих, научно-производственных и промышленных объединений и 40 научно-исследовательских институтов и опытно-конструкторских бюро, работает в тесном контакте с геологическими службами горнодобывающих министерств, с Академией наук СССР и ее геологическими институтами. Это позволяет разрабатывать оптимальные направления развития минерально-сырьевой базы, быстрее внедрять в практику прогрессивные методы геологического, геофизического и геохимического изучения недр, широко применять космические средства для выявления природных ресурсов Земли.

Геологическая служба СССР представляет собой индустриальную научно-производственную отрасль, оснащенную разнообразной современной геологоразведочной техникой и геофизической аппаратурой, транспортными средствами и лабораторным оборудованием. Большое значение в ее деятельности придается разработке и внедрению в практику нового высокопроизводительного оборудования и передовых технологий проведения геологоразведочных работ. В разработке и изготовлении технических средств для геологоразведочных работ участвуют 25 промышленных министерств и ведомств.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ ТЕРРИТОРИИ СССР

Территория СССР, занимающая шестую часть площади континентов, уникальна не только по своим размерам, но и по разнообразию геологических структур. Она включает крупнейшие Восточно-Европейскую и Сибирскую древние платформы с Балтийским, Украинским, Алданским и Анабарским щитами, значительные части Урало-Монгольского, Средиземноморского и Тихоокеанского складчатых поясов. И каждая из этих структур состоит из разных геологических регионов со



Геологи в маршруте

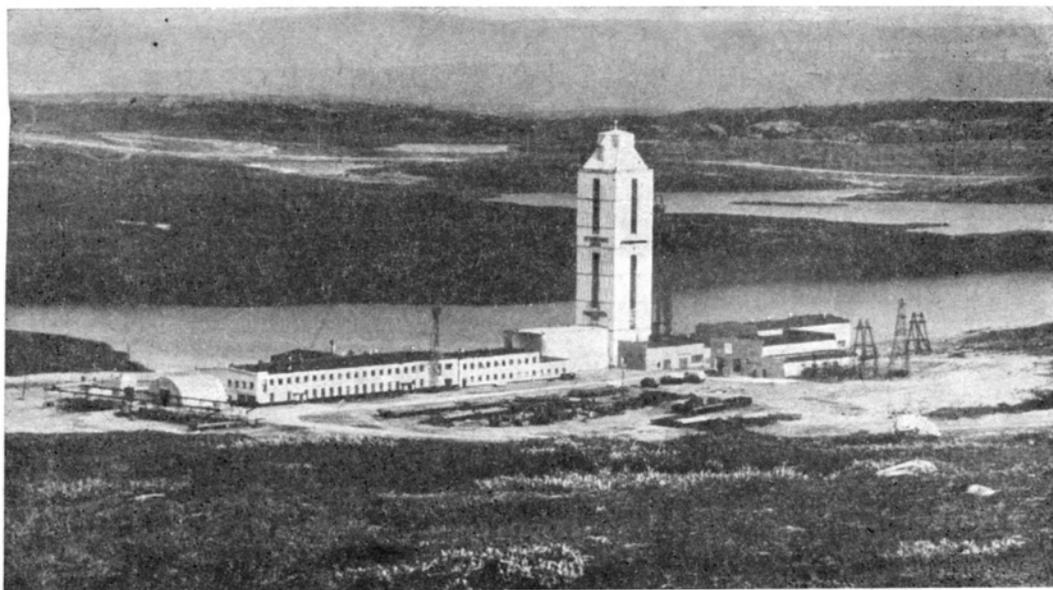
своим особым строением, историей развития и комплексом полезных ископаемых.

К настоящему времени территория страны практически полностью покрыта среднemasштабными (1 : 200 000) геологическими съемками. В масштабе 1 : 50 000 и крупнее заснята почти треть ее территории, важнейшие горнопромышленные районы изучены в этих масштабах на 70—80%, а некоторые из них — полностью. Важно подчеркнуть, что изучение геологического строения огромной территории страны проведено по единому плану, на единой научной и методической основе, с ис-

пользованием новейших достижений геологических наук и технических средств.

Для современного этапа развития геологических наук характерен принципиально новый подход к оценке роли **глубинных факторов** в формировании земной коры, ее тектонической структуры и образовании полезных ископаемых. В соответствии с этим осуществляется национальная программа изучения глубинного строения земных недр, принципиальная основа которой — сеть взаимосвязанных профилей глубинного сейсмического зондирования, опирающихся на глубокие и сверхглубокие скважины.

Выдающимся научным и техническим достижением являются результаты бурения **Коль-**



Кольская сверхглубокая

ской сверхглубокой скважины, впервые в мире вскрывшей разрез древнейших пород на глубину более 12 км. Теперь появилась возможность на надежной фактической основе с новых позиций интерпретировать данные региональных геофизических исследований. При подготовке и осуществлении бурения Кольской скважины были разработаны теоретические основы сверхглубокого бурения, созданы новые технические средства для бурения на глубину 10—15 км.

ДОСТИЖЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

На основе изучения горных пород, руд и минералов современными методами, достижений других наук, таких, как физика твердого тела, ядерная физика, физическая химия, кристаллохимия, обобщения огромного фактического материала геологосъемочных работ, поисков и разведки, а также данных экспериментов, быстро развиваются древние отрасли геологических наук — минералогия, петрография, литология, стратиграфия. Созданы новые отрасли геологических наук — геология Мирового океана, сравнительная планетология, космохимия, математическая геология, которые

за последнюю четверть века заняли прочное место в науках о Земле.

Хотелось бы особо отметить возрастающую роль геофизики и геохимии. Благодаря совершенствованию теории, методики, средств наблюдений и систем обработки данных геофизические методы стали эффективным средством глубинного изучения земной коры и верхней мантии на континентах, шельфах морей и в Мировом океане, а также поиска и разведки месторождений. На основе выполненных фундаментальных исследований усовершенствованы также геохимические методы поисков, внедрение которых в комплексе с геологическими и геофизическими методами привело к открытию многих месторождений.

Огромный фактический материал по геологическому строению важнейших регионов и всей территории страны способствовал развитию тектонических исследований. Существенные результаты получены при изучении древнейших архейских и протерозойских структур. В ходе изучения эволюции Земли отчетливо проявляется тенденция к увеличению гетерогенности литосферы (ее неоднородного строения) и роли глубинных разломов, в результате чего земная кора континентов и океанов имеет сложное блоковое строение. При тектонических и металлогенических исследованиях древних платформ и срединных массивов

выявилось, насколько велико значение тектоно-магматической активизации ранее стабилизированных структур, а также ее значение в образовании месторождений полезных ископаемых.

Синтезом данных многих отраслей геологических наук служит учение о закономерностях образования и размещения полезных ископаемых. Оно стало ведущим в прогнозе и перспективной оценке ископаемых в крупных регионах и на локальных площадях и объектах.

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА СТРАНЫ

Еще на заре советской власти В. И. Ленин сформулировал принципы, которые легли в основу создания и использования минерально-сырьевой базы страны. К этим принципам относятся: обеспечение возможности самостоятельно снабжать себя всеми главнейшими видами сырья и промышленности; рациональное размещение промышленности с учетом близости сырья; сосредоточение производства на немногих крупнейших предприятиях.

Ленинские идеи создания и использования минерально-сырьевой базы развиты и конкретизированы в ряде важнейших партийных документов. Опережение темпов геологоразведочных работ в сравнении с темпами развития промышленности с целью заблаговременно подготовить минеральное сырье стало главным принципом планирования и проведения геологоразведочных работ.

Успехи в изучении геологического строения территории страны, широкое развитие поисковых и разведочных работ, внедрение в практику достижений геологических наук и высокопроизводительной геологоразведочной техники позволили создать мощную минерально-сырьевую базу, обеспечивающую потребности народного хозяйства в полезных ископаемых. Выявленные минерально-сырьевые ресурсы играют большую роль в осуществлении социально-экономических программ, в частности Энергетической и Продовольственной.

В соответствии с курсом советского правительства на наращивание экономического потенциала **восточных районов страны** большие объемы геологоразведочных работ были сосредоточены в Сибири и на Дальнем Востоке, в Казахстане и Средней Азии. Особенно значительные минеральные ресурсы выявлены в Сибири, где открыты **нефтегазоносные про-**

винции, угольные бассейны и рудные районы.

Важнейшее значение имеет Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция, которая осваивается исключительно быстрыми темпами. 20 лет назад здесь были получены первые 200 тыс. т нефти, а сейчас добыча нефти составляет 60%, газа — 51% общесоюзной. Значительные ресурсы имеются в Волго-Уральской, Тимано-Печорской, Прикаспийской, Амударьинской и других нефтегазоносных провинциях.

Советский Союз богат запасами углей. Донецкий бассейн обеспечивает третью часть их общесоюзной добычи, в том числе почти половину добычи коксующихся углей. Крупнейшей базой высококачественных энергетических и коксующихся углей стал Кузнецкий бассейн в Западной Сибири; кузнецкие угли отличаются высоким качеством и разнообразием марочного состава. Канско-Ачинский бассейн уникален как по запасам бурых углей, так и по благоприятным условиям их добычи; освоение его — одна из грандиознейших энергетических программ страны. Крупные запасы углей разведаны в Печорском, Карагандинском, Экибастузском, Южно-Якутском и других районах.

В стране подготовлена мощная сырьевая база **черной металлургии**, обеспечивающая ее развитие на длительную перспективу. Ведущее место по количеству разведанных запасов и добыче железных руд принадлежит месторождениям Криворожского бассейна на Украине и Курской магнитной аномалии. Месторождения железных руд эксплуатируются также на Урале, Кольском полуострове и в Карелии, в Казахстане, Западной и Восточной Сибири. Советский Союз располагает значительными ресурсами марганцевых и хромовых руд.

Созданы крупные сырьевые базы **цветной металлургии**: медно-никелевых руд — в Норильском районе и на Кольском полуострове, меди — в Казахстане, Узбекистане, на Урале и в зоне БАМа; свинца и цинка — на Рудном Алтае и в Центральном Казахстане, Узбекистане и Таджикистане, Красноярском крае, Забайкалье и Азербайджане; алюминиевого сырья — на Урале, Тимане, в районе Курской магнитной аномалии, в Архангельской области и Казахстане; вольфрама — на Северном Кавказе, в Казахстане, Забайкалье и на Дальнем Востоке; олова — на Дальнем Востоке и в

Киргизии; молибдена — в Восточной Сибири, Казахстане и Армении. Выдающимся достижением является также созданная в Якутии минерально-сырьевая база алмазодобывающей промышленности.

В нашей стране разведаны крупные запасы сырья для производства **минеральных удобрений**: всемирно известные месторождения апатитов хибинской группы на Кольском полуострове, фосфоритов — в Казахстане, центральных районах европейской части СССР и Эстонии, калийных солей — в Пермском Предуралье, Белоруссии, Западной Украине и Туркмении. Значительный калиеносный бассейн выявлен также в Иркутской области.

Все большее значение приобретает использование подземных вод как источника хозяйственного и технического водоснабжения городов, промышленных центров и сельскохозяйственных районов, а также в лечебных целях. Сейчас в стране разведано более 2 тыс. месторождений пресных и свыше 400 месторождений термальных, минеральных и промышленных вод.

Большие запасы полезных ископаемых и концентрация основного их количества на крупных и уникальных месторождениях позволили высокими темпами развить **горнодобывающие отрасли** промышленности. Сейчас в Советском Союзе ежегодно добывается более 600 млн. т нефти и конденсата, свыше 500 млрд. м³ газа, более 700 млн. т угля, свыше 500 млн. т сырых железных руд. По сравнению с предвоенным 1940 годом добыча нефти возросла в 20 раз, газа — в 147 раз, угля — более чем в 4 раза, производство железных руд — в 8 раз. По добыче ряда полезных ископаемых СССР занимает одно из ведущих мест в мире.

Советский Союз не только добытчик, но и крупный экспортер минерального сырья. В соответствии с Комплексной программой дальнейшего углубления и совершенствования сотрудничества и развития социалистической экономической интеграции минеральное сырье и продукты его переработки поставляются в страны — члены СЭВ. За счет поставок из СССР, например, ЧССР удовлетворяет свою потребность в нефти и нефтепродуктах на 95%, НРБ и ВНР — на 80%, ГДР — на 75%. В свою очередь эти страны поставляют Советскому Союзу прокат черных металлов, каустическую и кальцинированную соду, про-

дукты химии и другие сырьевые товары. Высокая степень самообеспечения стран СЭВ основными видами минерального сырья способствует стабильному росту их экономики.

Советский Союз заключил долгосрочные соглашения и с некоторыми капиталистическими странами — о поставках газа, нефти, угля и других минеральных ресурсов.

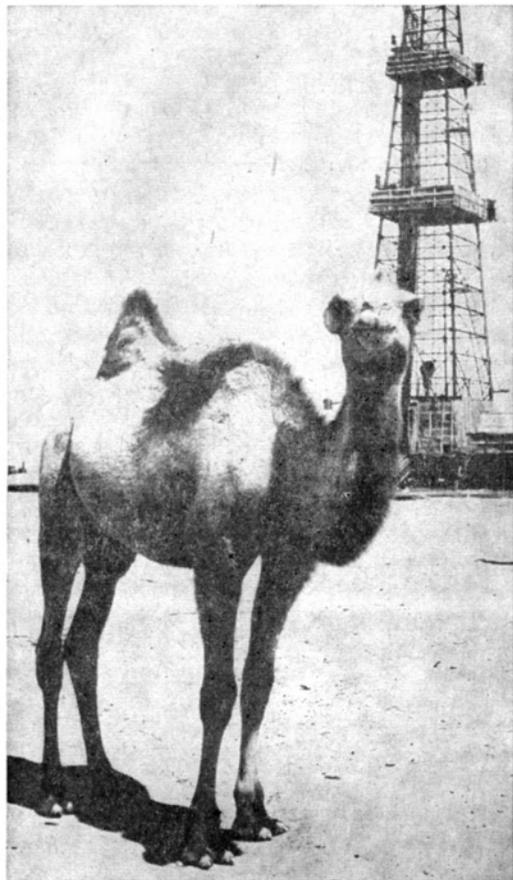
ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

Все более актуальными становятся **опережающие инженерно-геологические исследования** в районах освоения громадных территорий, крупномасштабного промышленного и гражданского строительства (в зоне Байкало-Амурской магистрали, на участках строительства мощных гидро- и атомных станций), на площадях, где создаются мелиоративные системы. Большой размах освоения северных территорий потребовал проведения **геокриологических исследований**, включающих изучение строения, состава, свойств и истории развития мерзлых пород в земной коре, а также разработки прогнозов геологических явлений в районах Крайнего Севера. Результаты этих работ обобщены в ряде фундаментальных трудов по инженерной и динамической геологии, грунтоведению и механике грунтов.

Особое значение имеют инженерно-геологические и геофизические исследования в **сейсмоопасных зонах**. Широкая сеть сейсмических станций и геофизических полигонов позволила разработать методику долгосрочных и краткосрочных прогнозов землетрясений. Все эти данные учитываются при планировании и осуществлении строительства в сейсмоопасных районах.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Все большее значение в СССР придается комплексному использованию минерально-сырьевых ресурсов, созданию безотходных технологий добычи и переработки минерального сырья. Для контроля за **охраной подземных вод** создана региональная сеть станций, насчитывающая более 30 тыс. опорных пунктов. Осуществляется искусственное восполнение запасов подземных вод. После инженерно-геологических исследований выполнены работы по защите от **абразии и противооползневые мероприятия** на Черноморском



В гости
(На месторождении газа в Туркмении)

побережье. Успешно решаются проблемы охраны окружающей среды в районах крупномасштабного строительства — в зоне БАМа, при прокладке трасс нефте- и газопроводов и сооружении других объектов.

В последнее время в практику входит составление геохимических карт городов, промышленных районов и курортных зон с целью получить объективную оценку экологической и гигиенической ситуации и разработать планомерные природоохранные мероприятия по очистке этих районов от загрязняющих веществ, если они обнаружены. На этой основе развивается новая ветвь геохимии — **экологическая геохимия**.

Природа — единое гармоничное целое вне зависимости от того, идет ли речь о Европе,

Азии, Африке, Америке, Австралии или Антарктиде. Поэтому многие вопросы охраны окружающей среды должны решаться на глобальном уровне, с участием всех стран мира. В соответствии с этим Советский Союз наряду с осуществлением природоохранных мероприятий на своей территории принимает активное участие в работах по международному научному проекту «Охрана литосферы как компонента окружающей среды».

ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Созданная в Советском Союзе минерально-сырьевая база надежно обеспечивает потребности народного хозяйства в полезных ископаемых. Однако анализ тенденций потребления минерального сырья показывает, что добыча и потребление этого сырья будут увеличиваться. В 80-е годы должна создаваться минерально-сырьевая база, с которой мы вступим в XXI век. Поэтому в «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года», утвержденных XXVI съездом КПСС, поставлены перед геологами задачи обеспечить ускоренное развитие работ по геологическому изучению территории страны, дальнейшему увеличению минерально-сырьевых ресурсов, в первую очередь топливно-энергетических.

Намечено расширить сырьевые базы действующих горнодобывающих предприятий, особенно в тех районах, где формируются территориально-производственные комплексы. Предстоит выполнить работы по выявлению полезных ископаемых на **континентальном шельфе** и в **Мировом океане**, освоение минеральных ресурсов которого — дело ближайшего будущего.

Успешное выполнение поставленных задач, связанных с расширением минерально-сырьевой базы страны, зависит от дальнейшего развития важных научных направлений. Это определило необходимость опережающего развития и повышения эффективности фундаментальных и прикладных геологических научных исследований, в первую очередь тех, которые решающим образом влияют на совершенствование прогнозов, методики и техники поисков, разведки и экономической оценки месторождений.

Совершенствование крупномасштабного

геологического картирования, учет данных глубокого и сверхглубокого бурения, использование результатов космогеологических и аэрогеологических съемок позволяют создавать типовые модели для областей с различной геодинамической обстановкой, в том числе для главных нефтегазоносных, угленосных и рудных районов.

На новый уровень поднимается изучение процессов и совершенствование **теории образования месторождений полезных ископаемых**. Будут созданы научно обоснованные модели процессов формирования месторождений руд и углеводородов в различных геолого-структурных обстановках. Для этого наряду с более глубоким изучением месторождений усиливаются экспериментальные исследования условий их формирования, изучение механизма и путей миграции и концентрации рудных веществ и углеводородов.

Все это позволит значительно усовершенствовать общую теорию геологического строения, происхождения и эволюции Земли на основе анализа данных всех отраслей геологических наук и приведет к повышению достоверности прогнозов выявления месторождений полезных ископаемых.

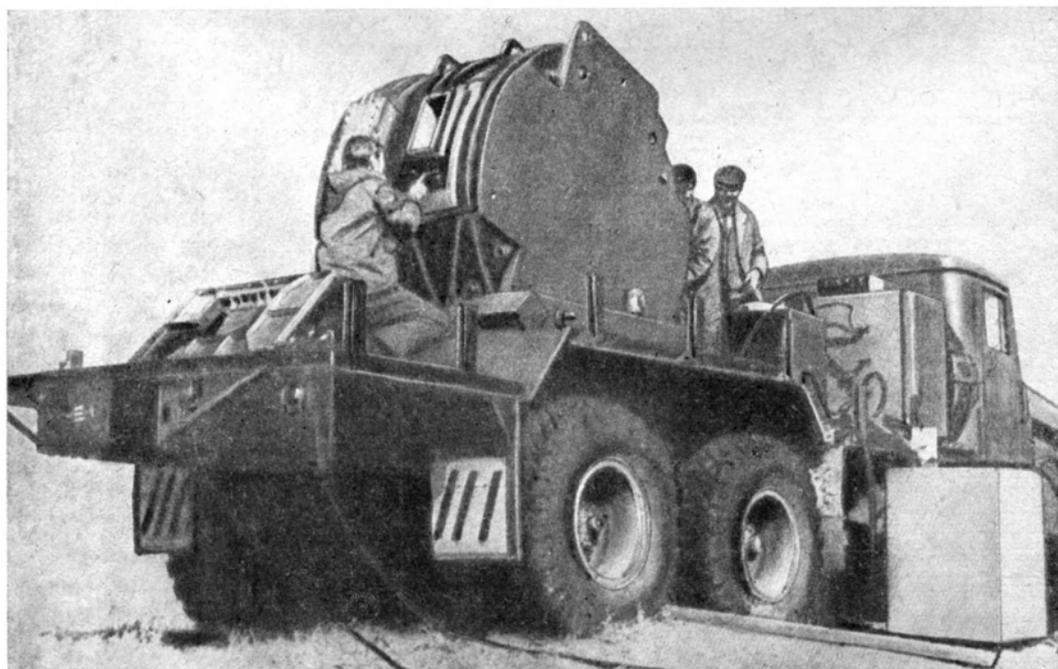
Трудно переоценить значение глубокого

анализа состояния и долгосрочного прогноза развития и освоения минерально-сырьевой базы страны. Учет потребности в полезных ископаемых и опережающего роста их разведанных запасов дает возможность четко определить ближайшие и перспективные задачи геологоразведочных работ, сконцентрировать на их выполнении усилия научно-исследовательских и производственных организаций.

Первостепенное значение имеют проблемы совершенствования методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. Намечено продолжить разработку рационального комплекса геологических, геофизических и геохимических методов поисков, а также аппаратуры, позволяющей увеличить глубинность исследований, повысить точность и достоверность структурных построений.

В геологоразведочных работах особая роль принадлежит принципиально новым конструк-

Передвижной геофизический магнитогидродинамический генератор. Установка дает в полевых условиях мощные импульсы электромагнитного поля и используется для изучения земной коры и поиска полезных ископаемых



торским решениям по разработке технических средств для поисков и разведки. Одно из направлений — создание **новых геофизических средств** на основе достижений смежных наук — математики, физики, автоматики, телемеханики и приборостроения, криогенной и микропроцессорной техники. В частности, большое значение придается разработке аппаратуры для прямых методов поиска, в том числе методу объемной сейсморазведки с применением принципов голографии. Для изучения глубинного строения земной коры создаются мощные источники возбуждения, такие, как МГД-генераторы, лазерные системы и новые принципы детектирования параметров физических полей. Для передачи геофизической информации разрабатываются новейшие системы телеметрии, в частности использующие спутниковую связь.

В области геологоразведочного бурения идут разработки новых методов разрушения горных пород — более эффективных, чем применяемые в настоящее время. Разрабатываются также методы оптимизации и автоматизации управления технологическими процессами с помощью микропроцессоров; механизации трудоемких процессов; внедрение роботов и манипуляторов; решение проблем управления буровыми работами на объекте.

Таким образом, дальнейшее развитие геологических наук требует, во-первых, тщательного наблюдения и изучения природных объектов с использованием всего арсенала научных и технических средств, во-вторых, постановки целенаправленных экспериментальных исследований и, в-третьих, обобщений накопленного огромного фактического материала. Современная геология не может ограничиваться качественной характеристикой явлений и процессов, она должна давать их **количественную характеристику**. Только на основе такого подхода к исследованию геологических явлений и процессов изучение земных недр может быть поднято на новый качественный уровень.

Мы с оптимизмом смотрим на обеспечение человечества минерально-сырьевыми ресурсами в будущем. К такому выводу приходит наша геологическая наука. Подтверждает его и практика геологоразведочных работ последних десятилетий как в Советском Союзе, так и во многих других регионах мира. В частности, благодаря целенаправленным по-

искам, выполненным на современной научной и методической основе, в последние годы значительно расширен минерально-сырьевой потенциал даже таких давно эксплуатируемых горнопромышленных районов, как Урал и Рудный Алтай. А сколько на Земле слабо изученных перспективных территорий! Проведение целеустремленных поисков с использованием достижений всего арсенала геологических наук и современных технических средств несомненно приведет к крупным открытиям минерально-сырьевых ресурсов.

Что писала «Земля и Вселенная» 20 лет назад

...Тектонические движения на поверхности Земли, их скорость и другие характеристики находятся в фокусе внимания геологов и геофизиков. Почему дышит земная кора, можно ли предупредить опасность, связанную с ее движениями — на эти вопросы пытаются ответить ученые. Первая сводная карта современных тектонических движений земной коры, опубликованная в 1958 году, охватывала лишь западную половину европейской части СССР. Создается сводная карта современных вертикальных движений земной коры для всей европейской территории СССР...

№ 5

...В последние годы на дне океана обнаружена рифтовая система. Рифтовые хребты охватывают значительную часть земного шара, их протяженность — 60 тыс. км. Эти сложно расчлененные горные массивы, поднимающиеся над окружающим дном на 3—4 тыс. м, служат центром разломов некогда единых массивов суши. От разломов и начинается горизонтальное перемещение разобщенных блоков земной коры в стороны...

№ 5

К 40-летию
ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ

ОТЧИЗНЫ СЛАВНЫЕ СЫНЫ

В связи с приближением 40-летия Великой Победы, хотелось бы еще раз напомнить, что имена многих участников сражения с фашизмом — от прославленного полководца до солдата — «звездами зажжены» в названиях малых планет Солнечной системы.

Жуков — такое имя носит астероид № 2132. Называя его в честь Маршала Советского Союза четырежды Героя Советского Союза Георгия Константиновича Жукова (1896—1974), первооткрыватель многих малых планет Л. И. Черных тем самым отдала дань уваже-

Маршал Советского Союза
четырежды Герой
Советского Союза
Георгий Константинович
Жуков (1896—1974)



Герой Советского Союза
гвардии старший лейтенант
Александр Анатольевич
Космодемьянский (1925—1945)

ния памяти выдающегося военачальника.

Л. В. Журавлева открыла свою первую малую планету (№ 1959) 14 июля 1972 года и назвала — **Карбышев**, посвятив ее мужеству и стойкости Героя Советского Союза генерал-лейтенанта инженерных войск Дмитрия Михайловича Карбышева (1880—1945), зверски замученного фашистами.

Т. М. Смирнова назвала малую планету № 1977 — **Шура** — в память Героя Советского Союза гвардии старшего лейтенанта Александра Анатольевича Космодемьянского (1925—1945), брата бесстрашной Зои. Александр Космодемьянский

был одним из организаторов и членов танкового «экипажа мстителей за Зою».

В первые же дни обороны Кавказа Совинформбюро сообщило о беспрецедентном подвиге молодого коммуниста, командира противотанкового отделения сержанта Эрдни Тельджиевича Деликова. 24 июня 1942 года фашисты под прикрытием крупных сил авиации и бронемашин стали теснить наши части к Дону. Противник стремился уничтожить переправу, чтобы помешать отходу эскадронов кавалерийского полка. На шестой день боя фашисты подтянули свежие силы и начали новую атаку. Четко действовал расчет сержанта Деликова. Метким ог-

Эрдни Тельджиевич Деликов
(1922—1942)



нем противотанкового ружья он подбил три броневика. А когда показались автоматчики, Деликов перенес огонь на них, уничтожив около шестидесяти вражеских солдат и офицеров.

Затем над переправой появились фашистские самолеты. Одна бомба разорвалась возле окопа Деликова. Эрдни оторвало правую ногу. Истекая кровью, он нашел в себе силы уничтожить из противотанкового ружья еще одну автомашину с гитлеровцами. О подвиге Эрдни Деликова (1922—1942), первого Героя Советского Союза Калмыкии, теперь всегда будет напоминать благодарным потомкам астероид № 2113. Открыл этот небесный объект научный руководитель крымской группы наблюдателей малых планет кандидат физико-математических наук Н. С. Черных. По его же предложению малая планета № 2113 получила имя **Эрдни**, что по-калмыцки означает «драгоценный».

Присвоив малой планете № 2233 название **Кузнецов**, Л. В. Журавлева тем самым увековечила память прославленного разведчика Героя Советского Союза Николая Ивановича Кузнецова (1911—1944).

В февральские дни 1943 года начались тяжелые, затяжные бои за освобождение Новороссийска. Для поддержки войскам, наступавшим на город с суши, были предприняты десантные операции. Наиболее удачным оказался десант на западном берегу Цемесской бухты, где был захвачен важный плацдарм, вошедший в историю под названием «Малая земля». Особо отличился отряд морских десантников под командованием майора

Цезаря Львовича Куникова (1909—1943), посмертно удостоенного звания Героя Советского Союза. Т. М. Смирнова увековечила подвиг героя «космическим памятником» — малой планетой № 2280 **Куников**.

В марте 1944 года 67 советских воинов во главе с морским офицером Константином Федоровичем Ольшанским (1916—1944) совершили дерзкий ночной десант в занятый врагами Николаев, чтобы отвлечь на себя часть вражеских сил и облегчить советским войскам штурм города. Нелегко досталась эта победа. В живых осталось лишь несколько бойцов. За подвиг, совершенный в тылу врага, всем войнам-десантникам и их юному проводнику Андриюше Андрееву было присвоено звание Героя Советского Союза. В честь легендарного десанта Л. В. Журавлева назвала открытую ею малую планету № 2310 **Ольшанья**.

В «космическом мемориале» есть и планеты, носящие имена героев Сталинградской битвы.

...Николай Лебедев был сыном кронштадтского моряка. В 1940 году закончил Ленинградский институт водного транспорта. Но работать инженером-гидротехником не пришлось — началась война. В тяжелейший для Родины час танкист Лебедев, участвуя в грандиозной битве на Волге, за три дня наступательных боев уничтожил немало вражеских солдат и офицеров, вывел из строя танки, орудия и автомашины противника, и только прямое попадание фашистского снаряда остановило танк смельчака. За отвагу и героизм в борьбе с немецкими захватчиками гвардии старше-



Николай Александрович Лебедев (1914—1942)

му лейтенанту Николаю Александровичу Лебедеву (1914—1942) было посмертно присвоено высокое звание Героя Советского Союза. В честь храброго воина наблюдатель малых планет Т. М. Смирнова назвала астероид № 2342 именем **Лебедев**.

Малые планеты № 2423 **Ибаррури** и № 2475 **Семенов** (открытые Л. В. Журавлевой) тоже стали «космическими памятниками» героям Сталинграда: командиру пулеметной роты гвардии капитану Рыбену Ибаррури (1920—1942) — сыну легендарной Долорес Ибаррури и командиру танкового батальона майору Павлу Афанасьевичу Семенову (1912—1942).

В рядах защитников Сталинграда плечом к плечу с русскими, украинцами, казахами, белорусами и воинами других национальностей отважно сражался и героически погиб испанский антифашист Рубен Ибаррури. Посмертно ему было присвоено звание Героя Советского Союза.

П. А. Семенов в числе со-



Виктор Заславский
(1925—1944) —
воин Советской Армии,
погибший в боях за Родину

ветских добровольцев воевал за свободу испанского народа. Уже тогда, в 30-е годы, за героизм и мужество, проявленные в боях с фашистами в Испании, он удостоился звания Героя Советского Союза. Великую Отечественную Семенов встретил в танковых войсках. На ближних подступах к Сталинграду он был смертельно ранен в неравном бою.

Симеизский астроном В. А. Альбицкий назвал малую планету № 1030, открытую им в победоносном 1945 году, в честь Виктора Викторовича Заславского (1925—1944) — Витя. Это был обыкновенный мальчишка, увлеченный астрономией и мечтавший когда-нибудь открыть новую планету. Но началась война, и Виктор Заславский встал на защиту своей Родины. Он погиб, когда ему только-только исполнилось девятнадцать.

В честь моряка Черноморского торгового флота Спиридона Ильича Заславского (1883—1942) — дяди Виктора Заславского — названа **Спиридонией** малая планета № 1330. Война для С. И. Заславского началась задолго до памятного

июня 1941 года. Еще в октябре 1938 года корабль, на котором служил механиком Спиридон Ильич, был захвачен спанскими фашистами. 216 дней держали С. И. Заславского вместе с другими советскими моряками в тюремных застенках. А через 3 года он опять столкнулся с фашизмом. В декабре сорок первого судно, на котором служил С. И. Заславский (доставлявшее десант и боеприпасы из Новороссийска в Феодосию), было потоплено. Пробыв очень долго в ледяной воде, Спиридон Ильич заболел и в марте 1942 года умер в военном госпитале.

В 1974 году, когда отмечалось семидесятилетие со дня рождения писателя Аркадия Петровича Гайдара, астроном-наблюдатель Т. М. Смирнова предложила назвать малую планету № 1835 в честь автора замечательных детских произведений — Гайдария. «Все мы, — сказала Тамара Михайловна, — когда были девочками и мальчишками, очень любили смелых и отважных героев гайдаровских книг. Так пусть же имя писателя-героя

светит яркой звездой в созвездии малых планет!» Конечно, Аркадий Петрович не думал, не мог даже вообразить, что над его Родиной засияет «звезда» Гайдария.

Малая планета № 2173 носит имя **Маресьев**. Л. В. Журавлева назвала этот астероид в честь прославленного военного летчика Героя Советского Союза Алексея Петровича Маресьева. Всем известен его легендарный подвиг, столь ярко запечатленный на страницах книги Б. Полевого «Повесть о настоящем человеке». Сейчас А. П. Маресьев — первый заместитель председателя Советского комитета ветеранов войны. Он ведет большую работу по героико-патриотическому воспитанию молодежи, по развитию и укреплению дружеских связей между советскими ветеранами войны и бойцами-антифашистами других стран. Ведь нет более важной задачи, чем отстоять мир на нашей планете, сохранить Землю для счастья людей.

Что писала «Земля и Вселенная» 20 лет назад

...Пожалуй, одна из наиболее существенных отличительных черт корабля «Восход» — это то, что на нем совершили первый полет не профессионалы летчики-космонавты, а научные сотрудники. Кроме командира корабля — В. М. Комарова — на его борту находились кандидат технических наук К. П. Фектистов и врач Б. Б. Егоров.

№ 1
Эксперимент А. А. Леонова — самое выдающееся событие в истории исследования и освоения космического пространства после исторического рейса Юрия Гагарина... Теперь доказано, что человек может работать вне кабины корабля, в открытом космосе.

№ 2

Забывшие наблюдения Ио!



Ио давно удивлял астрономов. Время от времени на нем замечали странные явления, объяснить которые стало возможным только в последние годы. Вероятно, именно необычность таких явлений и недоверие к визуальным наблюдениям прошлых лет привели к тому, что старинные сведения об удивительных феноменах на Ио были просто забыты.

Одно из таких сообщений упоминает известный астроном и физик Ф. Араго в своей книге «Общепонятная астрономия» (С.-Пб.: Общественная Польза, 1861, т. 4, с. 302–303): «Кассини¹ говорит, что в 1678 году он иногда не мог видеть тени первого спутника (Юпитера.— А. А.), хотя весьма ясно различал его пятна, а следовательно, и сам спутник. В этом случае предполагали, что солнечный свет, преломленный атмосферой спутника, проник в конус тени, но если это объяснение справедливо, то почему тень исчезает только иногда? Правда, что при полных затмениях нашей Луны два солнечных луча, освещающих диск, значительно разнятся в напряжении, смотря по составу земной атмосферы. Не те ли же самые причины производят подобные же действия относительно атмосферы первого спутника Юпитера?»

Действительно, если отмеченные Дж. Д. Кассини исчезновения или увеличения яркости тени Ио и в самом деле существовали, то объяснить их можно временными довольно значительными **увеличениями плотности атмосферы спутника**, которые приводили к сильному росту рефракции солнечных лучей. О странных явлениях, замеченных 9 июля 1925 года одесскими наблюдателями,

¹ Джованни Доменико Кассини (1625–1712) — первый директор Парижской обсерватории.

сообщалось и в статье Н. П. Санютина «Изменение яркости и цвета спутника Юпитера» («Мироведение», 1926, т. 15, № 3, с. 247–250): «Это явление... наблюдалось в Одессе на 1 Народной обсерватории мною и заведующим обсерваторией Я. Д. Бруном при исключительно благоприятном состоянии атмосферы... при хороших качествах 6 дм. телескопа фирмы Vardou. ...Было замечено, что 1 спутник планеты около момента 1-го контакта (наблюдалось вступление Ио на диск Юпитера.— А. А.) стал приобретать все большую яркость, которая достигла наибольшей величины во время 2-го контакта. Кроме того, маленький диск спутника в это же время казался ярко-голубым, будучи светлее центральных частей экваториальной зоны Юпитера примерно в 2 раза. По мере удаления спутника от края диска планеты яркость его стала убывать, и примерно на расстоянии 3-х своих диаметров от края диска Юпитера спутник, потеряв также свой голубой оттенок, стал неотличимым для глаза на общем фоне экваториальной зоны... Далее, близ центра диска спутник был совершенно невидим, следовательно, имел те же яркость и цвет, что и центральная часть экваториальной зоны. При схождении спутника с диска планеты все изменения повторились в обратном порядке, причем снова наибольшая яркость и наиболее резко выраженный голубой оттенок были в момент 3-го контакта... Изменение яркости и тем более цвета спутника — не может быть объяснено ис-

ключительно явлением контраста».

Любопытно, что при схождении спутника с диска планеты в 23°32' по Гринвичу наблюдатели отметили: «Мелькает яркая точка в центре (диска Ио.— А. А.)». В 23°37' записано: «Очень ярко — голубой фосфорический блеск». Но уже в 23°45': «Принял обычный вид».

На следующий день те же наблюдатели, в тот же телескоп, проследили выход Ио из-за диска Юпитера. Однако: «...самые тщательные сравнения не могли обнаружить никакого различия его яркости по сравнению с экваториальной зоной планеты. Также совершенно отсутствовал голубая окраска».

На современных снимках, сделанных космическими межпланетными станциями, отчетливо виден голубой цвет на края диска Юпитера — это прямое следствие релейского рассеяния света в слое газа над облаками. Поэтому эффект цветового контраста между красноватым Ио и голубым краем диска Юпитера должен приводить к тому, что спутник кажется красным, а не голубым как наблюдалось. К тому же прохождение Ио по диску Юпитера астрономы наблюдали множество раз, однако явление, подобное наблюдавшемуся 9 июля 1925 года, насколько известно автору, ни разу больше не было замечено. Очевидно, Я. Д. Брун и Н. П. Санютин не были введены в заблуждение эффектом цветового контраста.

Заманчиво предположить, что эти и подобные им явления (например, кратковременное мелькание яркой точки в центре Ио) были связаны с выбросами газов при мощных извержениях вулканов на Ио. Сегодня еще свежо в памяти волнение, с которым мир узнал в 1979 году о наблюдениях с борта космического аппарата «Вояджер-1» действующих вулканов Ио (Земля и Вселенная, 1979, № 5, с. 18.— *Ред.*).

Поэтому уместно вспомнить еще более давние, визуаль-

ные наблюдения явлений, которые раньше казались неправдоподобно странными, а теперь могут найти простое объяснение в вулканической активности первого спутника Юпитера.

А. В. АРХИПОВ

Свечение вод Байкала

В 1982 и 1983 годах выполнялись предварительные исследования по проблеме глубоководного детектирования мюонов и нейтрино на Байкале. С этой целью там работала экспедиция, состоящая из сотрудников Института ядерных исследований АН СССР, Научно-исследовательского института прикладной физики при Иркутском государственном университете, Научно-исследовательского института ядерной физики при Томском политехническом институте, Лимнологического института СО АН СССР. Первые же работы экспедиции, в 1982 году, обнаружили свечение водной среды озера. Специальный фотометр, основным элементом которого был глубоководный оптический модуль, измерял на разной глубине (от 150 до 1350 м) световой режим водных толщ. Оказалось, что облученность водной толщи глубже 400 м создается не проникающим в воду солнечным излучением, а связана с собственным свечением воды в озере (такое свечение обнаруживалось и при ночных наблюдениях).

Еще в одной серии экспериментов 1982 года пытались зарегистрировать те редкие вспышки биолюминесценции, которые связаны с механическим возбуждением водной среды. Не в них ли причина свечения? Но выяснилось, что биолюминесценция не оказывает никакого влияния на собственное свечение воды озера. Третья серия экспериментов по исследованию светового поля Байкала, проводившаяся в 1983 году в том же районе более чувствитель-

ным методом, снова подтвердила наличие устойчивого собственного свечения байкальской воды. Специально сделанные расчеты показали, что свечение это не связано с распадом радиоактивных изотопов, содержащихся в байкальской воде. Так что механизм этого свечения пока не ясен.

Доклады АН СССР, 1984, 277, 5

Высокоширотные молекулярные облака

Американские астрофизики Л. Магнани, Л. Блитц и Л. Мунди обнаружили высоко над плоскостью Галактики большое количество молекулярных облаков межзвездного газа. В основном это близкие к Солнцу объекты: их характерное расстояние от нас ~100 пк. Типичный диаметр облака оказался близким к 2 пк, масса — около $65 M_{\odot}$, плотность $\sim 170 \text{ см}^{-3}$. Пропорция между молекулярным и атомарным водородом меняется от облака к облаку, но часто преобладает молекулярный водород. Движение газа в облаках чрезвычайно хаотическое. Судя по всему, гравитационные силы не в состоянии удержать эти облака от расширения и распада: время жизни среднего облака оценивается примерно в 1 млн. лет. В пределах 100 пк от Солнца находится около сотни таких облаков. Следовательно, они являются важной, но «скрывающейся» до сих пор компонентой межзвездной среды.

Bulletin of the American Astronomical Society, 1984, 16, 2

НОВЫЕ КНИГИ

Биография Эйнштейна

В 1984 году издательство «Мир» выпустило вторым изданием книгу известного историка науки Ф. Гернека (ГДР) «Альберт Эйнштейн» (перевод с немецкого И. Д. Рожанского с послесловием профессора Б. Г. Кузнецова).

«Мне хотелось бы, — пишет автор в предисловии к русскому изданию, — чтобы моя небольшая книга способствовала созданию у советского читателя живого впечатления о неповторимой личности этого великого немецкого физика, которым восхищался Ленин и который был другом Советского Союза».

В пяти главах книги («Школьные и студенческие годы», «Творческие годы в Швейцарии», «Преподаватель высшей школы и член Академии», «В Веймарской республике», «Политический эмигрант в Принстоне») автор в немногих словах показывает Эйнштейна как одного из величайших мыслителей во всей истории естествознания, «решительнейшего борца за мир и гуманность», «философствующего физика», которого проблемы философии занимали с ранних лет.

Б. Г. Кузнецов в своем послесловии отмечает, что «биография Эйнштейна и тем более современная интерпретация его идей ставят множество сложных историко-научных, историко-философских и историко-культурных проблем, оставляющих достаточно простора для дальнейших дискуссий; тема эта неисчерпаема». Б. Г. Кузнецов был уверен: «чтение книги Гернека несомненно вызовет в умах ее новых читателей ассоциации с тем, что занимает их сейчас, с современной наукой, культурой, производством, с прогнозами на конец столетия и на будущее столетие, с воспоминаниями об историческом прошлом, с делами и проблемами сегодняшнего дня».

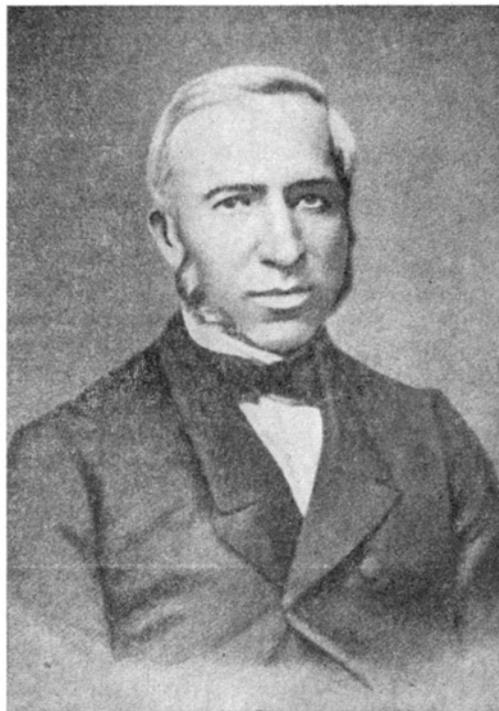


Доктор физико-математических наук
Д. Я. МАРТЫНОВ

Мариан Альбертович Ковальский

Среди русских астрономов второй половины XIX столетия профессор Казанского университета Мариан Альбертович Ковальский занимает выдающееся место, а Казанская университетская обсерватория завоевывает широкую известность дома и за границей.

Мариан Альбертович Ковальский родился 3(15) августа 1821 года в городе Добржине близ Плоцка (Польша). В Плоцке он закончил гимназию, а высшее образование получил в Петербурге на математическом факультете университета в 1845 году. За четыре года М. А. Ковальский превосходно овладел русским языком — в его рукописном наследии нигде нет погрешностей против русской грамматики. Кандидатское сочинение, написанное по аналитической механике и посвященное общим свойствам движения системы тел получило золотую медаль. Продолжая работать в этом направлении, М. А. Ковальский изучил произведения классиков от Лагранжа до Ганзена, утвердил себя как астроном. В 1846 году он выдержал магистерские экзамены и опубликовал краткое изложение магистерской диссертации, посвященной теории возмущений Ганзена. В 1847 году М. А. Ковальский получил в Петербургском университете степень магистра. Параллельно он работал в Пулковской обсерватории, совершенствуясь в астрономических наблюдениях и вычислениях. Успехи молодого ученого были настолько очевидны, что ему поручили произвести астрономические наблюдения на Северном Урале — от Чердыни до Ледовитого океана — в составе экспедиции Русского географического общества. Северный Урал и далее за ним береговой хребет Пай-хой, Воркута, Обдорск (ныне Салехард), юг полуострова Ямал — все это теперь хорошо изученные места, а в 1847—1848 годах они впервые стали объектами астрономо-географических измерений: 186 пунктов получили свое место на земном шаре и 72 — высоты. Заключительный бросок в



Мариан Альбертович Ковальский
(1821—1884)

308 верст через Урал к Оби Ковальский сделал на лыжах при 38-градусных морозах. Чтобы правильно оценить эти результаты, нужно еще помнить, что трудности астрономических определений в ту пору были неизмеримо больше, чем сегодня!

Итоги были великолепны! Они были изложены в большом, изданном Академией наук, сочинении «Северный Урал и береговой хребет Пай-хой». Большой том, 360 страниц. Совместно с докторской диссертацией «Теория движения Нептуна» работа эта получила

от Академии наук в 1854 году «второстепенную демидовскую премию». А сама диссертация была защищена в 1852 году в Казанском университете, куда М. А. Ковальский был направлен в 1850 году по рекомендации В. Я. Струве. С того же года М. А. Ковальский начал читать лекции как адъюнкт кафедры астрономии, потом как экстраординарный профессор и, наконец, с 1854 года — до самой смерти в 1884 году — как ординарный профессор. В 1855 году он стал директором университетской обсерватории, сменив на этом посту ушедшего в отставку М. В. Ляпунова.

В эти же годы началась интенсивная теоретическая работа М. А. Ковальского в разных разделах астрономии. Не оставлял он и наблюдений, но занимался ими умеренно — сердечная болезнь не позволяла большего. И как директор он был постоянно озабочен привлечением в обсерваторию молодых помощников из числа учеников, что было нелегко при скудости университетских штатов. А ведь в середине столетия астрономическая обсерватория Казанского университета уступала в оборудовании только Пулковской обсерватории.

Теория движения Нептуна, разработанная М. А. Ковальским, была первой теорией планеты, открытой в 1846 году. Теперь ученый совершенствует свою работу и в 1854 году публикует ее улучшенный вариант.

Одновременно М. А. Ковальский разрабатывает точную теорию затмений и покрытий звезд Луной и дает достаточно простой геометрический метод предвычисления этих явлений, метод, которым пользовались все русские обсерватории до конца столетия. Но Ковальский решил эту задачу, ставя перед собой более далекую цель — получить надежное средство проверить и усовершенствовать теорию движения Луны, организовав в нескольких обсерваториях наблюдения за покрытиями звезд Луной. На Западе эта идея родилась и оформилась лишь пятнадцатью годами позже (С. Ньюком).

Наконец, в 1859 году М. А. Ковальский опубликовал коронную свою работу по звезд-

Астрономическая обсерватория Казанского университета в начале XX столетия. В годы жизни М. А. Ковальского она выглядела так же



ной астрономии, которая во многом опередила достижения западных ученых «Sur les lois du mouvement propre des étoiles du catalogue de Bradley»¹. Работа была издана очень маленьким тиражом, часть которого была вывезена Ковальским лично за границу в 1860 году. Книга не прошла незамеченной (появилась даже рецензия в весьма авторитетном журнале *Astronomische Nachrichten*), но почему-то быстро забылась, так что в работах Г. Гюльдена, Я. Каптейна, по сути повторивших Ковальского, Ковальский вовсе не упоминался.

В этой работе исследуя собственные движения 136 звезд из каталога Брайля, полученные незадолго до того в 1856 году в Дерпте И. Мэдлером, Ковальский приходит к интересным выводам, относительно кинематики звезд, близких по своим характеристикам Солнцу.

Прежде всего он разработал и применил один из лучших методов определения движения Солнца в пространстве. Одновременно с ним в Англии этот метод разработал Д. Эри, чьим именем он и назывался в литературе. Сейчас мы называем его методом Ковальского — Эри. М. А. Ковальский дал математическую постановку задачи о галактическом вращении. Для примера по движению астероидов он вычислил положение Солнца. Вместе с тем М. А. Ковальский показал, что идея о существовании в мире звезд центрального Солнца неверна. Он же впервые применил к анализу звездных движений метод полярных диаграмм, 45 лет спустя получивших название «фигур Каптейна». А если бы в ту пору были надежно определены собственные движения звезд южного полушария, то почти наверняка М. А. Ковальский обнаружил бы закономерности, получившие потом название «двух потоков Каптейна». Наконец ему принадлежит установление того факта, что при прочих равных условиях звезды в Млечном Пути обладают меньшими собственными движениями нежели вне его — факт, истолкованный лишь в XX столетии, когда проявилась вся картина феномена Млечного Пути.

В том же сборнике, где была напечатана рассмотренная выше статья, он поместил еще две работы — одна по теоретической астро-

номии и другая по небесной механике. За 10 лет, прошедших после его экспедиции на Северный Урал, М. А. Ковальский опубликовал 7 больших работ. 866 страниц текста при очень лаконичном стиле изложения. Затем наступил более чем 10-летний перерыв. В это время М. А. Ковальский усиленно занимается организацией работ обсерватории. Прежде всего, он организует наблюдения положений звезд в зоне от $+75$ до $+80^\circ$ по склонению. Это была часть большого коллективного труда, задуманного международным обществом *Astronomische Gesellschaft* (организованным в 1863 году), в котором Ковальский был одним из членов-учредителей.

В следующем десятилетии М. А. Ковальский организовал еще одну большую наблюдательную работу. Целью ее было покрыть густой сетью магнитных пунктов территорию Урала, Поволжья, Кавказа, юга центральной России. Работа была выполнена учителем гимназии И. Н. Смирновым, ставшим потом приват-доцентом университета.

Но теоретические изыскания не прекращаются. М. А. Ковальский занимается теорией рефракции, проверяя теорию наблюдениями (1872). Он вносит модификацию в классический метод определения эллиптической орбиты планеты (1875), а попутно, как бы мимоходом в отзыве о магистерской диссертации В. Н. Виноградского (1872) дает принципиально новый метод определения орбиты двойной звезды из наблюдений. Делает это М. А. Ковальский предельно лаконично — высказав руководящую идею, что коэффициенты в уравнении видимого орбитального эллипса прямо связаны с параметрами истинного эллипса. Он без вывода дал пять формул для этих связей, попутно критикуя существующие более громоздкие методы (Д. Гершеля — Вилларсо). Метод М. А. Ковальского, слегка подправленный в практическом смысле С. П. Глазенапом, стал на добрых три четверти столетия самым распространенным среди исследователей двойных звезд.

На протяжении 34 лет М. А. Ковальский вел большую организационную работу в университете, неизменно занимая прогрессивные позиции в университетском обществе. Он не раз избирался деканом физико-математического факультета. Авторитет М. А. Ковальского среди товарищей и студентов был неоспорим. Лекции, которые он читал с большим

¹ В русском переводе она увидела свет лишь в 1951 году

воодушевлением, были настолько содержательны, что для сдачи по их конспектам не только студенческих, но и магистерских экзаменов, не требовалось никакой дополнительной литературы. Лекции неоднократно переиздавались литографским способом. Столь же высока была его репутация как ученого и вне Казанского университета. Уже в 1862 году М. А. Ковальский баллотировался на вакансию экстраординарного академика. Правда, тогда победил «свой», петербургский, кандидат — А. Н. Савич. Но в следующем году М. А. Ковальский был избран в Академии членом-корреспондентом. В это же время его избирает своим членом-корреспондентом (associate) Лондонское Королевское астрономическое общество. В 1868 году М. А. Ковальский на Первом съезде естествоиспытателей и врачей председательствует на секции математики и астрономии. В 1869 году Петербургский университет избирает его своим почетным членом; далекое Общество физических и естественных наук в Бордо оказывает ему такую же честь.

М. А. Ковальский все время был на переднем крае астрономической науки и в вопросах теории, и в астрономических наблюдениях, которые он так успешно организовал в

хорошо оборудованной университетской обсерватории, а в 60—70-е годы и сам активно участвовал в них. Но годы брали свое, сердце все чаще давало о себе знать, и М. А. Ковальский прекратил наблюдения. К 1880 году он подготовил работу, содержащую решение проблемы Бертрана. Хотя эта работа, должная в Казанском физико-математическом обществе, была одобрена, М. А. Ковальский был, по-видимому, недоволен ею, и она так и осталась в рукописи².

Всю жизнь Мариан Альбертович Ковальский неутомимо работал. Современники говорили о нем, что он не знал досуга, не понимал, что такое развлечение, отказывался даже от необходимого отдыха. Будучи уже тяжело больным, он продолжал работать до самой последней минуты, когда колокольчик, всегда стоявший на письменном столе, только-только успел в его руке дать сигнал о случившемся. Это произошло 28 мая (10 июня) 1884 года.

² Опубликована в книге «Избранные работы по астрономии» М. А. Ковальского, вышедшей в 1951 году (Москва, Техтеоретиздат) в сопровождении подробной биографии ученого и детальных комментариев.

Что писала «Земля и Вселенная» 20 лет назад

...Масса невидимого спутника звезды Барнарда получается равной 0,01 массы главной звезды, или 0,0015 массы Солнца. Из всех этих данных П. ван де Камп делает вывод, что невидимый спутник звезды Барнарда представляет собой планету, масса которой в полтора раза больше массы Юпитера.

№ 2

...Никакие твердо установленные факты, относящиеся к физическим условиям на поверхности Марса, не исключают возможности жизни на этой планете.

№ 4

Существует ряд проектов использования искусственных спутников Земли для проведения инфракрасных исследований. Наиболее интересны те, которые предусматривают длительные наблюдения, например, систематический инфракрасный обзор всей небесной сферы. Можно определенно утверждать, что это поможет открыть множество неизвестных небесных объектов.

№ 5

Все же необходимо признать, что ... сторонники обитаемости Марса значительно больше, чем противников. Даже авторы неорганических гипотез относительно сезонных изменений... не отрицают возможности существования там растительности. А огромное большинство исследователей признает возможность существования жизни в каких-то низших формах.

№ 5



Доктор физико-математических наук
А. В. НИКОЛАЕВ
Кандидат физико-математических наук
И. Н. ГАЛКИН

Земля глазами геофизиков

ДВАДЦАТЬ СЕДЬМОЙ ПО СЧЕТУ

Исследование истории развития Земли, ее строения, состава и процессов, происходящих в недрах, невозможно без объединения усилий ученых многих стран, ведь геологические процессы и геофизические поля не ведают государственных границ.

Идея объединения геологов в международный союз не была, конечно, случайной, но само его создание связано со случаем. Собравшись в 1876 году в Филадельфии для обсуждения геологических карт Пенсильвании, геологи оказались перед трудностью: геологические легенды, обозначения сильно отличались в разных странах. Стало ясно, что единство геологического описания

и картирования требует объединения, координации. Через два года был создан Союз геологов, и первый его конгресс в Париже созвал 310 участников из 23 стран.

Первая международная кооперация ученых в исследованиях Земли также произошла около 100 лет назад — в 1882 году был проведен Первый международный полярный год, через 50 лет — Второй, в 1957—1958 годах — Международный геофизический год (Земля и Вселенная, 1982, № 3, с. 58; 1982, № 4, с. 61; 1983, № 1, с. 58.— Ред.). Международный геофизический год ознаменовался выходом в космос исследовательских аппаратов, активным освоением Антарктиды, экспансией науки в океаны. Вслед за этим науки о Земле обогатились результатами ис-

следований по международным программам «Верхняя мантия» (1965—1974 годы) и «Геодинамика» (1975—1981 годы), сейчас работа геологов многих стран объединена программой «Литосфера», рассчитанной до 1990 года.

В августе прошлого года Международный союз геологических наук провел в Москве свой двадцать седьмой по счету Международный геологический конгресс, на который

Открытие XXVII Международного геологического конгресса в Кремлевском Дворце съездов 4 августа 1984 года.

Выступает министр геологии СССР профессор Е. А. Козловский



собралось около шести тысяч ученых из 112 стран мира. Он стал итогом многолетних усилий ученых, работающих в разных областях науки о Земле. Третий раз собрался конгресс в нашей стране. Впервые в России он проводился в 1892 году, и участвовало в нем 704 делегата из 27 стран, возглавлял тогда конгресс выдающийся геолог академик А. П. Карпинский. Во второй раз Международный геологический конгресс в России работал в 1937 году во главе с замечательным геологом-нефтяником академиком И. М. Губкиным.

XXVII Международный геологический конгресс, председателем которого был министр геологии СССР профессор Е. А. Козловский, стал настоящим праздником науки и сотрудничества. В здании МГУ на Ленинских горах и Совинцентра на Красной Пресне в течение десяти дней работали 22 научные секции и 6 коллоквиумов, а также десять симпозиумов международной программы «Литосфера». В короткой статье рассказать обо всех невозможно. Поэтому затронем лишь несколько вопросов, связанных в основном с геофизическими исследованиями.

ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ

Существующий пока относительный дефицит информации по сравнительной планетологии дает ей известное «преимущество»: можно окинуть свойства планет единым взглядом, без вынужденного разделения на специализированные ветви знаний, ведь такое разделение нам и помогает изучать Землю, и мешает. Велико число фотографий и телепанорам поверхности планет и их спутников, полученных автоматическими межпланетными станциями. Кратеры на поверхности Меркурия, Марса и многих спутников планет, «русла» рек, самый большой из всех известных в Солнечной системе вулкан Олимп на Марсе, тонкая структура колец Сатурна, наконец, разделение коры планет земной группы на континентальную и океаническую, — вот лишь некоторые

данные, обогатившие планетологию в последние годы. Спутниковые измерения геофизических полей планет, сейсмограммы, полученные на Луне, Марсе, дают новое представление о строении этих планет.

Как образно было сказано на конгрессе, сравнительная планетология исходит от Земли, эталона сравнения, и возвращается на Землю — конечную цель исследования. Первые шаги этой молодой науки, подытоженные в живых дискуссиях одной из популярных секций конгресса, касаются общих закономерностей развития планет в ряду их околосолнечного семейства, особенностей ранней догеологической истории, направленности внутреннего развития.

Симпозиум по сравнительной планетологии на конгрессе привлек к себе специалистов этой новой науки, а также геологов, геохимиков, геофизиков. Ведь сегодняшняя Земля — итог истории развития не только ее самой, но и всей Солнечной системы. Не приходится сомневаться, что решающую роль в жизни планеты, ее геологической судьбе играет масса планеты и расстояние от Солнца. Малые планеты не удержали летучие вещества, большие «сумели» создать атмосферу, и только Земля обрела еще и животворную гидросферу.

Сопоставление пород Земли и Луны подтверждают теорию происхождения планет О. Ю. Шмидта. Геохимики получили аргументы в пользу весьма ранней дифференциации вещества. Об этом же, видимо, говорят и данные сейсмологии — обнаружена слоистость Луны, хотя и не так ярко выраженная, как у Земли, совпадают относительные глубины основных границ в недрах этих двух небесных тел.

Преобразование вещества планет под ударами метеоритов, выделение газов, плавление, метаморфизм, выветривание и перенос осадков — началось очень рано, со стадии аккреции. Многие выступавшие на секции называли вулканизм в качестве универсального механизма дифференциации недр планет. Следы его проявления

в древности обнаружены буквально на всех изученных планетах, а современный вулканизм — на спутнике Юпитера Ио.

Геохимики представили факты, говорящие о раннем начале геохимического цикла, которые согласуются с новыми данными о том, что жизнь на Земле появилась около 4 млрд. лет назад, и вопрос: что древнее — жизнь или Земля? — не кажется теперь абсурдным. Совершенно недоступные для изучения на Земле самые ранние «страницы» ее истории удалось прочесть благодаря лунным породам, образовавшимся более четырех, а может быть и четырех с половиной миллиардов лет назад. Изучение ранней истории Земли — ее «лунного детства» — важно и для понимания фундаментальных законов ее эволюции, и для решения чисто практических задач, поскольку в докембрийских породах Земли захоронено около 70% полезных ископаемых.

Установленное геофизическими методами, в первую очередь сейсмическими зондированиями Луны, обобщенное строение планет подталкивает природу и направление их внутренней жизни — дифференциацию по химическому составу и физическим свойствам. Степень этой дифференциации и соответственно внутренняя активность недр (сейсмичность, горообразование, вулканизм) позволяют расставить планеты и Луну по ступеням эволюции. Самая активная и еще не потерявшая темпа развития планета — Земля, за ней идут Венера, Марс, Меркурий. Самая же «старая» и пассивная — Луна, вулканы на ней едва живы, а лунотрясения — слабы и редки (Земля и Вселенная, 1983, № 5, с. 14. — Ред.).

Геологическая история Земли насчитывает около 4 млрд. лет, причем последний миллиард отмечен активным развитием и распространением флоры и фауны, интенсивным осадконакоплением и газообразованием. Последние 100—300 млн. лет в жизни Земли отличались особенно яркими событиями — грандиозными пе-

ремещениями литосферных плит, раздвижением земной коры, формированием нового, современного лика Земли. История геологического развития нашей планеты запечатлена и скрыта в тонкой структуре ее оболочек — земной коры, литосферы. И возможность изучить детали этой структуры открылась сравнительно недавно, в связи с развитием геофизических методов. Эти вопросы разбирались на секции «Геофизика».

«ГЕОФИЗИЧЕСКИМ МОЛОТКОМ»

Девиз конгресса — «Mente et malleo», что (в переводе с латинского) означает «умом и молотком». Многие годы геологический молоток был главным и почти единственным полевым орудием геологов. Только в начале нашего века, ко-

гда стала быстро развиваться геофизика, появились новые методы изучения Земли. По мере совершенствования геофизических исследований стала расти и геологическая содержательность добываемой ими информации.

Геофизика первой половины века была способна построить лишь очень схематичную, сферически-слоистую или, во всяком случае, однородно-слоистую (однородные толстые слои, разделенные гладкими границами) картину недр. Современная же геофизика дает возможность исследовать Землю в ее тонких деталях, вырисовывающих те структурные и тектонические элементы, из

На пресс-конференции, посвященной проблемам охраны окружающей среды

которых складывается общая картина строения Земли, ее развития, иерархия уровней организации вещества. Можно сказать, геология вооружена теперь и «геофизическим молотком», позволяющим достать не образец, но образ Земли с любой глубины.

Переход на новый качественный уровень исследований существенно сблизил геофизику и геологию. Образы Земли в построениях геофизики 50-х — 60-х годов были мелко-масштабны и нечетки, их геологическая интерпретация требовала глубокого знания геофизических методов исследования, это разъединяло геофизиков и геологов. Работавшая на XXVII Международном геологическом конгрессе секция по геофизике продемонстрировала сближение, даже слияние этих наук: основная часть докладов была посвящена дан-



ным о строении, составе и состоянии земной коры, литосферы и глубоких оболочек Земли, происходящим в них динамическим процессам.

Многочисленные зондирования литосферы отраженными волнами позволили построить детальные структурные схемы недр, проследить разломы в земной коре от поверхности до больших глубин, найти новые, ранее не известные черты строения коры и верхней мантии, прерывистые сейсмические границы, сложный, неоднородный характер границы Мохоровичича (Земля и Вселенная, 1983, № 1, с. 11.—Ред.).

Много споров вызывала до последнего времени природа границы Конрада, находящейся в земной коре на глубине около 15 км и отделяющей ее верхний слой, где скорость сейсмических волн 6 км/с, от нижнего, где она составляет 6,8 км/с. Полвека эти слои назывались «гранитным» и «базальтовым». Полевыми, лабораторными и теоретическими исследованиями теперь установлено, что граница Конрада разделяет слои не различного химического состава, а различной тонкой структуры, дефектности материала: верхний — пористый и трещиноватый, нижний — относительно консолидированный. Такая трактовка позволяет объяснить наблюдаемую изменчивость упругих характеристик слоев и неустойчивость прослеживания границы.

Повышение качества сейсмических исследований — увеличение чувствительности, детальности наблюдений, использование невзрывных источников колебаний (управляемых и контролируемых) — открыло новые, ранее неизвестные свойства среды, например постоянную сейсмическую эмиссию, или активность среды «на уровне» слабых тресков и микро тресков, нелинейную упругость, временную изменчивость пространственного распределения скоростей сейсмических волн (Земля и Вселенная, 1983, № 1, с. 11.—Ред.). Эти свойства связаны в основном с чувствительностью среды к напряже-

ниям, они «рассказывают» о таких геологических характеристиках, как трещиноватость, пористость, присутствие газов, активность геохимических процессов. Таким образом, расширение арсенала средств исследования обогащает картину Земли новыми «красками», которых так недоставало геологам для интерпретации геофизических данных. Пока эти новые направления только обозначались, подобно тому, как на предыдущих геологических конгрессах обозначались и методы, составляющие актив наук о Земле, и сами науки — геохимия, геофизика, гидрогеология...

На стыке геологии и геофизики родилась новая отрасль — сейсмостратиграфия, устанавливающая связь между элементами геологической структуры среды и соответствующими геофизическими образами. Сама возможность установления такой связи — результат направленного развития сейсмической разведки, стратиграфии и геологии полезных ископаемых, в первую очередь нефтяной геологии. Пока сейсмостратиграфия служит «геологическим молотком» только для нефтяников. Но уже ясно (и конгресс это показал), что фронт слияния геологии и геофизики можно существенно расширить, вовлекая в рассмотрение геологические элементы, характеризующие строение кристаллической земной коры, литосферы и особенности их проявления в сейсмических и других полях.

Комплексная интерпретация данных разных геофизических методов — это главный путь повышения надежности и однозначности их интерпретации. В связи с бурным развитием вычислительной техники создаются новые методы совместной интерпретации данных разных геофизических полей, в первую очередь сейсмического и гравитационного. На наших глазах рождаются новые — комплексные геофизические образы геологических объектов, и, возможно, следующий Международный геологический конгресс покажет дальнейшее развитие сейсмостратиграфии,

охват ею всей земной коры, литосферы, продемонстрирует использование широкого арсенала геофизических данных и образов.

Итак, геофизика на XXVII Международном геологическом конгрессе предстала как наука, переживающая бурное развитие новых методов исследований. Основная задача сейчас — переходить к крупным масштабам, изучать тонкую структуру среды, осваивать богатую геологическую информацию, характеризующую строение Земли и процессы в различных по геологическим и тектоническим условиям регионам.

СТИХИЙНЫЕ БЕДСТВИЯ

Землетрясения, извержения вулканов, цунами, оползни — все это явления, обусловленные общим ходом геологической эволюции нашей планеты. Их нельзя предотвратить, но можно изучить, понять и уменьшить их разрушительные последствия. Проблемам изучения стихийных бедствий и борьбы с ними был посвящен специальный коллоквиум конгресса «Землетрясения и предупреждение стихийных бедствий», собравший представителей Японии, Советского Союза, США, Китая, — тех стран, для которых эти проблемы стоят наиболее остро.

Выступавшие единодушно подчеркивали, что среди стихийных бедствий землетрясения занимают особое место по размерам сейсмоопасной площади, силе разрушительного действия и самой распространенности этих явлений (Земля и Вселенная, 1978, № 6, с. 6.—Ред.). Согласно расчетам, энергия, выделяющаяся при землетрясениях, составляет не более одного процента от общей энергии тектонических процессов. Причем основная доля этого одного процента реализуется в виде сильных (но, к счастью, довольно редких) землетрясений, разрушающих города, меняющих лик Земли, создающих волны цунами. Есть два основных пути предупреждения бедствий от землетрясений. Один — принятие специальных мер: повышение сей-



На пресс-конференции, посвященной землетрясениям и предупреждению стихийных бедствий. Слева направо: председатель коллонтауа «Землетрясения и предупреждение стихийных бедствий» директор Института метеорологии и геофизики (ФРГ) профессор Х. Беркхемер, председатель коллонтауа член-корреспондент АН СССР директор Института вулканологии ДВНЦ АН СССР С. А. Федотов, японский ученый И. Якояма.

Проблема предсказания стихийных бедствий еще далека от решения.

«Землетрясение предсказать труднее, чем извержение вулкана», — говорит С. А. Федотов.

«Извержения вулканов предсказывать труднее, чем землетрясения», — считает И. Якояма

Фото А. А. Френкеля

смостойкости зданий, размещение строительных объектов таким образом, чтобы уменьшить риск больших разрушений (например снизить плотность застройки на слабых грунтах, где эффект землетрясений выше). Второй путь — прогноз времени и места сильного землетрясения.

В докладах советских сейсмологов говорилось, что сильное землетрясение предваряется некоторыми характерными явлениями: изменяется сейсмическая активность слабых землетрясений, возникают аномалии скоростей распространения и поглощения сейсмических волн в зоне очага, аномалии магнитного поля, наклоны и деформации поверхности, изменяется уровень и химический состав воды в скважинах. Эти предвестники сейсмических ударов проявляются в разное время перед землетрясениями: от нескольких дней до нескольких лет. Сейчас развиты методы контроля долговременных предвестников, позволяющие уловить на ранней стадии процесс подготовки землетрясения и указать место, степень вероятности и ориентировочное время возникновения сильного землетрясения с тем, чтобы вовремя объявить «сейсмическую тревогу». Вслед за тем необходимо дальнейшее детальное изучение характеристик, в которых должны обнаружиться среднесрочные и краткосрочные предвестники землетрясения, позволяющие уточнить прогноз. Накопленный опыт показывает, что, в зависимости от конкретных обстоятельств, геологической обстановки и геофизической предистории, предвестники проявляются не всегда и бывают выражены по-разному.

Сейчас наиболее достоверными и обоснованными можно считать долгосрочные прогнозы землетрясений. Для надежности же краткосрочных прогнозов пока не хватает численности, оперативности и качества геофизических, геохимических, гидрогеологических наблюдений. Решение этой проблемы — дело самого скорого будущего.

Задача прогноза вулканических извержений решена в большей степени, чем прогноза землетрясений. Дело в том, что крупному извержению всегда предшествуют сейсмическая активизация магматического очага, перемещение очагов из глубины к поверхности Земли, изменение поля деформаций, топографии. На счету ученых много правильных предсказаний извержений вулканов. Большим успехом вулканологии назвали в дискуссии коллонтауа предсказание крупного извержения Толбачика на Камчатке. Это позволило заранее сосредоточить необходимые средства наблюдений и отснять на киноплёнку все фазы извержения.

Ущерб, причиняемый извержениями вулканов, не так велик по сравнению с землетрясениями. Однако их влияние на окружающую среду несравненно больше: вулкан выбрасывает в атмосферу значительные массы газов, воды, пепла, мельчайшие частицы которого долгое время остаются в ат-

мосфере и изменяют ее прозрачность и теплообмен. Вулканизм свойственен не только Земле, его палеопроявления установлены на планетах земной группы (а современные извержения — на спутнике Юпитера Ио). Изучение вулканов позволяет лучше понять механизм геологической эволюции планет, установить, какой именно этап своей эволюции переживает сейчас Земля, и дать прогноз на отдаленное будущее.

Волны цунами вызываются землетрясениями, очаги которых находятся на дне морей, океанов (Земля и Вселенная, 1980, № 3, с. 12.— Ред.). Характерное вертикальное движение морского дна создает волну на поверхности воды, движущуюся со сравнительно небольшой скоростью. Но сейсмические волны опережают ее и первыми регистрируются береговыми станциями службы цунами. Быстрая обработка данных позволяет буквально через несколько минут после землетрясения дать ответ, будет ли в данном районе цунами, и сделать соответствующее оповещение.

Как стало ясно из выступлений на коллоквиуме и специальной пресс-конференции, из всех стихийных бедствий можно надежно предсказать только цунами. Службы цунами работают в Советском Союзе, Японии, США. Сейчас ученые работают над повышением точности и надежности прогнозов,

определением специфических характеристик волн цунами в зависимости от места и силы очага землетрясения, трассы распространения волны, формы берега и бухты, рельефа дна. Развита специальная методика решения этой проблемы и есть все основания считать, что в ближайшие 5—10 лет служба цунами сумеет существенно уточнить прогноз характера волны и возможных разрушений.

Оползни — коварное явление природы (о них говорили исследователи СССР и КНР), происходящее, как правило, внезапно. В течение многих лет они могут перемещать огромные участки земли, нарушая коммуникации и причиняя ущерб зданиям, сооружениям. Инженерная геология разработала методы исследования оползневых явлений и их предсказания. Но медленность развития процесса, с одной стороны, и неопределенность статистического прогноза внезапного сильного оползня — с другой, мешают внедрению методов в практику. Строители, решающие задачи сегодняшнего дня, нередко не хотят принимать во внимание явление, эффект которого проявится лишь через несколько десятилетий. Вместе с тем ущерб от оползней велик и с увеличением городского строительства будет неизменно расти. Но опыт показывает, что легче и дешевле правильно выбрать место расположения и конструкцию

строительного объекта, чем потом много лет спасать его специальными инженерными мероприятиями.

Инженерная деятельность должна находиться в гармонии с природой, стремиться не нарушить естественный ход природных процессов. В связи с необходимостью предупреждения стихийных бедствий — и в первую очередь землетрясений и оползней — возникает вопрос о целесообразности активного вмешательства человека в природные процессы. Известно, что землетрясения можно стимулировать извне: например закачивать воду в область очага, подвергать эту область механическому воздействию взрывами. Оползневый склон можно укрепить, поставив преграду на пути селевого потока. Искусственные воздействия направляют не по ходу естественного процесса, а как бы навстречу ему, они призваны затормозить, либо направить в нужную сторону естественное развитие события. Возникает вопрос, нужно ли предотвращать стихийные бедствия, или они — необходимый этап геологического развития? Этот вопрос уже встал перед науками о Земле, его решение — дело будущего, оно требует совместных усилий ученых всех стран, объединенных Союзом геологов и его конгрессом.

Что писала «Земля и Вселенная» 20 лет назад

Космическая триангуляция позволяет непосредственно определять взаимное положение точек земной поверхности, удаленных друг от друга на тысячи километров... Но космическая триангуляция не только дополняет наземную: ряд геодезических задач, неразрешимых методами наземной триангуляции, получает решение при использовании наблюдений искусственных спутников Земли.

№ 4

Директор Московского планетария
К. А. ПОРЦЕВСКИЙ



Международная конференция директоров планетариев

С 27 августа по 2 сентября 1984 года в Штутгарте, Западном Берлине и Гамбурге проходила VIII международная конференция директоров планетариев. Конференция была хорошо подготовлена и организована. Она проходила в планетариях, оснащенных современной аппаратурой и техникой, которые перед конференцией были специально модернизированы. В финансировании этого мероприятия приняли участие магистраты городов, где расположены планетарии, а также фирмы и корпорации. В заседаниях, проходивших в Штутгарте и Гамбурге, приняла участие советская делегация в составе заместителя председателя правления Всесоюзного общества «Знание» Ю. К. Фишевского и директора Московского планетария К. А. Порцевого. В конференции участвовало около 100 человек — представители 38 крупнейших планетариев мира. Из Европы на конференцию было 18 делегатов, из Азии — 5, Северной Америки — 9, Южной Америки — 3, Африки — 3. Кроме того на конференции были представители фирм, производящих оборудование для планетариев.

ОРГАНИЗАЦИЯ КОНФЕРЕНЦИИ

Такие конференции созываются каждые три года. Первая конференция состоялась в 1959 году в Нью-Йорке. В ней принял участие и представитель нашей страны — директор Московского планетария В. В. Базыкин. Другие конференции проходили так: II — в 1966 году в Бохуме и Мюнхене (ФРГ); III — в 1969 году в Вене (Австрия); IV — в 1972 году в Торонто (Канада), Рочестере и

Чикаго (США); V — в 1975 году в Праге (ЧССР) и Хожуве (ПНР); VI — в 1978 году в Нагое (Япония); VII — в 1981 году в Калькутте (Индия).

Работой конференции руководил президиум, в состав которого входили: Н. Чемберлен (Чикаго) — президент, Г. Мукке (Вена) — вице-президент, Р. Субраманиан (Калькутта) — генеральный секретарь и другие. Организационная работа VIII конференции осуществлялась оргкомитетом, который возглавлял директор Штутгартского планетария Г. Келлер.

На церемонии открытия конференции с приветственным словом выступил бургомистр Штутгарта М. Роммель. После него выступили президент конференции директор Чикагского планетария Н. Чемберлен, профессор астрономии Тюбингенского университета М. Гревинг и директор планетария в Штутгарте Г. Келлер. В Гамбурге участников конференции приветствовал министр культуры города-земли Гамбурга. Работа конференции освещалась в прессе и по телевидению.

РАБОЧИЕ ЗАСЕДАНИЯ

На этих заседаниях было прочитано 28 докладов. Члены советской делегации представили доклады: «Планетарии СССР и их роль в пропаганде естественно-научных знаний» — Ю. К. Фишевский и «50 лет астрономическому кружку при Московском планетарии» — К. А. Порцевский (Земля и Вселенная, 1984, № 6, с. 67.— Ред.).

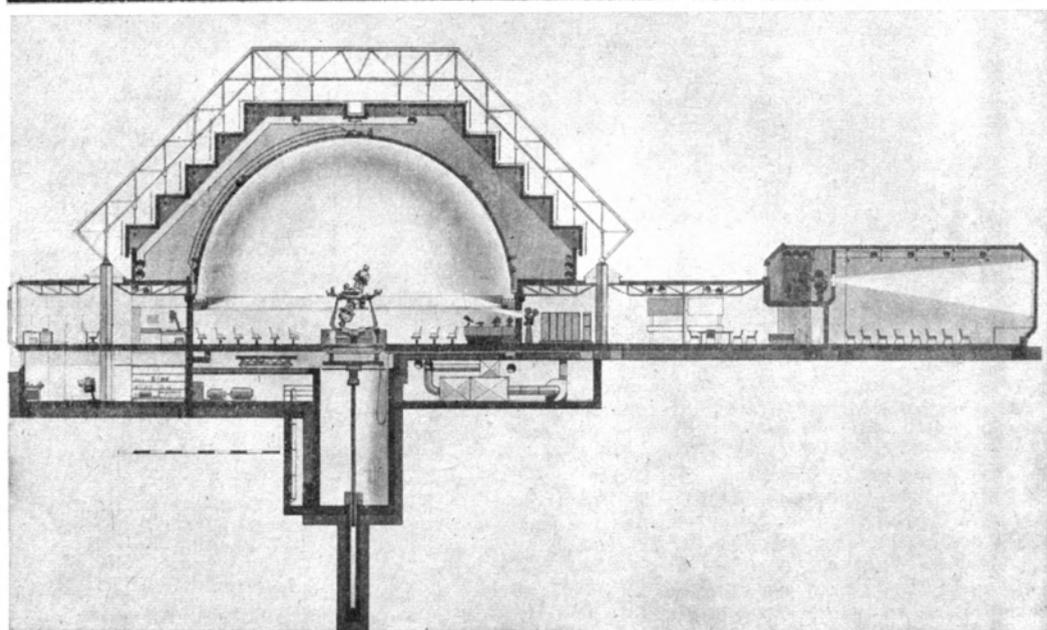
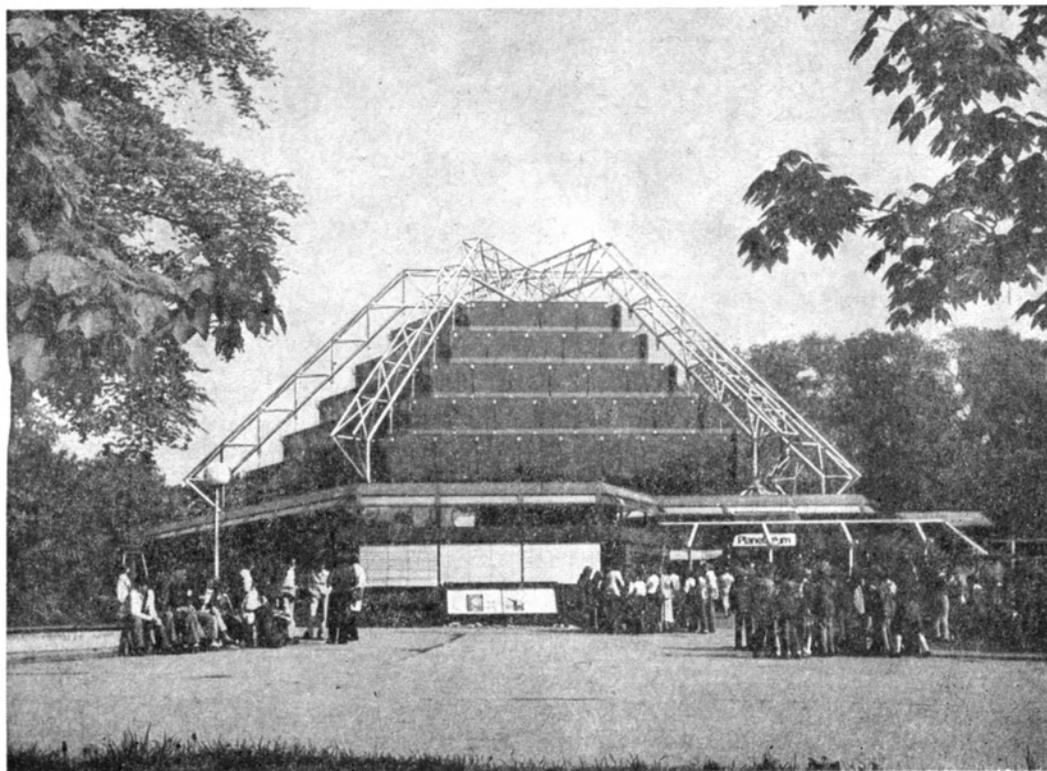
В основном доклады освещали популяризаторскую деятельность планетариев. Много говорилось об использовании различных проекторов и при-

боров в звездных программах, о традициях и новшествах при чтении лекций, об особенностях чтения лекций для детей, об использовании музыки и световых эффектов в программах и т. д. Представители фирм сделали доклады о новой технике, о применении компьютеров и лазерной техники, квадрафонических систем и др. Представитель фирмы «Имакс-систем» (Канада) рассказал о новом способе показа на сферическом куполе, зал которого расположен не горизонтально, как обычно, а амфитеатром — «Омнимакс-проекцион-систем». Доклады, как правило, сопровождалась демонстрацией слайдов.

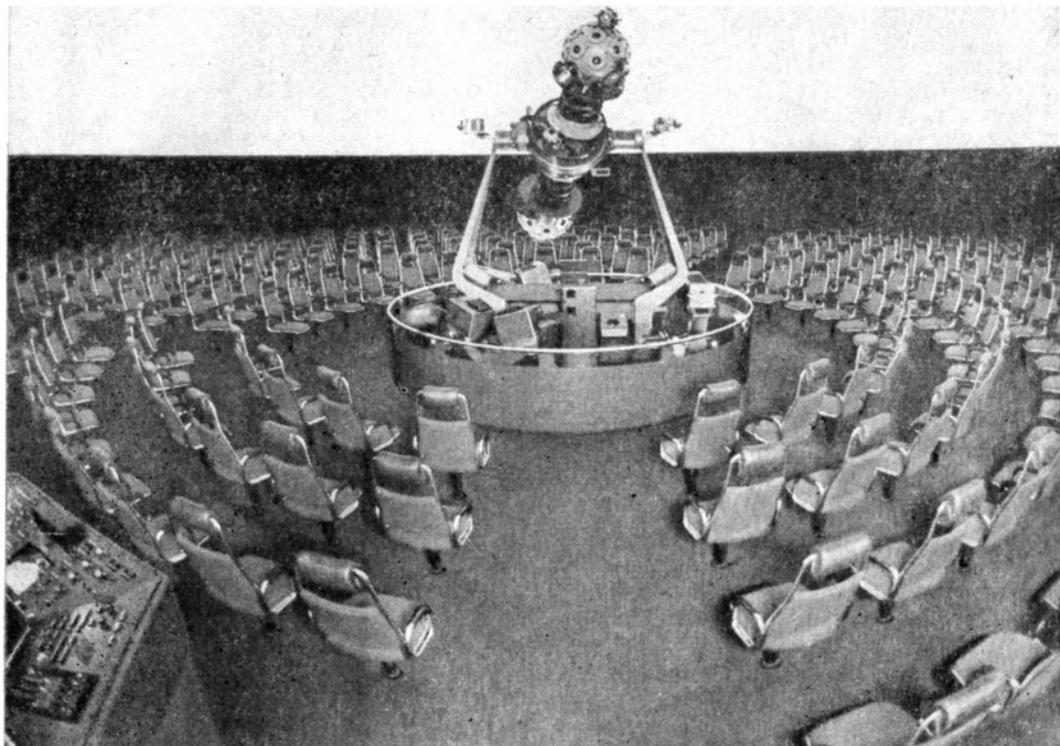
ПРОГРАММЫ В ЗВЕЗДНЫХ ЗАЛАХ

В Штутгартском планетарии участникам конференции были показаны две автоматизированные программы. Первая называлась «Звезды над южным морем». В ней, «путешествуя» вместе с лектором в пространстве и времени, слушатели знакомятся со строением нашей Галактики, наблюдают точное движение Солнца, созвездия, планеты и наиболее важные объекты летнего неба.

После этого участникам конференции была продемонстрирована разнообразная техника планетария, управляемая компьютером. Зрители, как бы находясь на борту корабля «Индевор» («Попытка»), которым командовал Джеймс Кук, совершают путешествие на остров Таити, любуются прекрасным южным небом. «Путешественники» наблюдают прохождение Венеры по диску Солнца, которое произошло 3 июня



**Планетарий в Штутгарте
(общий вид и разрез)**

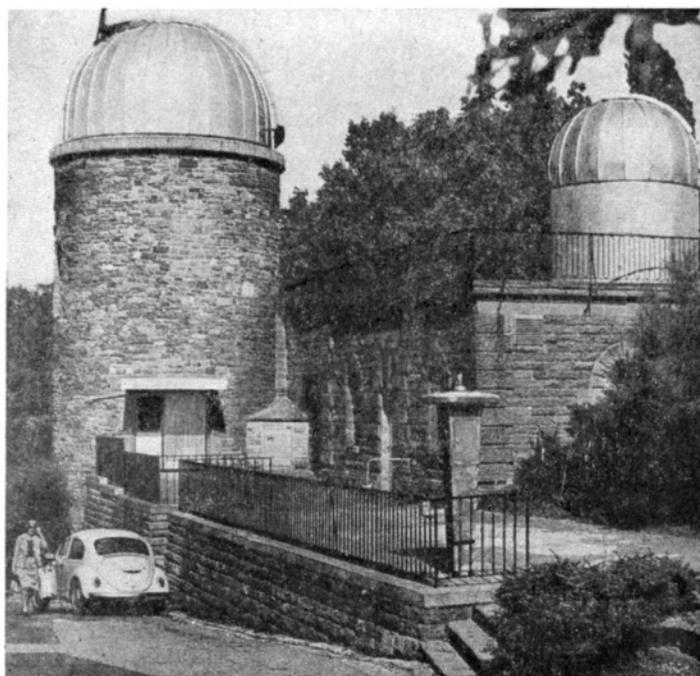


**Звездный зал Штутгартского
планетария**

1769 года и которое послужило для определения «астрономической единицы». Вид звездного неба южного полушария, знакомство с природой и культурой Полинезии представляют собой интересное зрелище. Рассказывается и о методах древних мореплавателей ориентироваться по звездам. Показывались прекрасные панорамы, картины: английский порт, из которого плыл корабль Кука, ландшафт Таити, лодки полинезийцев.

Вторая автоматизированная программа — это специализированное музыкальное представление «Звезды в концерте». Стерефоническое звучание, движущиеся облака, звез-

**Народная обсерватория
в Штутгарте**



ды, цвет подчеркивали своеобразие различных музыкальных произведений. В концерте использовалась лазерная техника. Обе программы были выполнены на высоком профессиональном уровне и по достоинству оценены присутствующими.

В Гамбургском планетарии также были показаны две программы. Одна — с помощью цветных телевизионных установок в Звездном зале повествует о выставках и приборах Гамбургского планетария. Другая — лекция «В глубинах Вселенной», прочитанная директором планетария Э. Убелаке-

Центральная площадь
Вейль-дер-Штадта.
За памятником И. Кеплеру
виден небольшой дом,
где родился великий
астроном

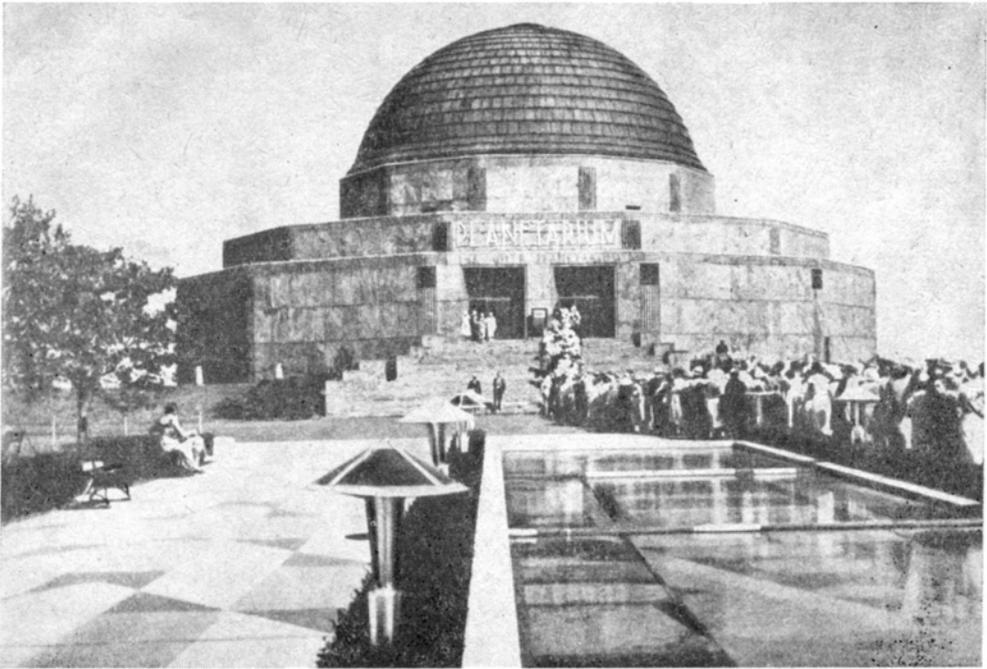
ром. В ней рассказывается о различных небесных явлениях, которые можно продемонстрировать с помощью аппарата планетарий. Лекция сопровождалась показом большого количества панорам, использовалась полиэкранная проекция, новая техника, ну и конечно музыка и различные световые эффекты.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ ПЛАНЕТАРИЕВ

Новый Штутгартский планетарий был открыт в 1977 году. Он расположен в парке, в самом центре города. Для планетария специально построено здание из металлических конструкций, стекловолокна и пластика. Архитектурное решение и расположение внутренних помещений, включающих «звездный», «кеплеровский» и «спектральный» залы, фойе и служебные помещения, соот-

ветствуют современным требованиям. В подвальном помещении находятся механическая и электронная мастерские, библиотека, склад. В звездном зале установлен аппарат планетарий — модель VI. Аппарат работает в автоматическом режиме и управляется компьютером. По окончании демонстрации аппарат опускается в специальную шахту. Когда зрители входят в зал, аппарата они не видят, он неожиданно появляется во время сеанса, проецируя звезды. Кроме основного проектора используется современная электронная, проекционная и лазерная техника, телевидение, стереофоническая акустика. Для показа панорам и диапозитивов используются проекторы типа Кодак-Карусель. Диаметр звездного зала — 20 метров, в нем 277 мест. Мягкие кресла, которые поворачиваются и изменяют наклон спинки, установ-





Планетарий в Гамбурге

лены по окружности. Преимущественного направления показа практически нет: для любого сектора изображения дублируются многочисленными проекторами. И еще новшество: проекция слайда не имеет ограничивающей рамки, то есть зритель видит только само изображение объекта.

Гамбургский планетарий начал работать еще в 1930 году. Он помещается в старой водонапорной башне, которая находится в городском парке. Однако впоследствии планетарий был заново отремонтирован, а в этом году, к международной конференции, модернизирован. В звездном зале, расположенном на втором этаже, установлена VI модель аппарата планетарий. 270 мягких кресел окружают аппарат. Здесь не предусмотрено опускание аппарата в шахту. На первом этаже — двухъярусные выставочные помещения. Старый аппарат планетарий помещен в витрине фойе и пре-

вращен в наглядное пособие, позволяющее посетителям ознакомиться с устройством аппарата. К конференции сотрудники Гамбургского планетария подготовили новую выставку по астрономии и космонавтике, расположенную в фойе. Здесь же размещены цветные фотографии многих планетариев мира. На выставке по космонавтике среди других экспонатов — макеты советских космических аппаратов и ракет. В планетарии используется цветная телевизионная техника, компьютерные устройства, разнообразные проекторы для создания эффекта присутствия с помощью панорам, цвета, света, музыки. В Гамбургском планетарии регулярно устраиваются музыкальные концерты, звучит музыка Баха, Моцарта, Генделя и других композиторов.

В 1984 году в ФРГ открылся новый планетарий в г. Мангейме, где тоже установлена VI модель. Кроме того, большие планетарии имеются в Бохуме, Мюнхене и Нюрнберге. Средние планетарии — в Реклингхаузене, Фрейбурге и Вольфсбурге.

ДЕЛОВЫЕ ЗАСЕДАНИЯ

Их программой конференции было предусмотрено два. На первом — 28 августа — состоялась дискуссия о том, где проводить следующие конференции в 1987 и 1990 годах. Директор Московского планетария К. А. Порцевский огласил официальное приглашение правления Всесоюзного общества «Знание» провести IX Международную конференцию директоров планетариев в 1987 году в Москве. Затем выступили директор Парижского планетария Д. Ф. Делорме, который предложил провести эту конференцию в Париже. Директор планетария в Морелии (Мексика) Г. Муноз предложил кандидатуру своего города. 1 сентября 1984 года в Гамбурге на заключительном деловом заседании делегаты единогласно постановили провести IX конференцию в 1987 году в Москве, X конференцию в 1990 году в Морелии, а XI конференцию в 1993 году в Париже.

Затем прошли выборы руководящих органов конференции



Обсерватория в Гамбурге

на следующие три года. Президиум был избран в составе: президент — Н. Чемберлен (Чикаго, США), вице-президент — Г. Мукке (Вена, Австрия), генеральный секретарь — Г. Келлер (Штутгарт, ФРГ), секретарь — К. А. Порцевский (Москва, СССР) и член по финансам — Д. Холл (Рочестер, США).

ЭКСКУРСИИ

Участники конференции побывали в обсерваториях, городе, где родился Кеплер, в Оберкохене, в гигантском метеоритном кратере, на заводе, изготовляющем автомобили «Мерседес», а также совершили экскурсию на катере по гамбургскому порту.

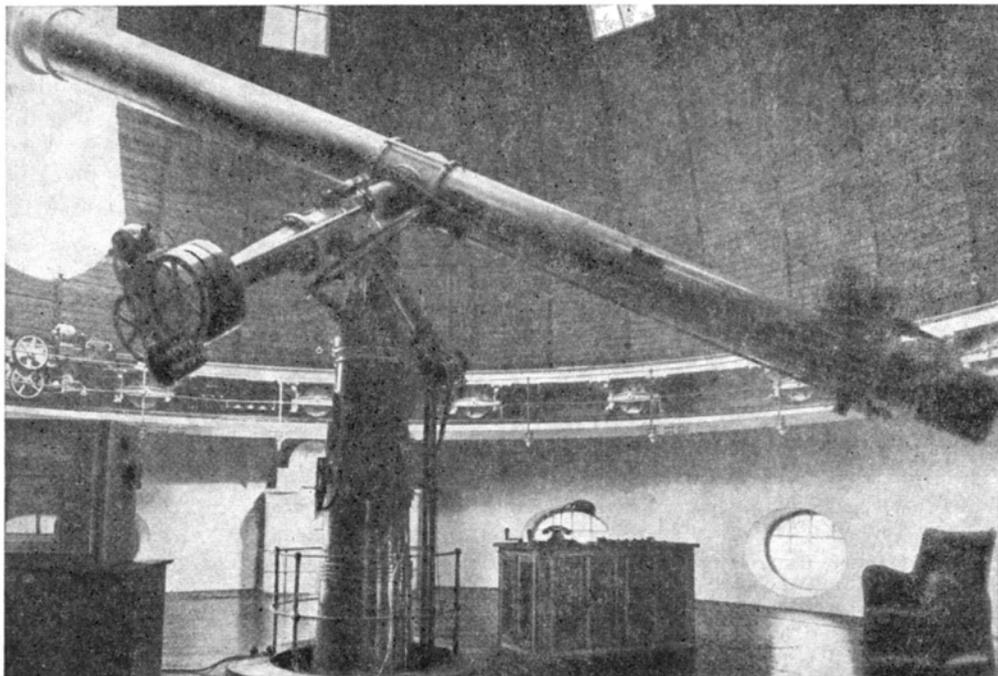
В Штутгарте делегаты посетили старейшую в Германии публичную Швабскую обсерваторию, открытую в 1922 году. Ее основатель — астроном и

народный скульптор Роберт Хенселинг (1883—1964). Он основал и Штутгартский планетарий в 1928 году, а также выпустил справочник по астрономии. Недалеко от планетария находится обсерватория, расположенная на живописных возвышенностях, окружающих центр города. Высота здесь 344 метра над уровнем моря. Обсерватория имеет две купольные башни для телескопов, террасу для наблюдений, комнату для семинаров и лекций, небольшую библиотеку и служебное помещение. Основные инструменты для наблюдений — это 8- и 7-дюймовые цейсовские рефракторы и 14-дюймовый зеркальный телескоп.

Примерно в 30 км к западу от Штутгарта расположен небольшой город Вейль-дер-Штадт. 27 декабря 1571 года в этом городе родился Иоганн

Кеплер. Теперь в этом доме музей. Здесь собрано около трехсот экспонатов, отражающих жизнь и работу Кеплера: портреты, таблицы, книги, рисунки, а также многочисленные макеты приборов — секстант, солнечные часы, телескопы и даже макет бочки с измерительной рейкой, с помощью которой Кеплер вычислил объем содержимого. В городе существует Кеплеровское общество, чье руководство устроило прием в честь участников конференции.

В один из дней участники конференции на автобусах отправились на фирму «Оптон» (Оберкохен) и в гигантский метеоритный кратер. Небольшой городок Оберкохен расположен в 60 километрах к востоку от Штутгарта. В од-



Большой рефрактор Гамбургской обсерватории

ном из цехов заканчивалась сборка зеркального телескопа диаметром зеркала 3,5 м. Мы увидели также новую модель планетария (система 1015). Внешний вид аппарата почти такой же, как и у модели «планетарий космических полетов», выпускаемой комбинатом «Карл Цейс Йена» (ГДР).

Гигантский метеоритный кратер расположен недалеко от города Нёрдлинга в Баварии. Диаметр кратера 20 км. Так как в этой части Баварии местность довольно холмистая, то догадаться, что в этом месте миллионы лет назад упал метеорит, очень трудно. Обнаружить кратер удалось лишь по фотографиям из космоса. Сейчас здесь добывают щебенку.

Посетили участники конференции и Гамбургскую обсерваторию, существующую более 150 лет. Созданная в 1833 году, она расположена в северо-восточной части земли Гамбург — Бергедорфе. Сейчас — это исследовательский ин-

ститут при университете в Гамбурге. Участники экскурсии познакомились с разнообразной работой обсерватории и осмотрели некоторые инструменты, телескопы, в том числе большой рефрактор, изготовленный фирмой Репольда. Диаметр объектива телескопа 60 см, а фокусное расстояние 9 м. Были показаны и современные инструменты, а также ЭВМ, производящие обработку данных наблюдений.

Нам особенно запомнился переезд из Штутгарта в Гамбург по железной дороге. Маршрут был выбран так, чтобы можно было увидеть большинство городов Рурского бассейна и полюбоваться Рейном. От Мангейма до Кельна поезд более 200 км шел вдоль левого берега реки. Особенно красив Рейн, когда он стремительно мчится через горы, от Майнца до Кобленца. Здесь поезд почти сто километров идет по кромке берега и пассажирам открывается вид на Рейн, петляющий среди гор, на уступах которых возвышаются старинные замки.

ВПЕРЕДИ КОНФЕРЕНЦИЯ В МОСКВЕ

Опыт проведения этой конференции будет использован при подготовке IX Международной конференции директоров планетариев, которая состоится в 1987 году в Москве. Уже сейчас намечен ряд мероприятий, связанных с модернизацией Московского планетария. Необходимо, чтобы он смог обеспечить новейшими техническими средствами лекции и программы звездного зала. Важно усилить элемент присутствия и эмоционального воздействия на слушателей. Пора переходить от экспериментальных работ к постоянному показу светомузыкальных программ для молодежи, обеспечить качественное воспроизведение разнообразных астрономических явлений на звездном куполе планетария. А главное, необходимо реконструировать астрономическую площадку — равной которой нет ни у одного планетария мира.



Начальник экспедиции
кандидат технических наук
В. П. НИКОЛАЕВ

Подводные аппараты изучают глубины

К БЕРЕГАМ КУБЫ

По плану научного сотрудничества Академии наук СССР и Академии наук Кубы в конце прошлого года в водах Кубинского архипелага работала совместная советско-кубинская экспедиция на судне «Рифт». Она выполняла подводные геолого-геоморфологические и биологические исследования. По мнению кубинских специалистов, такие исследования необходимы для познания геологической истории острова и современных литодинамических процессов на шельфе и островном склоне. Большой интерес представляет изучение закономерности распределения флоры и фауны на островном склоне. Все это имеет не только научное, но и большое практиче-

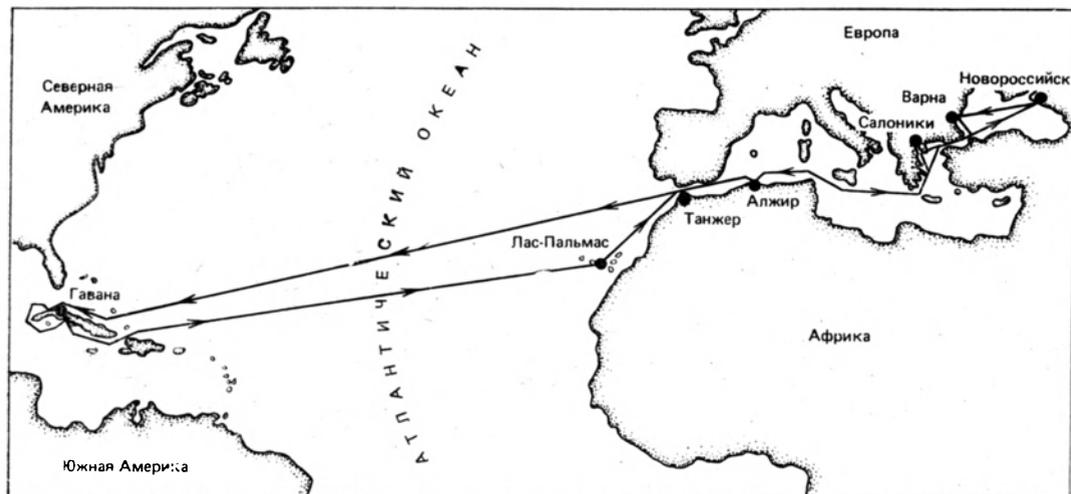
ское значение для народного хозяйства Кубы: например, до сих пор неизвестно, почему продолжает размываться всемирно известный пляж Варадеро на северном побережье Кубы. Интересно было бы и экспериментально подтвердить гипотезу о значительных скоплениях лангустов на глубине более 100 м, чтобы организовать промысел этих животных.

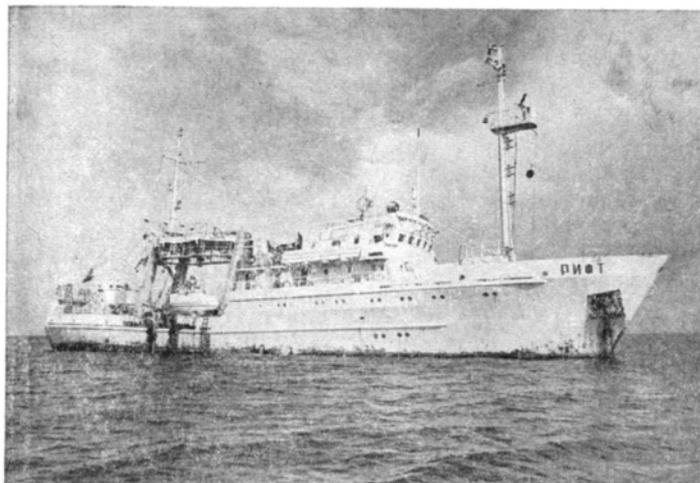
«Рифт» вышел из Новороссийска 14 августа 1983 года и отправился на Кубу. Отличительная особенность рейса состояла в том, что экспедиционные работы выполнялись с помощью подводных аппаратов — обитаемого автономного аппарата «Аргус» и необитаемого буксируемого — «Звук-4М» (Земля и Вселенная, 1982, № 6, с. 60.— Ред.).

«Аргус» с экипажем из двух пилотов-гидронавтов и одного гидронавта-наблюдателя может работать на глубине до 600 м. Этот 9-тонный аппарат спускался на воду и поднимался на борт судна электрогидравлическим спуско-подъемным устройством, установленным на «Рифте». «Звук-4М» — это система фото- и телекамер, заключенных в герметичный контейнер, они объединены в один блок с осветителями и батареей аккумуляторов. Масса аппарата 400 кг, он может погружаться на предельную рабочую глубину 2000 м и буксируется на кабель-тросе.

В состав экспедиции входило три отряда. Два из них — по

Маршрут экспедиции





Научно-исследовательское судно «Рифт» перед спуском подводного аппарата «Аргус»

Фото В. Н. Маряткина

эксплуатации подводных аппаратов — были укомплектованы в основном советскими специалистами (начальники отрядов В. В. Булыга и В. А. Попов). В работе этих отрядов принимали участие сотрудники Института морских исследований

и океанологии Болгарской академии наук Илья Штирков и Любомир Клисуров. Третий отряд составляли кубинские специалисты, и руководили ими сотрудники Института океанологии Академии наук Кубы геофизик доктор Хорхе Фойо и ихтиолог доктор Родольфо Кларо. Экипажем судна командовал капитан дальнего плавания Ю. П. Блинов.

и океанологии Болгарской академии наук Илья Штирков и Любомир Клисуров. Третий отряд составляли кубинские специалисты, и руководили ими сотрудники Института океанологии Академии наук Кубы геофизик доктор Хорхе Фойо и ихтиолог доктор Родольфо Кларо. Экипажем судна командовал капитан дальнего плавания Ю. П. Блинов.

НА ВЕРШИНЕ ПОДВОДНОЙ ГОРЫ

В Атлантике, на подводной горе Ампер, мы провели первые контрольные спуски подводных аппаратов. Это было

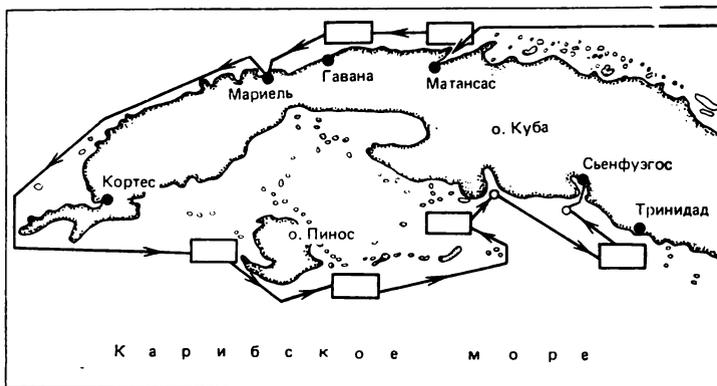
испытание систем аппаратов и судовых служб обеспечения их работы в океанских условиях.

Сначала опускали буксируемый на кабель-тросе «Звук-4М». На экране телевизора в судовой лаборатории возникали то гряды невысоких скал, то почти вертикальные стены, аппарату не всегда удавалось избежать соприкосновения с ними. В течение получаса «Звук-4М» регистрировал на фото-плёнку и демонстрировал на экране телевизора подводные сюжеты.

Затем наступила очередь «Аргуса». Первыми в этом рейсе на погружение пошли командир экипажа В. Булыга, второй пилот Л. Воронов, а в качестве гидронавта-наблюдателя — автор этих строк.

...Аппарат лег на грунт на глубине 210 м. За иллюминаторами — густые сумерки. Включили светильники. Видим очень крутой скальный склон, поросший короткими водорослями, и множество рыбы. В поле зрения проносятся скумбрии и ставриды, почти неподвижно в разнообразных позах висят рыбы-сабли, мелькают косячки сардин. Откуда-то сверху на аппарат «пикируют» крупные окуни. Изредка видны мурены...

Начали подниматься вверх по склону. Временами это просто вертикальная стена. На глубине 150 м стало настолько светло, что не нужны светильники. Поднявшись еще на 50 м, вышли на слегка всхолмленное плато. И вскоре перед нами открылось поразительное зрелище. На неровных с причудливыми очертаниями склонах горы в удивительно прозрачной хорошо освещенной воде видны горизонтальные выровненные площадки, по-





«Аргус» на воде перед погружением. В рубке аппарата — гидронавт-наблюдатель доктор Хорхе Фойо и командир экипажа Виктор Ницета. На корпусе аппарата подводник Илья Штирнов, обеспечивающий погружение
 Фото В. Н. Маряткина

крытые крупным белым песком, окаймленные аккуратными, похожими на рукотворные, каменными стенами. Как правило, они прямоугольной формы, размерами с большие и малые комнаты, залы. Иногда видны даже «площади», к которым с нескольких сторон подходят «улицы». Стены сложены крупными темно-серыми, иногда красными блоками — почти правильными паралле-

пипедами. В швах между блоками виден белый скрепляющий «раствор». Высота стен — один-три, а толщина — один-два метра. Кое-где видны стены повыше, но без признаков «кладки».

Несколько часов мы то парили над этим «городом», то опускались на его «улицы», рассматривали стены, арки. Свод одной из арок высотой около двух-трех метров сложен окатанными камнями вроде крупной морской гальки. Один из таких окатышей нам удалось взять манипулятором и поднять на поверхность. Взяли мы и камень, подобный тем, из которых «сложены» стены. (Все взятые образцы оказались базальтами.)

И гидронавты, и участники экспедиции были под огромным впечатлением от увиденного на дне. Конечно, это были не искусственные сооружения, а особые геологические образования — «дайки». Эти уникальные формы выветривания образуются в местах подъема полужидкого магматического вещества по трещинам в более мягких породах. Нечто подобное, но в более скромных масштабах и при весьма неблагоприятных условиях, наблюдали на одной из вершин Срединно-Атлантического хребта французские исследователи из подводного аппарата «Сиана».

КАК РАБОТАЮТ УЧЕНЫЕ-ГИДРОНАВТЫ

Главный инструмент гидронавта-наблюдателя в подводном аппарате — его глаза. Однако, не полагаясь на память, наблюдатели, как правило, фотографируют все интересные формы рельефа дна, выходы коренных пород, образцы бенгосной фауны, рыб. Одновременно «наговаривают на магнитофон» особенности рельефа дна, характер и мощность осадков, количество укрытий для рыб (норы, гроты, пещеры), характеристики самого склона и отдельных выходов коренных пород. Самые интересные образцы стараются взять дистанционно управляемым манипулятором — «железной рукой» аппарата.

Наблюдатели-биологи оценивают встречаемость отдельных организмов на разных глубинах, плотность их популяций, разнообразие видов в том или ином биотопе. В экспедиции были зарегистрированы организмы, вид которых нельзя было определить непосред-

венно во время наблюдений. Если их не удавалось почему-либо ни взять манипулятором, ни сфотографировать, их тщательно зарисовывали.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

17 сентября «Рифт» пришел в кубинский порт Матансас. У берегов Кубы экспедиция работала полтора месяца. Шельф Кубы на глубине до 40—70 м изучен достаточно хорошо и инструментальными методами, и непосредственными водолазными обследованиями. Этого нельзя сказать о больших глубинах, то есть об островном склоне. И наблюдения, выполненные с помощью подводных аппаратов, дали первое представление о строении островного склона Кубы. Оказалось, что почти на всех обследованных участках крутизна его верхней части не постоянна, а изменяется с глубиной. У кромок шельфа на 40—70-метровой глубине начинается вертикальная стена, сложенная карбонатными сильно эрозированными породами.

Между основанием этой стены (на глубине 180—200 м) и 300—400-метровым уровнем располагается некая переходная зона. Местами здесь видны отдельные блоки той же самой породы, что и порода стены. Поверхность дна покрыта тонким слоем песка. На глубинах более 300—400 м уклон поверхности дна менее 60—70°. Дно почти полностью покрыто песчано-илистыми осадками.

Во время погружений в «Аргусе» кубинские геологи нашли на всех обследованных глубинах сравнительно много песка. На кромке шельфа они обнаружили микроканьоны, оканчивающиеся разломами верти-

кальной стены. Было видно, что по ним песок уходит с шельфа в глубоководную зону островного склона.

У северного побережья Кубы экспедиция обнаружила несколько подводных террас. В заливе Касонес на глубине 400 м нашли вертикальную стену с практически незерозированной поверхностью, по-видимому, образовавшуюся путем сброса.

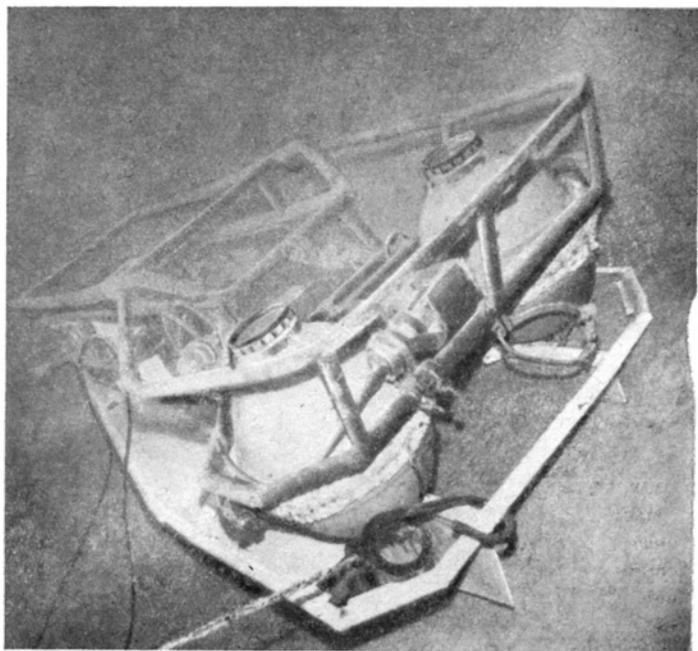
«АРГУС» СПАСАЕТ СВОЕГО СОБРАТА

Когда «Рифт» работал вблизи Гаваны, однажды внезапно оборвался кабель-трос буксируемого подводного аппарата «Звук-4М». Аппарат упал на дно. Океанологические исследования пришлось временно отложить и заняться поиском аппарата. Прежде всего сделали подробный эхолотный промер глубин в районе, где упал аппарат. После первого же погружения «Аргуса» стало

ясно, что рельеф дна здесь крайне сложный: это и вертикальные изъезвленные глубокими нишами и выступающими «козырьками» почти 100-метровые стены, и узкие извилистые долины, врезанные в основной склон. Три первых погружения «Аргуса» не дали никакого результата. Но в четвертом командир экипажа Л. Воронов заметил на глубине 90 м белое продолговатое пятно. Приблизившись к нему, гидронавты увидели «Звук-4М», лежащий «на спине» в узкой расщелине. С двух сторон над ним нависали почти вертикальные стены, с третьей — большой выступ скалы, с четвертой был

Завершен самый ответственный этап спасательной операции — силовой трос закреплен на потерпевшем аварию аппарате «Звук-4М»

Снимок сделан с помощью фотокамеры подводного аппарата «Аргус» (глубина 105 м)



крутой склон. С огромным трудом Воронову удалось посадить «Аргус» прямо на аварийный аппарат — другого выхода просто не было.

Захватом манипулятора Воронов положил внутрь трубчатой рамы «Звука» небольшой груз, закрепленный на тонком тросике. Из откидывающегося бункера выпустили сигнальный буй, поднявший тросик к поверхности, сделали несколько фотоснимков «Звука». С «Рифта» сообщили, что видят сигнальный буй. Первый этап спасательных работ завершен. На следующий день очередной экипаж «Аргуса» пошел крепить на «Звуке» силовой полипропиленовый трос. Пришлось буквально подползать к «Звуку» снизу по крутому склону. Около двух часов непрерывно работал манипулятором командир экипажа В. Ницета, чтобы надежно установить на аппарате стальную «серьгу», которой оканчивается трос. Наконец, «серьга» установлена, а буй с тросом вышел на поверхность.

Теперь «слово» за экипажем мотобота, за штурманами и палубной командой «Рифта». Они должны оттянуть трос от склона в сторону открытого моря и после этого поднимать аппарат. По-видимому, при подъеме «Звук» опять зацепился за скалу, и трос оборвался. Значит, нужно опять идти вчиз, осматривать аппарат и найти место обрыва троса. Задача усложнялась тем, что на этот раз вертикальная стена, вдоль которой нужно добираться до «Звука», сверху до низу была прикрыта толстым слоем мутной воды. Просто чудом удалось Виктору Ницете заново найти потерянный аппарат. Теперь он лежал еще

на 20 м ниже, и было видно, что, прежде чем упасть, он успел перевернуться несколько раз. Но — ура! — «серьга» на месте. Вот только трос местами выглядит подозрительно. «Аргус» поднимается вверх вдоль троса. Серьезных зацепов не видно. Трос уходит точно вверх. Оборванный его конец, как белая свеча, маячит в толще воды. На помощь пришли кубинские водолазы. Аппарат завис в воде, фиксируя захватом манипулятора оборванный конец троса. Экипаж «дал пузырь» — выпустил в воду некоторое количество воздуха, чтобы обозначить место аппарата. По пузырью водолазы быстро находят «Аргус» и срывают полипропиленовый трос с доставленным ими капроновым.

Наступил решающий день операции. Очередной экипаж «Аргуса» (командир — Виталий Булыга) ушел под воду. Задача — та же, что и у предыдущего экипажа. Нужно закрепить на «Звуке» еще один силовой трос — для подстраховки первого, по-видимому, слегка поврежденного. Но выполнить эту задачу экипажу не удалось. В решающий момент «серьга» соскальзывает и уносится всплывающим полипропиленом вверх. Решаем поднимать «Звук» на тросе, завешенном накануне. Главную задачу теперь выполняет мотобот «Рифта», который аккуратно, под контролем с «Аргуса», оттягивает трос от стены. «Аргус», как человек, снует вверх и вниз, проверяя «чистоту» троса. К мотоботу подходит «Рифт», и трос передается на него. Осторожно работает палубная команда под руководством старшего помощника капитана В. И. Чалхадзе и опыт-

ного боцмана В. Н. Пивня. Наконец-то, аппарат вновь на палубе «Рифта». Уже через четыре дня после завершения спасательных работ подремонтированный «Звук-4М» продолжил свой «репортаж» со дна Карибского моря.

О РЫБАХ И БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

В нашей экспедиции впервые в морских биологических исследованиях в кубинских водах удалось прямыми наблюдениями оценить численность и распределение по глубинам отдельных донных организмов. Оценка эта сделана на больших акваториях и в большом диапазоне глубины — от 30 до 1200 м. На глубине более 100 м кубинские гидронавты-наблюдатели обнаружили 25 видов рыб и 7 видов беспозвоночных, не описанных в литературе, по крайней мере для кубинских вод. К тому же обнаружили 6 совершенно неизвестных организмов, не удалось установить даже их тип.

Манипулятором «Аргуса» были взяты 34 образца редких бентосных организмов, большинство из них не представлено в экспозициях ни одного музея Кубы. На вертикальной стене (глубина 70—250 м) наиболее многочисленными организмами были губки. Рыбы здесь очень мало, несмотря на множество укрытий для нее. По-видимому, на стене недостаточно корма.

Очень важный результат экспедиции — обнаружение промысловых рыб рода *Lutjanus* на глубине более 300 м. В связи с этим кубинские ученые высказали интересную мысль. Учитывая, что укрытий, необходимых для таких рыб, здесь очень мало, а корма достаточ-



Почти повсеместно морское дно вблизи берегов Кубы на глубине в несколько сот метров испещрено такими отверстиями.

По-видимому, их образуют какие-то донные организмы

Снимок сделан с помощью буксируемого подводного аппарата «Звук-4М»

но, можно устраивать в этом районе искусственные укрытия — это увеличит численность промысловых рыб.

К сожалению, не оправдались надежды обнаружить большие скопления лангустов у кубинских берегов.

ВСТРЕЧИ НА БЕРЕГУ

Во время заходов в порты Болгарии и Кубы экспедиция, подводные аппараты и само судно неизменно привлекали внимание и наших коллег-океанологов, и представителей прессы. На судне побывали также вице-президент Болгарской академии наук Мако Дакков, президент Академии наук Кубы Вильфредо Торрес, заместитель председателя Совета Министров Кубы Хосе Рамон Фернандес, начальник Военно-морской академии Кубы

контр-адмирал Хосе Эль Кусо, директор Института морских исследований и океанологии Болгарской академии наук Здравко Белберов, директор Института океанологии Академии наук Кубы Гийермо Гарсиа. Во время нашей стоянки в Гаване судно посетил посол СССР в Республике Куба К. Ф. Катушев. Высокие гости интересовались программой экспедиции, научными результатами, устройством подводных аппаратов, оборудованием судна, перспективами дальнейших советско-кубино-болгарских подводных исследований. Были ор-

ганизованы интервью и пресс-конференция для кубинских, болгарских и советских журналистов. В Варне, Матансасе, Гаване и Сьенфуэгосе гостеприимные хозяева предложили участникам экспедиции обширную культурную программу.

Приведем некоторые цифры, характеризующие наши работы у берегов Кубы. За это время «Аргус» 44 раза погружался на глубину до 600 м, было отснято около 450 подводных кадров. Вместе с пилотами-гидронавтами в «Аргусе» погружались 16 гидронавтов-наблюдателей, в том числе десять кубинцев, четверо русских и двое болгар. Одним из первых кубинских гидронавтов-наблюдателей был директор Института океанологии Академии наук Кубы доктор Гийермо Гарсиа.

Суммарная протяженность маршрутов буксировок «Звук-4М» в кубинских водах составила 37 миль, этот аппарат дал около 6000 высококачественных подводных фотоснимков.

3 ноября 1983 года экспедиция из Сьенфуэгоса вышла в обратный путь и 13 декабря прибыла в Новороссийск.

Что писала «Земля и Вселенная» 20 лет назад

...У западного берега Атлантического океана существует узкое, мощное течение Гольфстрим. Для объяснения его происхождения используют тот факт, что уровень моря в Мексиканском заливе выше, чем у Атлантического побережья Северной Америки. Гольфстрим и возникает благодаря разности уровней. Отсюда следует, что если перекрыть Флоридский пролив, то Гольфстрима не будет. Так считают не только авторы научно-фантастических романов, но и серьезные деловые люди...

№ 5



Стратегия методического поиска

Важно не потерять из виду наш стратегический ориентир — формирование всесторонне развитой личности.

К. У. Черненко

ДВАДЦАТЬ ЛЕТ СПУСТЯ

В первом номере нашего журнала, вышедшем в 1965 году, читатели были приглашены подумать, какой должна быть школьная астрономия, каковы возможные пути ее развития. С тех пор прошло двадцать лет — время достаточное, чтобы сравнить высказанные тогда предположения с реальностью, подвести итоги и обсудить дальнейшие планы.

За прошедшие два десятилетия народное образование в нашей стране стало всеобщим **средним**. При этом астрономия сохранена как самостоятельный предмет, что продиктовано глубоким пониманием ее воспитательной и образовательной роли. Важно и то, что акцент в современном курсе школьной астрономии сделан на изучение основ **астрофизики**. В результате возрос мировоззренческий потенциал курса, он стал более интересным не только для учащихся, но и для учителей физики (которые, как правило, наиболее успешно преподают астрономию в школе), в ряде педагогических институтов страны появилась специальность «физика — астрономия». Астрофизическая устремленность школьной астрономии имеет еще один существенный аспект: она позволила естественным образом включить элементы астрономии в учебные планы (или программы по физике) средних профессионально-технических училищ и средних специальных учебных заведений (техникумов, педагогических и других училищ). Школьный курс астрономии использовался как «относительный эталон» при разработке **единого уровня** содержания астрономического образования в школах, средних специальных и профессионально-технических учебных заведениях. Напомним, что единый уровень содержания образования разрабатывался по всем учебным предметам в Научно-исследовательском институте содержания и методов обучения Академии педагогических наук СССР. Более десяти лет курс астрономии существует в учебных планах **средних профтехучилищ**, являющихся основным источником подготовки высококвал-

лифицированных рабочих кадров. Будущие рабочие изучают элементы астрономии на основе знаний, полученных в курсах физики, математики и обществоведения (Земля и Вселенная, 1978, № 3). Следует подчеркнуть, курс астрономии в школе и ПТУ не ограничивается, конечно, одними лишь вопросами астрофизики, а содержит материал, знакомящий учащихся с основами астрометрии и практической астрономии, небесной механики и космонавтики, что также представляет существенный аргумент в пользу сохранения астрономии как самостоятельного предмета.

К числу важнейших итогов развития астрономического образования в школах и ПТУ следует отнести укрепление материальной и методической базы. Здесь имеется в виду совершенствование стабильного учебника для средней школы, создание учебного пособия для учащихся ПТУ, выпуск методических руководств для учителей школ и преподавателей ПТУ, издание ряда книг для внеклассного чтения, выпуск учебных диафильмов, слайдов и кинофильмов к урокам и внеклассным занятиям, а также разработка и внедрение в практику преподавания некоторых новых инструментов и наглядных пособий. Очевидно, в рамках данной статьи нет необходимости конкретизировать сказанное.

Неоднократно проводившиеся по инициативе учебно-методической секции Центрального совета ВАГО и местных отделений ВАГО ознакомления с состоянием преподавания астрономии в школах и ПТУ показали, что наиболее эффективно преподавание осуществляется там, где поддерживается тесная связь с **планетариями** и **народными обсерваториями**, а уроки проводят учителя-энтузиасты, увлеченные наукой. Следовательно, предстоит еще очень многое сделать для того, чтобы, опираясь на опыт энтузиастов, повысить уровень преподавания астрономии во **всех** школах и профтехучилищах. Иначе «астрономический всеобуч» не достигнет поставленных перед ним целей, а обучение астрономии там, где оно продолжает оставаться формальным, оторванным от

требований жизни и интересов учащихся, не принесет ощутимой пользы делу воспитания и развития подрастающего поколения.

НЕРЕШЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Существуют, конечно, обстоятельства по-прежнему создающие своего рода объективные трудности. Замалчивать их нет смысла. Ведь, например, не секрет, что 35 уроков в средней школе (и всего 17 — в средних ПТУ), которые отводятся на преподавание астрономии, не только резко ограничивают возможности глубокого изучения вопросов программы, но и стали причиной несерьезного отношения к предмету. Ведь именно ссылками на малый объем курса астрономии часто оправдывают отсутствие квалифицированных учителей, методистов и инспекторов по этому предмету. Этим же объясняют и отсутствие научно-исследовательской лаборатории, столь необходимого преподавателям научно-методического журнала «Астрономия в школе» и многого другого, что в значительной мере определяет «престижность» учебной дисциплины и без чего даже очень важный предмет на практике оказывается второстепенным. К тому же, как известно, вопросы по астрономии до сих пор отсутствуют в экзаменационных билетах по физике.

Можно указать трудности совершенно иного плана, в частности обусловленные тем, что очень трудно осуществлять преподавание астрономии на межпредметной основе. Например, рассказывая учащимся о крупнейшем в мире советском 6-метровом телескопе-рефлекторе, учитель астрономии не может опереться на школьный курс физики, потому что в нем вообще не рассматривается отражение лучей света от вогнутого зеркала...

Выборочные проверки состояния преподавания астрономии, проведенные силами ВАГО, показывают, что школы и многие профтехучилища плохо обеспечены учебным оборудованием и литературой по астрономии. В существующих специальных «перечнях» учебного оборудования содержится много названий приборов и наглядных пособий. Часть их уже создана (Научно-исследовательским институтом школьного оборудования и технических средств обучения АПН СССР, студией «Диафильм», издательством «Просвещение» и др.), но, к сожалению, отсутствует комплектность поставок. Поэтому вместо того, чтобы, например, получить коробочку с набором всех учебных диафильмов, учитель вынужден искать (причем в большинстве случаев тщетно!) каждую ленту в отдельности. Вызывает удивление и тот факт, что хотя журнал «Земля и Вселенная» издается уже 20 лет, библиотеки школ и профтехучилищ лишены возможности его выписывать, а ведь этот журнал необходим учителям астрономии и полезен учащимся, интересующимся астрономией, космонавтикой, физикой и географией. И вот что еще необходимо, на наш взгляд, добавить.

Решение этих и некоторых других проблем в значительной мере зависит от подготовки специалистов высокой квалификации — кандидатов наук по методике преподавания астрономии. Нет сомнения, что совершенно необходимо поддержать инициативу ЦС ВАГО, обратившегося в ВАК СССР с предложением в ближайшее время создать при Горьковском педагогическом институте Специализированный совет по защите кандидатских диссертаций.

НА ЧТО НАЦЕЛИВАЕТ РЕФОРМА

В 1984 году вписана одна из важнейших страниц в историю советской школы: первая сессия Верховного Совета СССР одиннадцатого созыва приняла постановление «Об Основных направлениях реформы общеобразовательной и профессиональной школы». После всенародного обсуждения и одобрения апрельским (1984 г.) Пленумом ЦК КПСС реформа получила законодательное оформление. Последовавшие за этим постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР содержат конкретную программу дальнейшего развития общеобразовательных школ и средних профтехучилищ.

Средняя общеобразовательная школа становится **одинадцатилетней**, причем обучение в ней будет начинаться с 6-летнего возраста. Окончив начальную школу (I—IV классы), а затем неполную среднюю школу (V—IX классы), юноши и девушки могут получить общее среднее и профессиональное образование либо в X—XI классах **общеобразовательной школы**, либо в **средних профтехучилищах**, либо в **средних специальных учебных заведениях**.

Реформа направлена на всемерное повышение качества образования и воспитания молодежи, на **коренное** улучшение трудового воспитания, на предоставление подросткам благоприятных условий для выбора будущей профессии. Исключительно важно, что учащиеся VII—XI классов получают возможность на **факультативных** занятиях углубленно изучать отдельные предметы, например предметы физико-математического цикла. Дополняя всеобщее среднее образование всеобщим профессиональным, реформа выводит нашу школу на новый этап развития (и это происходит в то время, когда, по данным ЮНЕСКО, в мире насчитывается свыше 800 млн. неграмотных взрослых, а 123 млн. детей школьного возраста не посещают школу!).

В грандиозном плане дальнейшего развития советской школы должны быть научно обоснованы место и роль каждого учебного предмета. Школьная астрономия, которая знакомила учащихся с картиной строения и эволюции Вселенной и вооружает их знаниями, необходимыми для научного объяснения различных небесных явлений, представляет собой прежде всего **общеобразовательный мировоззренческий предмет, находящийся на стыке естественно-научных и гуманитарных дисциплин** (Земля и Вселенная, 1983, № 5). Даль-

нейшая гуманизация школьной астрономии (то есть обращение этого учебного предмета к глобальным проблемам человечества и рассмотрение неразрывной связи Человека со Вселенной) существенно расширит воспитательные возможности курса астрономии. Это полностью соответствует одному из основных направлений реформы школы. Такой подход к курсу астрономии и с к л ю ч а е т какое-либо растворение астрономического материала в курсах других учебных предметов. Астрофизическая устремленность курса астрономии должна быть сохранена, а ряд вопросов астрофизики, внегалактической астрономии и космологии **потребует**, вероятно, более глубокого рассмотрения. Все это нужно для целостного показа астрономической картины мира, а не для превращения астрономии в набор примеров, иллюстрирующих те или иные законы физики.

Переход к 11-летней школе позволяет вновь поставить и обсудить вопрос: в каком классе более целесообразно изучать курс астрономии? Здесь возможны различные варианты. Особого внимания, по-видимому, заслуживают два из них. Согласно первому, курс астрономии нужно изучать на протяжении всего XI класса (или, может быть, в первом полугодии по два часа в неделю, чтобы не перегружать школьников астрономией перед выпускными экзаменами). Но можно поступить иначе, разбив курс на две части, из которых первая будет изучаться во втором полугодии X класса, а вторая — в первом полугодии XI класса (это, в частности, позволило бы использовать летние каникулы для самостоятельных астрономических наблюдений).

Однако систематическому курсу астрономии в выпускном классе школы или на последнем курсе обучения в ПТУ должно предшествовать предварительное накопление сведений по астрономии в начальной и неполной средней школе. По нашему мнению, назрела необходимость разработки **методики (а может быть и теории) поэтапного формирования основных понятий астрономии и космонавтики**. Интерес, который проявляют малыши к написанным для них книгам по астрономии, а также познавательным «астрономическим» и «космонавтическим» играм, свидетельствует о том, что первоначально ознакомление детей не только с наблюдаемыми явлениями, но и с природой Солнца, Луны, планет и звезд, могло бы стать предметом увлекательных бесед и игр даже с **шестилетними первоклассниками**. За время обучения в начальной школе дети могут накопить некоторый опыт простейших астрономических наблюдений, выполняемых невооруженным глазом, но требующих довольно длительных наблюдений, на протяжении нескольких недель или даже всего учебного года. В курсе природоведения IV класса целесообразно **восстановить** хотя бы в прежнем объеме сильно сокращенный ныне астрономический материал, который вполне спосо-

бен стать основой **первого предварительного (пропедевтического) курса астрономии**. В неполной средней школе «банк астрономических знаний» будет пополняться в процессе изучения таких предметов, как физическая география, физика и история. Причем и здесь есть возможность обогатить наблюдательный опыт учащихся. В одном из последних классов неполной средней школы (VIII или IX) было бы крайне важно ввести небольшой **второй пропедевтический курс астрономии**. Очевидно, речь идет о возрождении идеи о курсе «**Основы мироведения**» (название ориентировочное), содержащем элементарное изложение важнейших вопросов астрономии, геофизики и космонавтики. Возможно, имеет смысл предварительно создать и апробировать в школе одноименный факультативный курс. В рассматриваемой системе **факультативным занятиям** должна отводиться особая роль. Учащимся IX—X классов можно предложить факультативный курс «**Основы космонавтики**», а XI класса — «**Физика космоса**». Некоторый опыт проведения названных факультативов, как известно, уже имеется. Факультативные занятия по астрономии потребуют издания специальной литературы для учащихся и учителей. Кроме того, в этой работе могут быть с успехом использованы уже имеющиеся книги для внеклассного чтения учащихся и готовящиеся к выходу в свет **пробные учебники астрономии**. Предлагаемое поэтапное формирование астрономических понятий — дело, конечно, непростое. Зато **ожидаемый результат** может быть очень весомым: ведь эта система имеет своей целью развитие познавательных интересов и творческого мышления учащихся, расширение их кругозора, осмысленное восприятие необходимости освоения космического пространства в мирных целях, формирования диалектико-материалистического мировоззрения, атеистического и экологического воспитания учащихся, а также создание надежного фундамента для последующего пополнения астрономических знаний путем **самообразования (в связи с актуальностью непрерывного образования)**.

Необходимо подчеркнуть, что воспитание и развитие в процессе обучения основам астрономии (и космонавтики) не должно ограничиваться рамками уроков и обязательных наблюдений. Во **внеучебное время** многие ребята уже сейчас с увлечением занимаются астрономией. Опыт, накопленный в лучших школьных астрономических кружках, кружках при планетариях, Дворцах пионеров, станциях юных техников, должен быть обобщен и распространен. В нашей стране существует большая сеть **внешкольных учреждений** (в 1984 году на 143 000 общеобразовательных школ приходилось 193 000 разнообразных внешкольных учреждений). Разумеется, не все они могут быть использованы в качестве центров внешкольных астрономических занятий с детьми, но ясно, что существующие

реальные возможности далеки от исчерпания. Юношеская секция Центрального совета ВАГО накопила значительный опыт координации деятельности детских астрономических коллективов. Не случайно в настоящие праздники превращаются Всесоюзные слеты юных астрономов и космонавтов (Земля и Вселенная, 1983, № 1), показывающие, что многие ребята отдадут астрономии свое свободное время и как много приобретают они для себя. Эти слеты — пример плодотворного сотрудничества Министерства просвещения СССР, ЦК ВЛКСМ, ВАГО, Всесоюзного общества «Знание» и Федерации космонавтики СССР. Заметим, что руководство школьными и внешкольными астрономическими кружками — прекрасная практика для студентов педагогических институтов, готовящихся стать учителями астрономии.

НЕОБХОДИМА ДИДАКТИКА АСТРОНОМИИ

Дальнейшее совершенствование астрономического образования невозможно без развития методики преподавания. Дело в том, что до сих пор, во-первых, не решен, как уже отмечалось, ряд конкретных проблем методики преподавания астрономии. Во-вторых, в целом уровень, достигнутый методикой преподавания астрономии в школе и профтехучилищах, можно охарактеризовать лишь как эмпирический. Вероятно, пора, не останавливаясь на достигнутом, определить стратегию дальнейшего методического поиска. Для этого нужно добиться прежде всего развития методики преподавания астрономии — как науки. В частности, необходимо выполнить **теоретическое** (методологическое) обоснование **всего учебно-воспитательного процесса**, связанного с изучением общеобразовательного курса астрономии. Да, начинать сейчас нужно именно с совершенствования теории, поскольку известно, что «нет ничего более практичного, чем хорошая теория». Но для создания такой теории нужны новые хорошие идеи и принципы. Их и нужно сейчас искать. Какой же должна быть стратегия методического поиска? На что направить усилия исследователей в этой области? По нашему мнению, **стратегия методического поиска должна быть в настоящее время сосредоточена на адекватном переводе общедидактических и психологических идей и концепций на язык методики обучения астрономии как одной из частных дидактик.** Иными словами, следует перейти от методики преподавания астрономии, дающей пока лишь приблизительную картину действий учителя, к методике обучения астрономии (или к дидактике астрономии), которая призвана дать четкую картину действий учителя и учащихся во всех звеньях учебно-воспитательного процесса. Для этого придется, наконец, выйти за рамки привычной узкой области и взглянуть на нее более широко с позиций не толь-

ко (и, пожалуй, не столько!) астрономической науки, сколько с позиций современной педагогики и психологии. С этой точки зрения пристального внимания, изучения и дальнейшей разработки заслуживает **идея оптимизации учебно-воспитательного процесса**, плодотворно развиваемая в настоящее время вице-президентом АПН СССР Ю. К. Бабанским. Эта идея вызрела из всего огромного предшествующего опыта, накопленного педагогической наукой. Она предусматривает поиск и нахождение оптимального содержания, структуры курса в целом и каждого урока в отдельности, оптимальных средств и методов обучения. Таким образом, оптимизация представляет собой научно обоснованное и осознанное конструирование и реализацию всего учебно-воспитательного процесса, который при минимальном расходе времени и сил приводит к максимально успешным результатам. По существу, оптимизация — это один из эффективных путей научной организации педагогического труда учителя, это метод повышения культуры работы учителя.

В последние годы в русле концепции оптимизации выполнены работы, которые опубликованы (в основном) в журнале «Физика в школе» и касаются проблем методики обучения астрономии. Они посвящены систематизации знаний и умений учащихся, современному уроку астрономии, анализу важнейших идей и понятий курса астрономии, преподаванию ее на межпредметной основе, вопросам воспитания и развития на уроках и внеучебной работе по астрономии. Следуя по пути разработки методологических, психологических и дидактических основ содержания, структуры и системы методов обучения, предстоит создать на их базе новые учебные и методические пособия. Последние могут быть либо ориентированы на недавно введенную в практику преподавания **усовершенствованную программу**, либо на те программы, варианты которых дискутировались на протяжении ряда лет (начиная с января 1975 года) на страницах «Земли и Вселенной». Переход от методики преподавания астрономии к дидактике астрономии призван повысить **качество и эффективность** каждого урока, каждой учебной телевизионной передачи, каждого факультативного или кружкового занятия.

...И ЕЩЕ ЧЕРЕЗ ДВАДЦАТЬ ЛЕТ

А теперь помечтаем, или, если хотите, пофантазируем, попытаемся представить, какой могла бы стать школьная астрономия через двадцать лет. Ведь трудно вообразить что-либо более абсурдное, чем... отсутствие в школе астрономии как таковой в начале XXI века, когда уже станут реальностью многие из самых смелых проектов освоения космоса! Поэтому хотелось бы просто исключить эту «гипотезу» из рассмотрения! К интересующему нас времени «космизация» охватит раз-

Академик
П. Я. ПОЛУБАРИНОВА-КОЧИНА

Кандидат физико-математических наук
В. И. ХЛЕБНИКОВ



ИЗ ИСТОРИИ
НАУКИ

Шестьдесят лет теории расширяющейся Вселенной

«Вод, в которые я вступаю, не пересекала еще никто».

Данте Алигьери

Кому из нас не доводилось любоваться величественным безмолвием звездного неба! Поэты и художники, философы и музыканты издавна находили в нем неисчерпаемый источник творческого вдохновения. Мириады звезд, открывающиеся нашему взору в необъятных просторах космического пространства, зачаровывают воображение, побуждают к самым глубоким, самым сокровенным переживаниям и размышлениям. Не случайно, говоря об астрономии, великий французский ученый Анри Пуанкаре отводил ей исключительное место во всей «ин-

теллектуальной истории» нашей цивилизации. Пожалуй, не будет преувеличением сказать, что лишился человек своего «космического» чувства — и он перестанет быть Человеком.

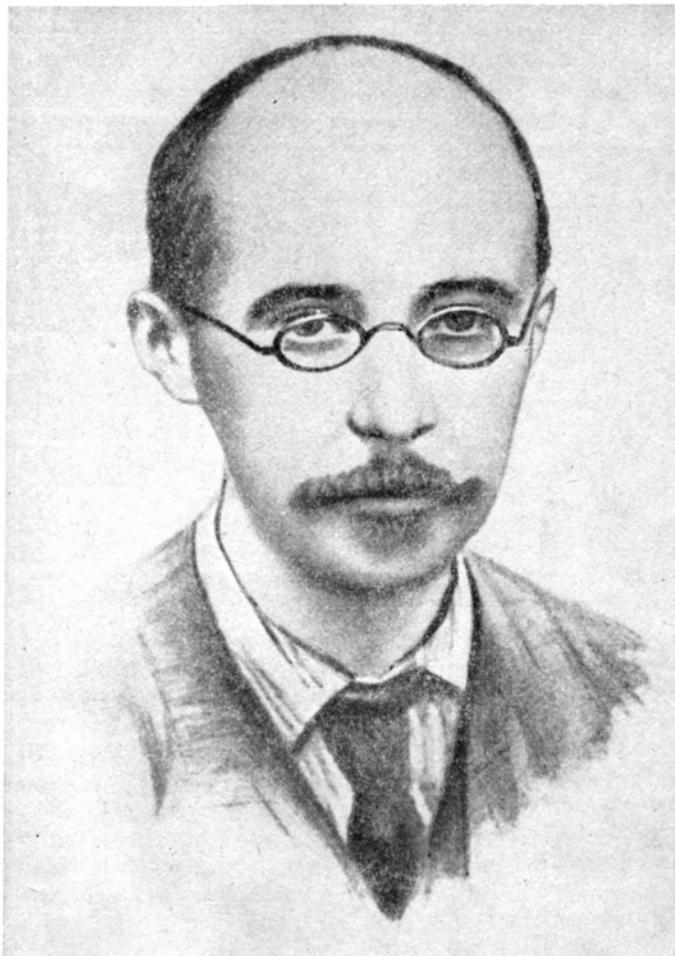
Люди смотрят на небо — но живут на Земле и в обыденной жизни чаще сталкиваются с природными явлениями, имеющими преходящий характер. Последовательно сменяют друг друга день и ночь, времена года. Меняется географический облик планеты. Скоротечна и сама человеческая жизнь. И только небесные светила представляются неизмен-

ными, вечно сияющими своим бесстрастным светом... Не потому ли идея о стационарности Вселенной, оказавшаяся одним из самых живучих астрономических предубеждений «старой» науки, продолжала господствовать в теоретических исследованиях вплоть до 20-х годов нынешнего века? В наше время эта идея окончательно утратила свою привлекательность. Более того, расширение Метагалактики воспринимается нами сейчас как естественное проявление диалектического принципа всеобщности движения — универсального способа существования материи. Иллю-

личные сферы деятельности людей, что, конечно, отразится на повседневной жизни и системе мышления человека — современника космической эры. Идя в ногу со временем, система образования и даже внешний вид школьных зданий и профтехучилищ, вероятно, не останутся в стороне от процесса «космизации». Надо полагать, что не только в образцово-показательных и базовых школах, но и в «обычных» школах и ПТУ появятся кабинеты астрономии, оборудованные учебными планетариями, а также учебные обсерватории и площадки для астрономических наблюдений. Такие **школьные астрономические центры** никогда не останутся безлюдными: ребята будут заполнять их во время уроков природоведения и астрономии, приходить на факультативные и кружковые занятия, здесь будут готовиться общешкольные астрономические вечера и стенгазеты, олимпиады и викторины,

здесь будут проводиться нелегкие «уроки труда» для юных телескопостроителей, здесь сделают свои первые шаги в космос будущие исследователи Вселенной и новые поколения героев-космонавтов.

Наша страна — одна из немногих стран мира, в которой астрономия существует как отдельный учебный предмет. За несколько десятилетий советские учителя и методисты накопили немалый опыт, основываясь на котором можно **оптимистически** прогнозировать дальнейшее развитие и совершенствование астрономии в школе будущего, в школе, где дети будут проводить значительно больше времени, чем сегодня («школа полного дня»). Хочется надеяться, что прогнозы не окажутся **чрезмерно** оптимистическими, но для этого нужно много работать, а не обольщаться кажущейся привлекательностью **старой** идеи об интеграции курсов физики и астрономии.



Выдающийся советский математик и естествоиспытатель Александр Александрович Фридман (1888—1925). Мировой славой пользуются его работы в области космологии. Совместно с Л. В. Келлером заложил основы современной статистической теории турбулентности. Вывел уравнение для вихря скорости, имеющее фундаментальное значение в теории прогноза погоды.

зия же стационарности возникает из-за того, что по «земным» меркам эволюция про-

исходит очень медленно. Ощутимые изменения в крупномасштабной структуре Вселенной наступают через время порядка 10 млрд. лет, что вдвое больше современного геологического возраста Земли.

У ИСТОКОВ КОСМОЛОГИИ

К началу 20-х годов «революция в естествознании», по образному выражению В. И. Ленина, уже свершилась. В полный голос заявили о себе квантовая и релятивистская теории, которым суждено было предопределить характер всей

фундаментальной физической науки XX столетия. На основе только что созданной Альбертом Эйнштейном общей теории относительности свои первые шаги сделала и космология — наука о Вселенной в целом.

На самом раннем этапе развития космологических представлений основное внимание уделялось геометрическим аспектам теории, формулировке исходных принципов на языке римановых пространственно-временных многообразий. Так, в первой же космологической работе А. Эйнштейна (последовавшей, кстати сказать, уже через год после создания окончательного варианта уравнений гравитационного поля) вводится пространственно-однородная изотропная модель и рассматривается вопрос о возможной замкнутости нашего мира.

Однако А. Эйнштейн, находясь под «гипнотизирующим» влиянием предвзятой идеи стационарной Вселенной, целенаправленно искал не зависящие от времени решения уравнений поля. Предрассудок был столь силен, что творец общей теории относительности предпринял даже некоторую модернизацию своей теории, лишь бы получить статическую модель! Такая ситуация как нельзя лучше подчеркивает сложность космологической проблемы, особенно 60 лет тому назад, когда астрономия еще не располагала достаточным массивом наблюдательных данных и адекватное описание структуры Вселенной могло быть достигнуто только эвристическим путем. И уж совершенно фантастическим выглядит то обстоятельство, что правильное решение было найде-

но в голодной, нищей, истекшей кровью в гражданской войне, только что прорвавшей вражескую блокаду молодой Советской России!

То было трудное время. Наша страна еще не оправилась от повсеместной разрухи, еще свирепствовали эпидемии страшных болезней. Советские ученые едва начали получать периодические издания и другую специальную литературу из ведущих зарубежных научных центров. Кое-кому в просвещенной Европе казалось, что в лучшем случае пройдут долгие годы, прежде чем русские догонят зарубежных коллег, освоят накопившуюся информацию, без чего невозможно продвигаться дальше. Однако действительность опровергла эти пессимистические прогнозы. В числе первых «возмутителей спокойствия» оказался наш замечательный соотечественник, профессор Петроградского университета Александр Александрович Фридман. Полученные им в 1922—1924 годах нестационарные решения уравнений общей теории относительности заложили фундамент принципиально новых (сейчас можно добавить: единственно правильных) космологических представлений. На современном языке, теория Фридмана указала адекватный кинематический сценарий нынешнего этапа расширения Вселенной. Соответствующие ньютоновские расчеты были сделаны десятью годами позже Е. А. Милном и У. Х. Мак-Кри.

Одному из авторов этих строк в начале своей трудовой деятельности посчастливилось работать вместе с А. А. Фридманом в созданном им отделе теоретической метеорологии

в Главной физической (начиная с 1924 года — геофизической) обсерватории в Петрограде. В настоящих заметках мы предприняли попытку воссоздать, насколько это возможно, образ А. А. Фридмана и проследить влияние его идей на последующее развитие космологической науки.

КАКИМ ОН БЫЛ

Александр Александрович Фридман родился 17(29) июня 1888 года в Петербурге. Общие вопросы астрономии занимали его с юных лет. В детстве он зачитывался «Популярной астрономией» К. Фламариона. Студентом Санкт-Петербургского университета на одном из собраний кружка по физике он сделал доклад «О каналах на Марсе». Каналами считалась система правильных, почти прямых междей, обнаруженных на этой планете в 1877 году итальянским астрономом Д. В. Скиапарелли (заметим, между прочим, что Д. В. Скиапарелли был некоторое время стажером пользовавшейся большой славой Пулковской обсерватории). Теперь гипотеза о каналах отброшена (Земля и Вселенная, 1984, № 4, с. 93.—Ред.), но тогда А. А. Фридман в нее верил.

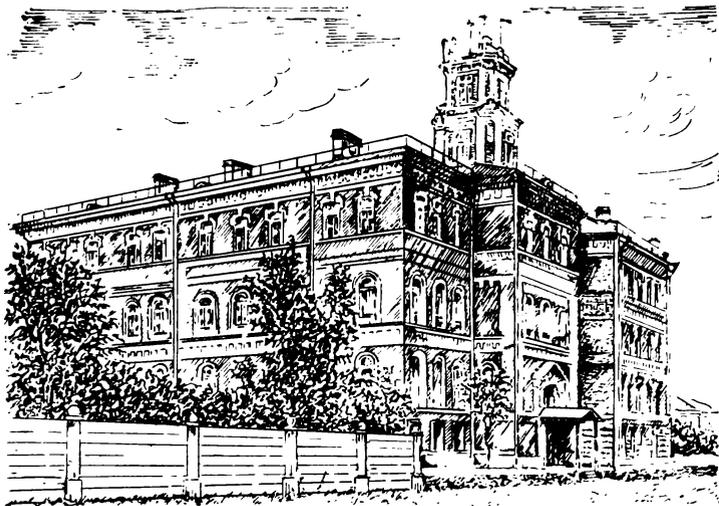
Известно, что в последних классах гимназии А. А. Фридман принимал активное участие в революционном движении. Он входил в ЦК ученической организации при Петроградском комитете РСДРП с конца 1905 года по март 1906 года, у него даже была партийная кличка — «Лиловый». Заметим, что дед А. А. Фридмана, тоже Александр Александрович Фридман, служил

лекарем лейб-гвардии в Преображенском полку, несшем личную охрану царя. Поэтому дед вместе с внуком жил во втором флигеле Зимнего дворца, выходящем на Зимнюю канавку. Академик В. И. Смирнов вспоминал, как Саша Фридман, вынося с товарищами прокламации из дому, гордился тем, что они размножены на гектографе в стенах Зимнего дворца. В 1906 году А. А. Фридман поступил на математическое отделение физико-математического факультета Санкт-Петербургского университета, который окончил в 1910 году. Академик В. А. Стеклов и профессор Д. К. Бобылев оставили его на кафедре чистой и прикладной математики для подготовки к профессорскому званию (теперь мы сказали бы — он стал аспирантом).

Уже в гимназии были отмечены незаурядные математические способности А. А. Фридмана. В университете он написал ряд математических работ, одна из которых в 1909 году удостоилась золотой медали факультета.

Впоследствии обстоятельства привели А. А. Фридмана к занятиям теоретической метеорологией, и он, имея в виду себя, шутливо говорил: «Плохой математик становится физиком, а плохой физик — метеорологом». Однако и в метеорологии было много очень серьезной математики. А позже, обратившись к общей теории относительности, А. А. Фридман также показал себя блестящим математиком.

Александр Александрович был необыкновенно самокритичен, он мог громко говорить сотрудникам о своих недостатках. «А я-то чесал правое ухо левой рукой», — сказал он как-



Здание Главной геофизической обсерватории в Ленинграде, где работал А. А. Фридман

то, когда его сотрудник решил задачу, не решенную А. А. Фридманом. Почему у человека проявляется талант в какой-нибудь области — неизвестно. Наследственность часто ничего не говорит. Родители А. А. Фридмана были музыкантами. Отец его, тоже Александр Александрович — дирижер оркестра и композитор, написавший музыку к несколькими балетам. Мать, Людмила Игнатьевна Воячек (чешка по происхождению), преподавала музыку. А. А. Фридман говорил, что у него нет музыкальных способностей и интереса к музыке. Возможно, у него просто не хватало на нее времени...

До весны 1913 года А. А. Фридман занимался математикой — руководил практически занятиями по математике в Институте инженеров путей сообщения, читал лекции в Горном институте. В 1913 году

он «поступил физиком» (так называлось тогда первое научное звание) в Аэрологическую обсерваторию в Павловске, под Петербургом, и стал заниматься динамической метеорологией (теперь эту область науки называют геофизической гидродинамикой). Аэрологическая обсерватория находилась в ведении Главной физической обсерватории, директором которой был академик Б. Б. Голицын.

Весной 1914 года А. А. Фридман был направлен Б. Б. Голицыным в командировку в Лейпциг, где в это время жил известный норвежский метеоролог В. Ф. К. Бьеркнес, создатель теории фронтов в атмосфере. Летом того же года А. А. Фридман летал на дирижаблях, принимая участие в подготовке к наблюдению солнечного затмения в августе 1914 года.

Началась первая мировая война, и А. А. Фридман осенью 1914 года вступил добровольцем в авиационный отряд и стал работать на Северном и других фронтах над организацией аэронавигационной служ-

бы. Он участвовал во многих боевых вылетах. Когда бомбы ложились точно в цель, немецкие солдаты говорили: «Сегодня летает Фридман». Не имея специального военного образования, А. А. Фридман получил звание летчика-наблюдателя. Его заслуги были отмечены боевыми орденами.

На какой бы работе ни находился А. А. Фридман, он всегда отдавался ей со всей страстью своей натуры. Обладая большой трудоспособностью, он был «ненасытен и жаждет до работы».

В 1920 году А. А. Фридман вернулся в Главную физическую обсерваторию и одновременно стал читать лекции в Петроградском университете по гидродинамике сжимаемой жидкости. В это время здесь вновь собрались крупные ученые (некоторые из них перед этим были в отъезде в разных городах России и за рубежом). Начали читать лекции по теории относительности и квантовой механике физики Ю. А. Крутков, В. К. Фредерикс, В. Р. Бурсиан и П. И. Лукирский. А. А. Фридман вступил с ними в тесный контакт, побуждая их выступать на заседаниях Математического общества. Физик Г. А. Гринберг по его предложению провел исследование уравнений релятивистской гидродинамики.

А. А. Фридман очень быстро овладел аппаратом общей теории относительности и хотел ознакомить с этой теорией своих сотрудников, среди которых был некоторое время молодой физик (впоследствии академик) В. А. Фок. В университете А. А. Фридман читал курс тензорного исчисления — как вводную часть к курсу общей теории относитель-



Титульные листы книг А. А. Фридмана, переизданных после его смерти в СССР. Собрание избранных трудов, вышедшее в академической серии «Классики науки», включает в себя также ряд материалов о жизни и творчестве А. А. Фридмана

ности. В 1923 году вышла в свет его книга «Мир как пространство и время», ставшая одним из образцов научной популяризации. Годом раньше была напечатана его статья «О кривизне пространства», а в 1924 году статья «О возможности мира с постоянной отрицательной кривизной пространства». Впоследствии В. А. Фок отмечал: «Среди научных работ А. А. Фридмана его исследования по теории тяготения Эйнштейна составляют по своему числу небольшую долю

(менее одной десятой части) всех опубликованных им работ, но по тому влиянию, которое они оказали на развитие науки, они стоят едва ли не на первом месте». Сейчас мы можем смело сказать: две короткие заметки, посвященные нестационарным космологическим решениям уравнений общей теории относительности, обесмертили имя А. А. Фридмана в истории науки.

В 1924 году А. А. Фридман был назначен директором Главной геофизической обсерватории и приступил к работе с присущей ему колоссальной энергией. Однако недолго ему суждено было занимать этот пост, на котором он мог бы сделать очень много. В июле 1925 года он поднялся на аэростате с пилотом П. Ф. Федосеенко. Они достигли рекорд-

ной по тому времени высоты 7400 м и сделали ряд важных наблюдений. А осенью Александр Александрович заболел брюшным тифом и 16 сентября 1925 года умер в Ленинграде в возрасте 37 лет.

Ушел из жизни доброжелательный, отзывчивый, кристально честный человек. Это была непоправимая потеря для всей нашей науки и тяжелая утрата для тех, кто знал его лично. Профессору Н. М. Гюнтеру принадлежат хорошие слова о том, что «Фридман имел высокую душу исследователя вечных вопросов мироздания и благородный облик жреца чистого знания». Вдова А. А. Фридмана, Екатерина Петровна Дорофеева-Фридман писала о муже: «Для него наука и работа были дорожкой жизни, которую он сжигал во-

имя идеи и глубокой веры в будущие достижения человеческого разума». Он был на переднем крае исследований и в области физики, и в области метеорологии, и в то же время всегда оставался математиком по своей натуре. Таким был Александр Александрович Фридман — ученый и человек.

В 1931 году (посмертно) ему была присуждена премия имени В. И. Ленина, неоднократно массовым тиражом переиздавались его основные научные труды. В 1963 году Академия наук СССР широко отметила 75-летие со дня рождения ученого. В Ленинграде 2—3 октября 1984 года состоялся Всесоюзный семинар «А. А. Фридман и современная космология», посвященный 60-летию теории расширяющейся Вселенной. Дело, которому А. А. Фридман посвятил свою короткую, но яркую и цельную жизнь, не пропало даром. Наша страна — колыбель современной космологии — располагает авторитетной научной школой. Теорию Фридмана знают, ее используют в своих исследованиях ученые всего мира.

РАЗВИТИЕ КОСМОЛОГИИ ПОСЛЕ А. А. ФРИДМАНА

А. А. Фридман не дожил до подлинного триумфа своей космологической теории. В конце 20-х годов выдающийся американский астроном Э. П. Хаббл, работая на огромном по тем временам 100-дюймовом рефлекторе на Маунт-Вильсон, в результате тщательного анализа спектров удаленных галактик неопровержимо доказал крупномасштабную однородность и расширение на-

шего мира (Земля и Вселенная, 1978, № 5, с. 44.— Ред.)¹. После открытия Э. П. Хаббла обоснование кинематической модели Фридмана можно было считать завершенным, началась работа по уточнению скорости расширения и средней плотности вещества Метагалактики. Эта работа продолжается и в настоящее время (Земля и Вселенная, 1983, № 2, с. 54.— Ред.). Она является важнейшей составной частью современной наблюдательной космологии — ведь от точного знания упомянутых параметров зависит (в соответствии с теорией Фридмана) предсказание относительно далекого будущего нашей Вселенной.

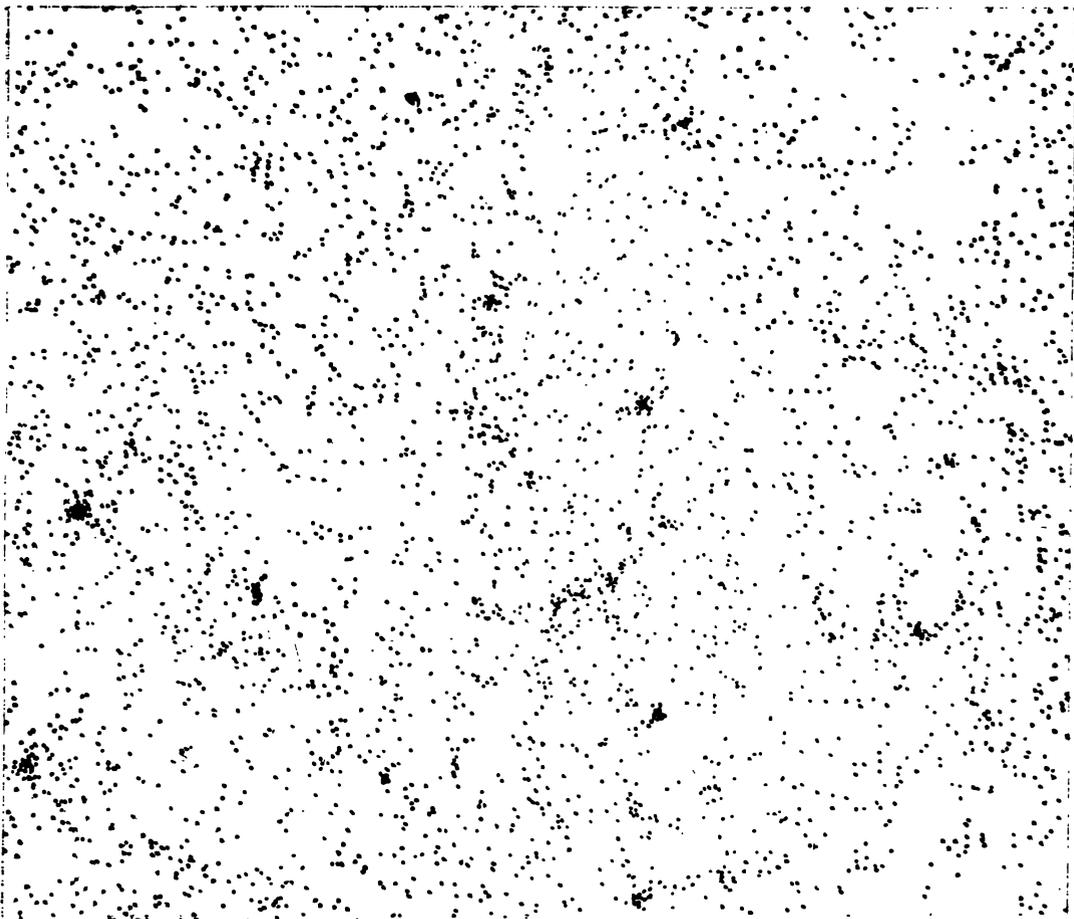
Очевидно, что закон расширения, указанный А. А. Фридманом, еще не исчерпывает полной физической картины эволюции мира. При расширении Вселенная охлаждается, значит, раньше она была горячее.

В частности, существовал определенный «переломный» этап в прошлом, когда тепловая энергия, приходящаяся на один электрон совпадала по порядку величины с энергией связи электрона в атомах. До этого этапа во Вселенной не было нейтрального вещества, она была заполнена горячей плазмой. Еще раньше не могли устойчиво существовать и со-

ставные атомные ядра: случайно возникнув, они моментально распадались на нуклоны при столкновении с окружающими энергичными частицами. Таким образом, мы приходим к представлению о первичном термодинамическом равновесии, в котором участвовали все типы элементарных частиц. Подобная концепция, основанная на предположении о высокой удельной энтропии вещества, получила название теории горячей Вселенной. Она была предложена во второй половине 40-х годов американским физиком-теоретиком Г. А. Гамовым. Важнейшим наблюдательным следствием этой теории является предсказание относительного содержания в природе водорода и гелия — элемента, синтезируемого в космологических условиях в течение первых нескольких минут после начала расширения (Земля и Вселенная, 1972, № 3, с. 21.— Ред.). Сложные кинетические расчеты дают приблизительно 70% водорода и 30% гелия по массе. Замечательно, что исследования химического состава Земли, звезд и межзвездного газа подтверждают справедливость этого предсказания! Сейчас мы знаем, что тяжелые элементы образуются не в процессе космологического нуклеосинтеза (как первоначально предполагал Г. А. Гамов), а в термоядерных «топках» гигантских звезд (см. статью В. И. Слыша в этом номере.— Ред.). Общее количество тяжелых элементов в природе (наиболее распространенные из которых — углерод и кислород) по массе не превышает нескольких процентов.

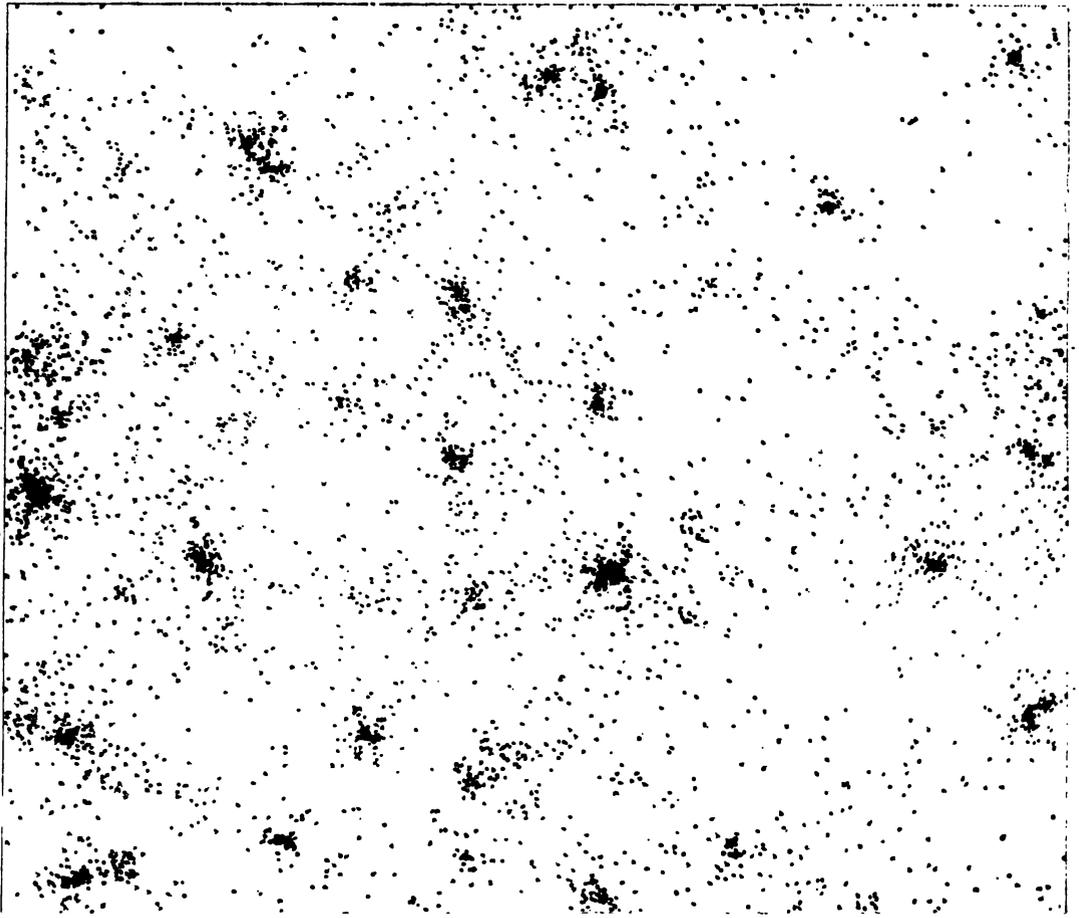
Дальнейшее развитие науки показало, что расширяющаяся

¹ Следует отметить, что еще в 1912 году американский астроном В. Слайфер обнаружил красное смещение в спектрах далеких галактик. Однако убедительный вывод о космологической природе этого красного смещения мог быть сделан лишь после того, как Э. П. Хаббл систематизировал весь предмет внегалактической астрономии (в частности определил шкалу расстояний).



и притом горячая Вселенная — не выдумка «высоколобых» теоретиков. Последние серьезные сомнения в справедливости гипотезы Гамова развеялись в 1965 году, когда американские радиоастрономы А. А. Пензиас и Р. В. Вильсон экспериментально обнаружили электромагнитное реликтовое излучение с температурой около 3 К. Это излучение равномерно заполняет всю Вселенную и обладает равновесным планковским спектром. Заметим, что полный расчет спектра электромагнитного излучения в эволюционирующей Все-

в современной астрофизике принято считать, что наблюдаемая крупномасштабная структура Вселенной образовалась эволюционным путем из начальных возмущений в космологической плазме. В зависимости от характера этих возмущений различают два основных конкурирующих сценария образования галактик: изотермический (энтропийный) и адиабатический. В Советском Союзе наибольшее развитие получил адиабатический сценарий, в основе которого лежит нелинейная теория гравитационной неустойчивости Я. Б. Зельдовича. Весьма эффективным способом изучения процесса формирования крупномасштабной структуры Вселенной является численное моделирование этого процесса с использованием быстродействующих ЭВМ. Слева показано начальное распределение точечных частиц равной массы, участвующих в подобном численном эксперименте. Начальные плотность и скорости частиц задают определенное отклонение.



В результате «прогонки» численного эксперимента, после того, как рассматриваемые частицы подвергаются воздействию самосогласованного гравитационного поля, их распределение обнаруживает сложную структуру, изображенную на рисунке справа. Тщательный анализ позволяет выделить следующие четыре этапа в эволюции крупномасштабной структуры Вселенной. Первый из них характеризуется наличием сплюснутых образований с размытой границей, получивших название «блинов». Затем возникает сетчатая структура, по внешнему виду напоминающая пчелиные соты. Еще позже появляются отдельные скопления, соединенные друг с другом «нитьями» (или «струнами»). Наконец, на заключительном этапе, отвечающем современному состоянию Вселенной, образуются гигантские изолированные скопления галактик. Трехмерные численные расчеты на ЭВМ в рамках адиабатического сценария, представленные на этих рисунках, выполнены в Институте прикладной математики им. М. В. Келдыша АН СССР кандидатами физико-математических наук А. А. Клыпиным и С. Ф. Шандариным.

ленной впервые выполнили советские астрофизики А. Г. Дорошкевич и И. Д. Новиков еще в 1964 году (Земля и Вселенная, 1972, № 3, с. 21.—Ред.). Однако американские радиоастрономы, по-видимому, не знали о результатах советских ученых. В соответствии с современными представлениями, реликтовое излучение оторвалось от горячей плазмы в период рекомбинации водорода и с тех пор распространяется практически свободно. За сделанное ими «открытие века» А. А. Пензиас и Р. В. Вильсон были удостоены в 1978 году

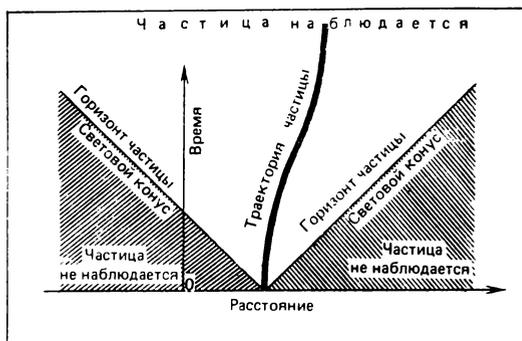
Нобелевской премии по физике (Земля и Вселенная, 1979, № 6, с. 45.— Ред.).

Учение о расширяющейся Вселенной вошло в золотой фонд интеллектуальных завоеваний человечества и останется в нем навсегда.

НА «ПЕРЕДНЕМ КРАЕ» КОСМОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ

Наиболее яркое из новейших достижений космологии обычно связывают со сценарием инфляционной, или раздувающейся Вселенной (Земля и Вселенная, 1983, № 2, с. 8.— Ред.). Детальная разработка этого сценария началась около пяти лет тому назад и еще не вполне закончилась к настоящему времени. В ней участвуют теоретики из разных стран мира, в том числе из Советского Союза.

Зададимся вопросом: для чего потребовался этот новый сценарий? Иными словами, в чем состоит ограниченность «ортодоксальной» модели Фридмана? Еще в 1946 году советский физик-теоретик (ныне академик) Е. М. Лифшиц, анализируя характер гравитационной неустойчивости фридмановского мира в гидродинамическом приближении, установил, что амплитуда первичных тепловых или вакуумных квантовых флуктуаций оказывается недостаточной для того, чтобы под действием силы тяготения за космологическое время образовалась наблюдаемая крупномасштабная структура Вселенной? Откуда же в таком случае взялись галактики, их скопления? Почему, наконец, существуем мы с вами? Вплоть до конца 70-х годов космология не давала убедительного ответа на эти вопросы.



Открытие реликтового излучения также прибавило «хлопот» теоретикам. «Хлопоты» здесь были непосредственно связаны с конечностью времени жизни фридмановской Вселенной (или, как принято говорить, с наличием в пространстве-времени горизонтов частицы). Дело в том, что реликтовое излучение, принимаемое нашими радиотелескопами из разных направлений на небесной сфере, в момент отрыва от первичной плазмы находилось в сильно удаленных друг от друга, причинно не связанных областях пространства-времени. Оставалось лишь гадать, каким образом этим областям удалось «договориться» между собой об одной и той же универсальной температуре.

Проблемы начальных возмущений и горизонтов частицы указывают на то обстоятельство, что самая ранняя стадия эволюции нашей Вселенной не могла быть в точности фридмановской. Естественно поинтересоваться: какой же она была? Ответ был найден в сценарии инфляционной Вселенной, «подправившем» фридмановский сценарий на самой ранней стадии космологической эволюции. Суть инфляционной модели заключается в экспоненциально быстром раз-

Горизонт частицы разделяет области Вселенной, из которых данная частица может или не может наблюдаться

лете (раздувании) Вселенной, который может происходить, в частности, за счет эффекта антигравитации — специфически квантового проявления физического вакуума (Земля и Вселенная, 1969, № 5, с. 36.— Ред.). Во время разлета (длительность, вероятно, не более 100 планковских времен, то есть $100 \cdot 10^{-44}$ с) сильно расширяются границы причинно связанных областей, а температура резко падает от своего планковского значения (10^{32} K). После соответствующего фазового перехода квантово-гравитационные эффекты перестают влиять на динамику Вселенной и она оказывается на рельсах обычного плазменного фридмановского расширения. Неодновременность завершения инфляционной стадии в разных точках пространства, связанная с квантовыми флуктуациями, приводит к возникновению первичных возмущений плотности вещества.

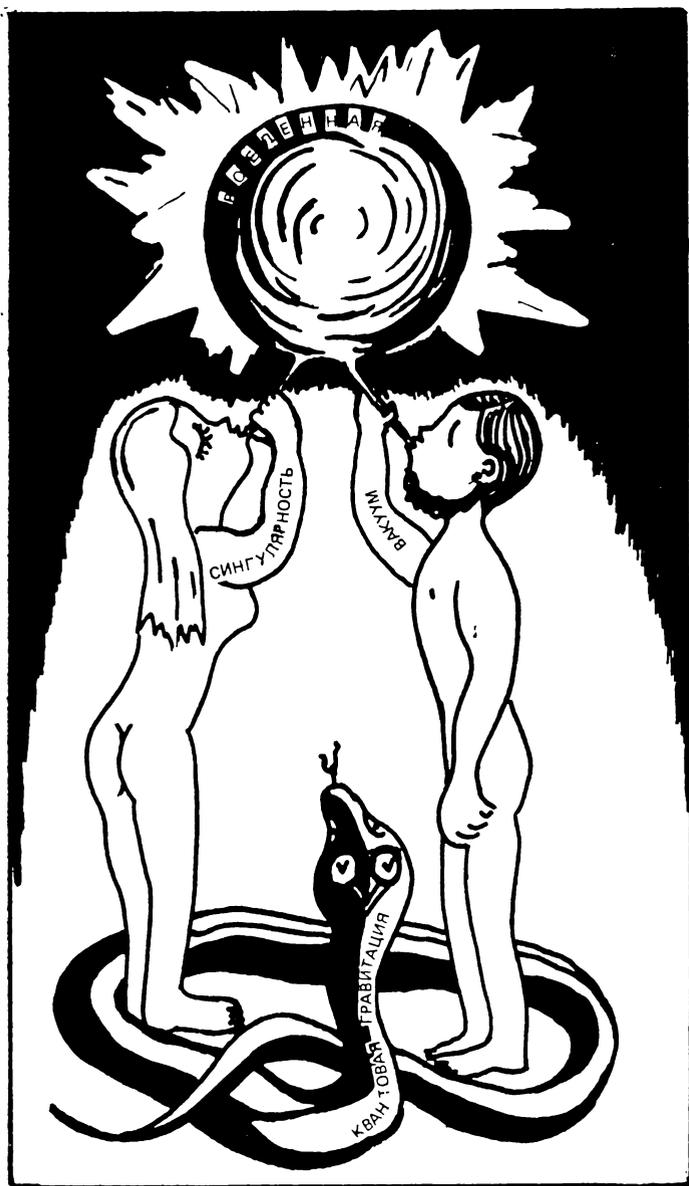
Любознательный читатель может спросить: в каком состоянии находилась Вселенная до начала инфляционной ста-

дии? Откуда взялся в физической космологии вакууме тот «пузырь» (первоначально имеющий планковские размеры, 10^{-33} см), который стал раздуваться под действием антигравитации? Пока достоверно ответить на эти «детские» вопросы мы не можем. Великое достижение со-

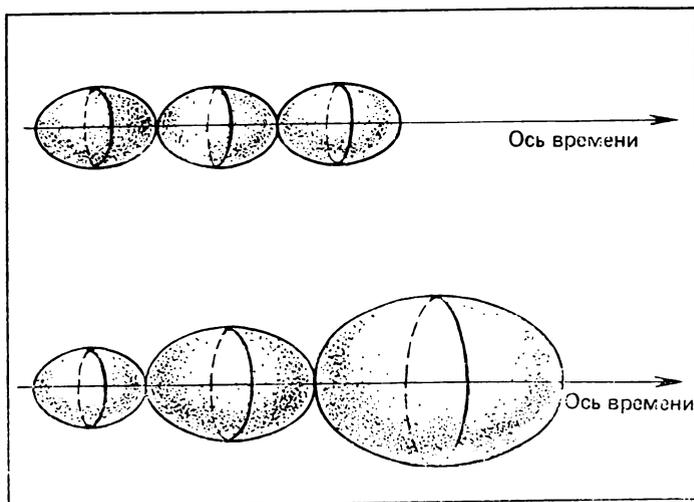
временной космологии заключается уже в том, что подобного рода вопросы в принципе могут быть поставлены на научной основе! Известный советский физик и астрофизик академик Я. Б. Зельдович считает, что наша Вселенная могла «родиться» из вакуума спон-

танно. Такая концепция лежит в основе разрабатываемой им **полной космологической теории**. Однако точка зрения Я. Б. Зельдовича — не единственно возможная. Так, например, академик М. А. Марков придерживается идеи **вечно осциллирующей** Вселенной. По представлениям М. А. Маркова, инфляционная стадия играет роль как бы «чистилища», очищая Вселенную от энтропии и плотности энергии, накопленных за время ее предшествующего эволюционного цикла. Возможны и другие точки зрения. Одновременное существование различных гипотез для объяснения одного и того же явления отражает сущность той грандиозной драмы идей, которая разыгралась в современной космологической науке. Инфляционная модель — замечательное достижение современной космологии — наряду с объяснением старых выдвинула ряд новых, еще более глубоких теоретических проблем. Впрочем, быть может, в этом и состоит счастье исследователя — счастье бесконечного творческого поиска, отражающего неисчерпаемость нашего удивительного мира!

К числу острых проблем современной космологии относится и **проблема скрытой массы** (Земля и Вселенная, 1975, № 3, с. 32.— Ред.). Инфляционная модель приводит дополнительные аргументы в пользу того, что, по-видимому, масса «светящегося» вещества в Метагалактике составляет лишь несколько процентов ее общей массы. Какова природа скрытой массы? Три-четыре года назад, после того как группа советских ученых из института теоретической и экс-



периментальной физики (Москва) указала на возможное наличие у электронных антинейтрино массы покоя около 30 эВ, теоретики «ухватились» за космологические нейтрино, как кандидатов на скрытую массу (Земля и Вселенная, 1980, № 5, с. 24.— Ред.). Благодаря чрезвычайно слабому взаимодействию с барионами нейтрино вполне подходили на эту роль. Однако подтверждение эксперимента ИТЭФ до сих пор не получено ни в одной другой лаборатории мира, а космологи тем временем «вспомнили» об экзотических частицах (гравитино, фотино, аксионах, предсказываемых современной квантовой теорией поля), которые также могут обладать отличной от нуля массой покоя. Заметим, что масса реликтовых частиц, доминирующих во Вселенной, представляет собой важнейший астрофизический параметр: от нее в конечном счете зависит характерный масштаб скрытой протоструктуры, в гравитационном поле которой после рекомбинации водорода перзичной плазмы происходит образование структуры из видимого вещества (Земля и Вселенная, 1981, № 1, с. 32.— Ред.). В космологии создалась своеобразная ситуация: увлеченно рассуждая о первичной квантовой «пространственно-временной пене», один из пузырей которой положил начало всей нашей Вселенной, мы пока не знаем ответов на более «частные» вопросы. Так, например, мы не знаем, возникла ли сначала крупномасштабная ячеистая структура (Земля и Вселенная, 1978, № 3, с. 62.— Ред.), распавшаяся затем на галактики и звезды, или же первыми образовались астрофизические



Схематическое изображение осциллирующей Вселенной с постоянной (сверху) и растущей (внизу) энтропией

объекты меньших масс (звезды и галактики), которые впоследствии подверглись гравитационному сжатию. Только будущие астрономические наблюдения и физические эксперименты позволят выбрать наиболее жизнеспособную из всех развиваемых ныне космологических гипотез.

ЧТО ЖЕ ДАЛЬШЕ?

Используя ракетную технику — детище XX века — астрономия уверенно шагнула в ближний космос, что обеспечило замечательный прогресс в области ультрафиолетовых, рентгеновских и гамма-наблюдений. Свои первые шаги сделала инфракрасная астрономия, имеющая неограниченное значение для решения фундаментальной проблемы генезиса звездных образований. Общеизвестны впечатляющие достижения радиоастрономии, обогатившие

науку о Вселенной открытиями первостепенной важности. Астрономия поистине стала всеволновой.

Что можно ожидать от наблюдений в будущем? Без сомнения, наряду с развитием оптической астрономии продолжится процесс дальнейшего освоения «нетрадиционных» диапазонов электромагнитных волн. Углубление астрономических знаний о структуре, составе и динамике окружающего нас Космоса позволит уточнить основные космологические параметры — среднюю плотность вещества и скорость расширения Метагалактики. На повестке дня — решение проблемы далекого будущего Вселенной: то есть ответ на вопрос о том, сменится ли когда-нибудь наблюдаемое ныне расширение Вселенной ее сжатием (соответственно, космологическое красное смещение — голубым)?

Бурное развитие радиоастрономии должно привести, в частности, к обнаружению квадрупольной анизотропии (Земля и Вселенная, 1977, № 6, с. 40.— Ред.) и некоторых дру-



Кандидат технических наук
М. Д. НУСИНОВ

Модель «живого» и поиск внеземной жизни

Человечество ныне успешно «обживает» околоземное космическое пространство. Происходит то, что можно назвать «биологизацией» космоса. Впрочем, за пределами нашей планеты следов «живой» материи пока не обнаружено...

ЖИЗНЬ ВО ВСЕЛЕННОЙ

В свое время большие надежды найти «внеземную жизнь» связывали с Марсом, но исследования, проведенные космическими аппаратами «Викинг», так и не дали однозначных положительных результатов (Земля и Вселенная, 1980, № 6, с. 57.— Ред.). Несостоятельными оказались пока и теории «заселения» Земли «живой» материей (бактериями и вирусами) из космоса — теории панспермии (Земля и

Вселенная, 1981, № 6, с. 57.— Ред.).

Вместе с тем от ответа на вопрос: возможно ли существование «живой» материи вне Земли? — во многом зависит и сама постановка проблемы поиска внеземных цивилизаций (SETI). Не случайно недавно образована комиссия № 51 МАС, названная «Биоастрономической», главная задача которой — координация исследований по SETI между астрофизиками, физиками и биологами. Хотя проблема происхождения жизни и возможности ее существования вне Земли занимала умы людей еще в глубокой древности (Фалес и др.), однако особую популярность она приобрела начиная с 50-х годов нашего столетия, когда в межзвездной и околозвездной средах радиоастрономы начали обнаруживать молекулы различных химических соединений. До сего времени их

обнаружено свыше 50. Значительное число из них — органические соединения и биологически значимые (вода — в виде пара и льда, формальдегид и т. д.). Ведется радионаукометрический поиск простейшей аминокислоты — глицина, входящего в состав белков растений и животных на Земле. Все это возродило надежды на возможность существования жизни вне Земли.

После этих открытий, как из рога изобилия, посыпались многочисленные гипотезы о допустимости альтернативных форм жизни во Вселенной, приспособленных подчас к весьма и весьма экзотическим условиям (например, на поверхности нейтронных звезд, в межзвездной среде, в кометах и т. п.). Интересно отметить, что в большинстве случаев авторами этих гипотез были астрофизики. Кульминацией же такого рода предполо-

гих тонких деталей в распределении электромагнитного реликтового излучения (в настоящее время для квадрупольной анизотропии получена лишь оценка сверху). Теоретики давно уже ждут от радиоастрономов численного значения амплитуды температурных флуктуаций реликтового излучения,

по которому можно будет судить о спектре первичных возмущений и природе скрытой массы во Вселенной.

Наконец, «экспериментом XXI века» может оказаться прямое обнаружение фона космологических нейтрино. Повидимому, еще позже будут открыты реликтовые гравита-

ционные волны, несущие на себе отпечаток структуры пространства-времени в горниле космологической сингулярности... Наша прекрасная, удивительная Вселенная одну за другой будет отдавать человеку свои сокровенные тайны.

ложений, на наш взгляд, может служить гипотеза известных английских астрофизиков Ф. Хойла и С. Викремасинга о кометном происхождении жизни на Земле (Земля и Вселенная, 1981, № 6, с. 57.—Ред.). Согласно их концепции, подавляющее большинство межзвездных пылинок — не что иное, как... вирусы, бактерии и водоросли!

Все указанные идеи невозможно оценить с необходимой полнотой, поскольку они не разработаны в деталях. В частности, игнорируется фаза зарождения жизни. Поэтому, из-за отсутствия детальных моделей зарождения и сущности «живой» материи, все подобные спекуляции должны рассматриваться, по-видимому, с достаточной долей скептицизма. Так как сама проблема является междисциплинарной, то ее решение требует тесной кооперации астрофизиков, биологов, физиков и др., что и предусматривается программами SETI. Сейчас, пожалуй, как никогда, необходимы «работающие» модели «живой» материи, позволяющие неспециалистам глубже понять природу живых организмов.

МОДЕЛИ ЖИВОГО

Еще в 1971 году советский ученый Л. М. Мухин указывал, что подобная модель должна, очевидно, иметь ряд ограничений и не будет полностью соответствовать истинной «живой» системе. Модель должна отражать в первую очередь такие фундаментальные свойства «живой» материи, как обмен веществ с окружающей средой; способность к самовоспроизведению и к эволюции (то есть приспособлению

к окружающей среде, а также отбору и накоплению благоприятных свойств). По современным биологическим воззрениям, жизнь во Вселенной, где бы ни возникала, не может в изначальных своих структурах сильно отличаться от нашей, земной. Иными словами, она должна существовать на поверхности земледобрых планет и базироваться в жидкой воде. Такая модель, очевидно, должна быть не только описательной, но и обладать некоторыми предсказательными возможностями. В частности, ее можно было бы использовать, разрабатывая стратегию и программы поиска «живого» вещества на других небесных телах и решая иные задачи, которые находятся на стыке астрофизики и биологии.

Один из вариантов подобной модели был разработан несколько лет назад Э. Коффи (Англия). По мнению ученого, эксперимент «Викинг» дал двусмысленные и противоречивые результаты еще и потому, что экспериментаторы не располагали необходимой моделью при планировании и подготовке эксперимента. «Живое» вещество этот автор определяет как «химическую машину, ограниченную мембраной и направляемую матричной молекулой». Указанное определение относится к простейшей ячейке живого вещества — клетке. В природе, как известно, существует громадное количество одноклеточных бактерий. Предполагается, что самые первые организмы на Земле были также одноклеточными бактериями, из которых впоследствии эволюционным путем развились многоклеточные

организмы. Тем не менее клетка — хотя и элементарная, но уже достаточно сложная ячейка, и ей присущи все характерные черты «живой» матери.

ХИМИЧЕСКАЯ МАШИНА

Всем живым организмам — от простейших одноклеточных до самых высокоорганизованных многоклеточных — для жизнедеятельности нужна энергия. Ее поставляют «пища» и свет. Живой организм использует химическую энергию, которая, по своей способности переходить в тепло, занимает промежуточное положение между механической и тепловой энергиями. Химическую энергию легко превратить в механическую, электрическую, лучистую и тепловую энергии или, напротив, получить ее из них. Существенно то, что она способна производить работу в системе с постоянной температурой, а живой организм в целом можно рассматривать приближенно как именно такую систему. При этом все живые организмы действуют подобно энергопреобразователям, в которых посредством специальных веществ — катализаторов (называемых в биологии ферментами или энзимами) — химическая энергия превращается в работу: химическую (биосинтез), осмотическую, электрическую, а также механическую. Чтобы нормально функционировать, живой организм должен вначале высвободить химическую энергию из молекул «пищи» (или поглотить световую энергию), а затем с помощью этой энергии сопрячь энерговыделяющие и энергопотребляющие процессы между собой.

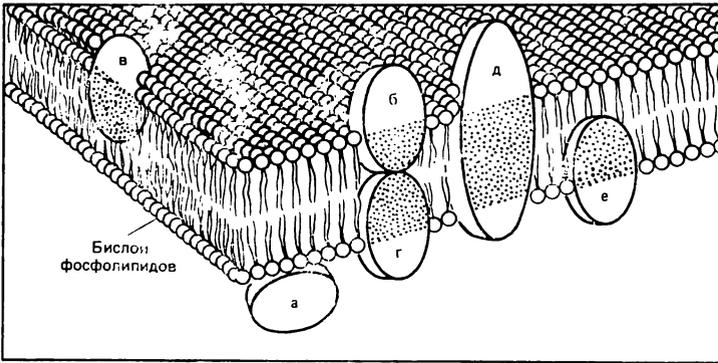


Схема строения биологической мембраны: а — е — белковые молекулы. (Из книги М. В. Волькенштейна «Физика и биология».)

Главную энергетическую роль в клетках организма играет специальное химическое соединение — аденозин трифосфат (АТФ), — которое можно рассматривать как «хранилище энергии»: оно прямо или косвенно сопрягает энерговыделение и энергопотребляющие процессы.

Химическая работа (биосинтез) непрерывно осуществляется не только во время роста, но и для поддержания жизнедеятельности взрослого организма. Сопряжение энерговыделяющих процессов с энергопотребляющими предотвращает накопление тепла в организме. В итоге клетка, функционируя, теряет лишь незначительное количество химической энергии, переходящей в тепло, а это практически сохраняет в ней условия, характеризующиеся постоянными температурами.

Функции живых клеток как автоматических химических машин заключаются главным образом в том, чтобы наиболее экономичным способом использовать имеющуюся энергию, производить необходимые для

жизнедеятельности продукты посредством последовательных химических реакций, а также воспроизводить себе подобные клетки.

Аналогия между живым организмом и машиной, конечно, в значительной степени условна. От обычных машин живые организмы отличаются способностью приспосабливаться к условиям окружающей среды и воспроизводить самих себя. Однако и это отличие теперь уже нельзя считать исчерпывающим, поскольку в последнее время появились самообучающиеся (адаптивные) ЭВМ. Теоретически показана возможность создания в будущем и самовоспроизводящихся автоматов.

В живых организмах базовые структуры и последовательность химических превращений определяют их весьма неравновесные динамические состояния. Последнее означает, что в организмах одновременно идут процессы как синтеза, так и распада веществ. В обычных же машинах, наоборот, базовые структуры — полностью статичны. Например, в тех машинах, где топливо — единственный источник энергии, только оно и подвергается химическим изменениям в процессе сгорания, то-

гда как базовые структуры (материалы), из которых машины изготовлены, остаются практически неизменными.

Наконец, весьма различны пути возникновения живых организмов и создания машин. Первые возникли, как полагают, в процессе самоорганизации неорганической, «неживой» материи в «живую» и последующей ее эволюции. Автор этой гипотезы — видный советский биохимик, академик А. И. Опарин (Земля и Вселенная, 1967, № 2, с. 27.— Ред.). Машины же создаются в результате сборки готовых деталей и блоков и при дальнейшей эксплуатации уже практически не изменяются.

МЕМБРАНА

Клетки — это молекулярные системы, состоящие из двух несмешивающихся фаз: внутриклеточной водной фазы и границы клетки (мембраны). Мембрана служит как бы клеточной «кожей». Регулируя процессы движения вещества внутрь и наружу клетки, она позволяет ей сохранять химическую структуру и свои функции постоянными, невзирая на изменения условий в окружающей среде. С одной стороны, мембрана обеспечивает избирательную проницаемость внутрь клетки многих типов молекул, используя различный «транспорт»: например, перенос ионов K^+ и Na^+ или осмотическое «всасывание» воды внутрь клетки. Но одновременно мембрана служит и эффективным барьером для неконтролируемого обмена веществ между клеткой и окружающей средой.

Толщина мембраны — порядка 10^{-8} см. Она состоит из

двойного слоя жироподобных веществ (фосфолипидов), ограниченных с обеих сторон белками. В этом слое длинные концы («хвосты») молекул расположены внутри слоя («хвост» к «хвосту»), а «головки» торчат наружу. Таким образом, с гидрофильной средой (белки, вода) по обе стороны мембраны соприкасаются только гидрофильные «головки».

При осмотическом набухании клетки (избыток воды) большинство мембран быстро увеличивает размеры. В вакууме же клеточная мембрана ведет себя, как при неограниченном осмотическом набухании, то есть рвется (Земля и Вселенная, 1981, № 6, с. 57.— Ред.).

В мембране есть каналы (микропоры диаметром 4—5 Å), благодаря которым некоторые малые молекулы (скажем, молекулы воды, размеры которых около 2,5 Å) легко проникают через мембрану в оба направления. Многие из этих микропор, по-видимому, имеют на своих поверхностях электрические заряды, что обуславливает наблюдаемые различия в скоростях переноса через мембрану положи-

тельных и отрицательных ионов и служит одной из причин возникновения мембранных потенциалов — электрических зарядов разных знаков по обеим сторонам мембраны.

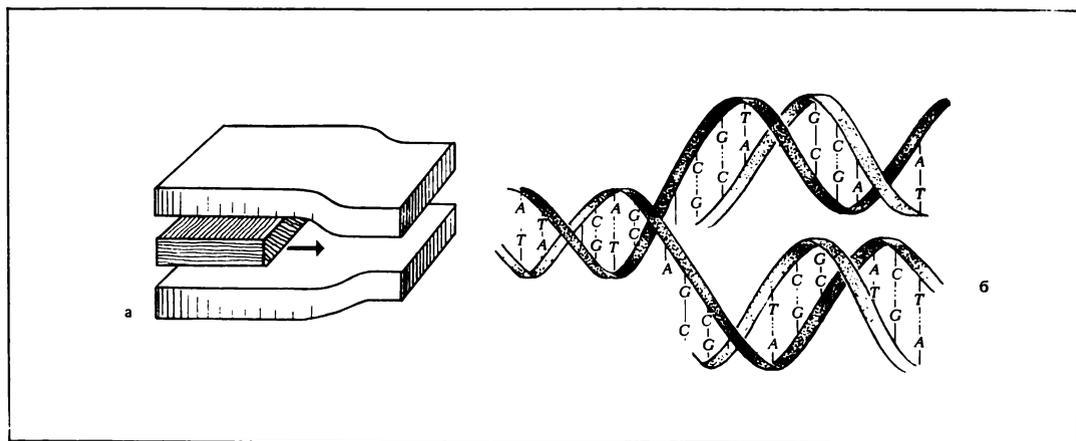
ИНФОРМАЦИОННЫЕ (МАТРИЧНЫЕ) МОЛЕКУЛЫ

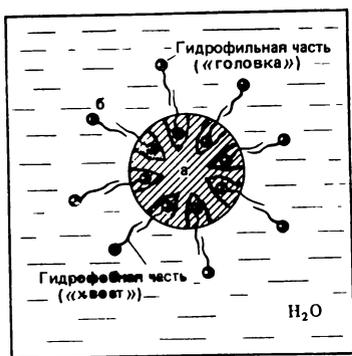
Успехи молекулярной генетики за последние десятилетия способствовали раскрытию многих секретов функционирования клеток при делении и передаче наследственной информации. Основной носитель наследственной информации в клетках всех без исключения живых организмов на Земле — гигантская молекула дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). В ней записаны химическим «языком» программы синтеза белков, второго по обилию (после воды) внутриклеточного вещества, управляющего всей жизнедеятельностью клетки. Структурно ДНК — двойная спираль, состоящая из двух химически идентичных, скрученных, подобно жгуту из двух проводов, нитей, которые пред-

ставляют линейную последовательность чередующихся в определенном порядке четырех химических соединений — нуклеотидов. Программа синтеза каждого конкретного внутриклеточного белка, записанная химическим «языком» (ген), заложена в определенной части каждой нити ДНК.

Клетки живого организма постоянно делятся, и при этом происходит передача наследственной (генетической) информации от материнской клетки к дочерним. Из каждой двунитчатой молекулы ДНК образуются дочерние молекулы ДНК, полностью идентичные материнской. Далее, в соответствии с «программой», записанной в ДНК, идет синтез внутриклеточных белков. В результате из одной клетки формируются две дочерние, причем каждая из них содержит генетическую информацию,

а — межслойный (интеркалатный) синтез на глинах.
б — репликация ДНК в «живой» материи (по А. Вейссу).
 Не правда ли, есть нечто общее в таких, казалось бы, различных процессах?





Двойная обратная мицелла в воде, содержащая глинистую частицу.
 а — глинистая частица;
 б — углеводородные молекулы

аналогичную материнской. Весь этот процесс называется репликацией.

ВНУТРИКЛЕТОЧНАЯ СРЕДА

В основе жизнедеятельности клетки лежат биохимические процессы, осуществляемые посредством химических веществ, которые непрерывно поступают внутрь клетки с водой из околочелюточной среды. С водой же из клетки выводятся и продукты ее жизнедеятельности.

У всех без исключения живых организмов клетки почти на 80% состоят из воды. Даже в наиболее «сухих» спорах микроорганизмов, пребывающих как бы в дремлющем состоянии, сохраняется до 25—40% воды. Таким образом, вода — один из главных компонентов живых клеток. Она служит универсальным растворителем, средой внутриклеточных взаимодействий.

Важнейшая роль воды в биосистемах обусловлена ее способностью легко образовывать водородные связи, которые хотя и слабее химических (ковалентных), однако сильнее межмолекулярных (ван-дер-ваальсовых). Для образования и разрыва водородных связей достаточно простого теплового воздействия и не нужно никаких катализаторов. Способность образовывать такие водородные связи объясняется особыми физическими и химическими свойствами воды, которые поэтому делают ее незаменимым участником всех внутриклеточных взаимодействий.

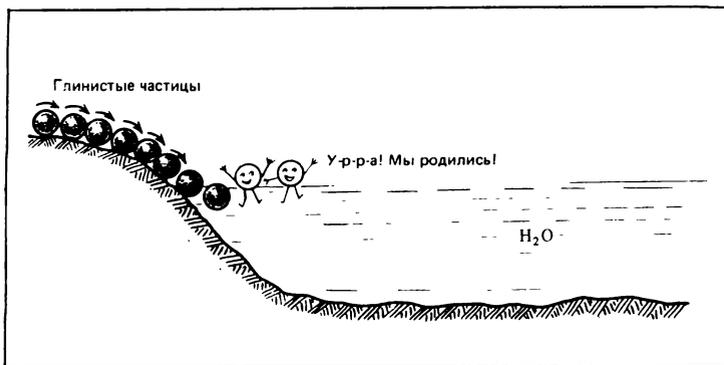
В результате подобных взаимодействий возникают специфические насыщенные водой внутриклеточные структуры, в которых быстро устанавливается неравновесное динамическое состояние, характерное для жизнедеятельности всех живых систем. Отдельные участки пространства внутри живой клетки разделены полупроницаемыми мембранами. Их свойства, как было отмечено выше, и служат причиной неравномерного распределения растворенных внутри клетки веществ и образования градиентов их концентраций. Вода свободно движется между этими пространствами в направлении осмотического градиента концентраций, тогда как движение растворенных в ней веществ строго регулируется.

ВОДА И «ЖИВАЯ» МАТЕРИЯ

Итак, жидкая вода занимает весьма специфическое положение в биологии и вовлечена во все биологические превра-

щения. По образному выражению известного биохимика Сент-Дьерди (США), «вода является материей и матрицей жизни». Материей — потому, что «живое» вещество в большой степени состоит из воды. Матрицей — потому, что «жизнь родилась (или окончательно оформилась.— М. Н.) в жидкой воде и эта ситуация не изменилась и тогда, когда жизнь распространилась на сушу и возникли земные виды жизни». А произошло это после того, как «жизнь научилась брать „океан“ с собой». Здесь Сент-Дьерди усматривает аналогию нашей кожи с «мешком», наполненным «морской водой», учитывая известное сходство между химическим составом крови человека и морской воды.

Имеются удивительные свидетельства схожего поведения (некоторых характеристик и свойств) систем «глина — вода» и «живой» материи. Так, в своих тонких экспериментах физико-химик А. Вейсс (ФРГ) показал, что системы «глина — вода» также осуществляют обмен веществ с окружающей средой, могут самовоспроизводиться (подобно ДНК) и, кроме того, способны эволюционировать. Английский биохимик А. Кэйрнс-Смит пошла еще дальше, высказав предположение: самые первые «живые» организмы на Земле были полностью «построены» из глин. Со своей стороны укажем, что подобный вывод может, по-видимому, послужить примером чрезмерной «биологизации» вопроса и на самом деле только иллюстрирует тот факт, что и «неживой» материи присущи, вероятно, некоторые характерные черты поведения «живой» материи.



своеобразный химизм, который наблюдался в эксперименте космического аппарата «Викинг», и был одним из проявлений упомянутой «преджизни»? Ведь марсианский грунт теперь уверенно отождествлен с определенным типом земных глин (нонтронитом). И те реакции, которые наблюдались, стали возможны в результате искусственного контакта между марсианским грунтом и жидкостью питательных растворов...

Так или иначе, теперь делается все более очевидным: наличие жидкой воды должно быть первейшим критерием при выборе мест поиска «живой» материи за пределами Земли.

Однако теперь уже вряд ли вызывает сомнение, что системы «глина — жидкая вода» были весьма распространены и на очень молодой, «примитивной» Земле, являя собой, по сути, образцы «преджизни», и могли в конечном итоге сыграть важную роль в процессах возникновения «живой» материи. При этом необходимо учесть: в полной мере удивительные свойства таких систем сумели проявиться только тогда, когда на Земле образовалась жидкая вода. Вот почему с достаточной долей уверенности можно заключить: как «живая» материя не способна функционировать без жидкой воды, так, очевидно, без воды она и не смогла бы вообще возникнуть (Земля и Вселенная, 1980, № 6, с. 57.— Ред.).

И, как знать, может быть, ●

Что писала «Земля и Вселенная» 20 лет назад

В космический век возникли новые науки — космическая биология и медицина. А замечательный полет нашего звездного корабля «Восход» в октябре 1964 года показал, что летающая в космосе лаборатория с коллективом исследователей на борту — это уже не мечта, а действительность.

№ 1

В течение веков ученые и философы разделяли диаметрально противоположные точки зрения: одни считали, что жизнь существует только на Земле, другие — что она существует и вне Земли. Сейчас получены некоторые косвенные данные, как будто указывающие на возможность жизни и даже цивилизаций вне Земли.

№ 6

...Вероятность жизни на Луне весьма мала. Поэтому первые лунные станции не будут оборудованы аппаратурой для обнаружения жизни. Венера также, по-видимому, безжизненна. Согласно измерениям «Маринера-2», температуры на поверхности Венеры слишком высоки для того, чтобы там была возможна жизнь земного типа... Иное дело Марс. Его климат и атмосфера отдаленно аналогичны земным. Марс свободен от заражения веществами земного происхождения. Поэтому обнаружение внеземной жизни на нем наиболее вероятно.

№ 6



Развитие юношеской любительской астрономии в СССР

СЛЕТЫ ЮНЫХ АСТРОНОМОВ

Любительская астрономия в нашей стране имеет давние традиции. Первые любительские организации, возникшие в Нижнем Новгороде (1888 год), Москве (1908 год), Петербурге (1909 год), действовали обособленно, не имея никакой поддержки со стороны царского правительства (Земля и Вселенная, 1965, № 1, с. 84 — Ред.). Еще до Октябрьской революции был организован журнал «Мироведение», в котором любители могли публиковать результаты своих наблюдений. В 1923 году появился «Бюллетень Коллектива наблюдателей Московского общества любителей астрономии». Созданное в 1934 году Всесоюзное астрономо-геодезическое общество (ВАГО) объединило все кружки и разрозненные общества в единую организацию. Но то была организация взрослых любителей астрономии.

В послевоенное время в нашей стране действовали лишь несколько астрономических юношеских и детских коллективов и школьных кружков, но тем не менее они оказали заметное влияние на последующее развитие любительской астрономии. К числу их относятся кружки при Московском планетарии (Земля и Вселенная, 1984, № 6, с. 67.— Ред.), детские коллективы в Симфе-

рополе и Куйбышеве, школьный астрономический кружок в г. Жуковском и некоторые другие. И вот в 1965 году при Центральном совете ВАГО была, наконец, создана юношеская секция. В Риге, на IV съезде ВАГО, впервые встретились активисты, руководители юношеских секций различных отделений ВАГО. Предстояло решить множество вопросов, касающихся работы вновь созданных юношеских любительских организаций, обеспечения их помещениями, оборудованием, литературой.

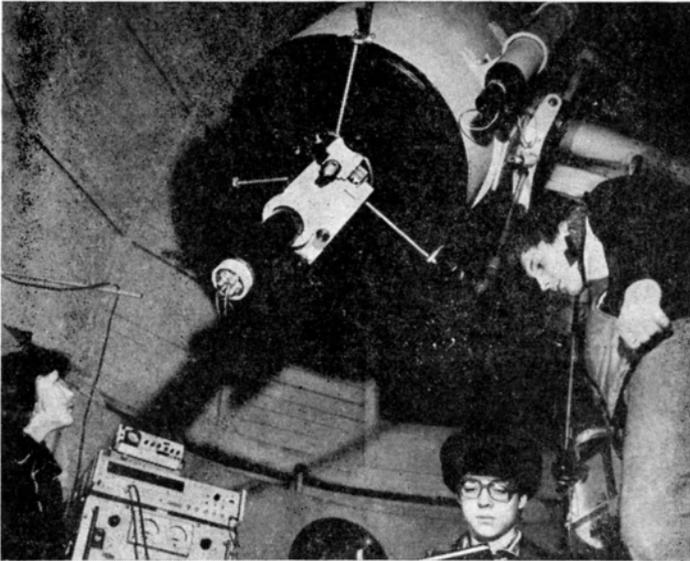
1965—1968 годы — период активного становления юношеской любительской астрономии: частые встречи, конференции, экспедиции, слеты... К ним прежде всего следует отнести встречи юных астрономов в Перевальном и Судаке во время летних крымских метеорных экспедиций (Земля и Вселенная, 1978, № 1, с. 78.— Ред.). В Крыму собирались энтузиасты из многих городов страны, чтобы обменяться опытом работы, провести совместные наблюдения, пометать о будущем. Но главное, что объединяло ребят — это огромное стремление к знаниям, желание постичь тайны Вселенной, принести посильную помощь науке, обществу.

Каждое лето рядом с Шемахинской астрофизической обсерваторией АН АзССР возникали палаточные городки юных

астрономов. В одном из них в июле 1969 года состоялся I Всесоюзный слет юных астрономов (Земля и Вселенная, 1969, № 5, с. 92; 1970, № 2, с. 82.— Ред.). В слете участвовало около 200 школьников и 40 руководителей кружков из 35 городов Советского Союза. II Всесоюзный слет проходил в Москве, в дни весенних каникул в 1971 году. Оба слета имели большое значение для дальнейшего развития юношеской любительской астрономии в СССР. После них заметно возросло число кружков, клубов юных астрономов, школьных и любительских обсерваторий.

Рабочие совещания и семинары, организованные для руководителей кружков и клубов, помогали им совершенствовать формы и методы занятий с юными астрономами, повышать уровень любительских наблюдений. Руководителями кружков становились учителя, инженеры, студенты — люди, увлеченные наукой и умеющие увлечь ею других, а также сами юные астрономы.

III Всесоюзный слет юных астрономов состоялся в 1976 году снова в Азербайджане (Земля и Вселенная, 1977, № 2, с. 82.— Ред.). Сообщения руководителей кружков и выступления юных любителей показали, насколько вырос уровень юношеской любительской астрономии за годы, прошедшие



Известным центром наблюдений Солнца является обсерватория школы № 5 города Углича. Кроме наблюдений небесных тел в кружке увлекаются постройкой астроприборов. Сергей Панков у универсального теодолита, построенного любителями
 Фото Ю. А. Гришина



Справа сверху: наблюдения имеют смысл, если они могут быть хорошо обработаны. На помощь юным астрономам приходят микрокалькуляторы. На них можно выполнить ряд сложных вычислений. Игорь Круzman, Дима Шортов, Сережа Федоров, Елена Шортова пришли в СОЛА в 4—5 классе. Интересно, что у Сережи, Димы и Лены родители были активными членами общества любителей астрономии
 Фото С. Я. Жительзейфа

после первого слета. В практике работы кружков используются современные методы исследований небесных тел и явлений. Любители создали крупные телескопы-рефлекторы с диаметрами объективов 530 мм (Баку) и 540 мм (Симферополь). И самое главное — на слете присутствовали представители многих новых коллективов юных любителей.

IV слет состоялся в 1979 году во Всероссийском пионерском лагере «Орленок», V — в Симферополе в 1982 году. Оба слета отличались от предыдущих тем, что на них съехались не только любители астрономии, но и ребята, увлеченные космонавтикой. Более 500 энтузиастов, влюбленных в науку, стали участниками курсов, карнавалов, экскурсий, выставок, творческих работ. Самыми же интересными были встречи ребят с учеными и космонавтами.

Все чаще в любительской астрономии применяются современные методы исследований. 540-мм рефлектор областной обсерватории в Симферополе снабжен новым электрофотометром, точными электронными часами, сконструированными отделом астротехники обсерватории Крымского отделения ВАГО

Фото С. Я. Жительзейфа

Внизу: чтобы хорошо вести научные наблюдения, юному астроному нужно отлично знать звездное небо. Члены Симферопольского общества любителей астрономии — Светлана Снобелина, Александр Погребняк, Ольга Медведева мечтают стать астрономами

Фото С. Я. Жительзейфа

Но слеты — это не единственная форма встреч юных астрономов. Мероприятия Всесоюзной недели науки, техники и производства, которые проводятся ежегодно в дни зимних каникул на ВДНХ СССР и в различных научных организациях, собирают вместе многих любителей астрономии. А работа астрономических смен в пионерских лагерях «Артек» и «Орленок»! Здесь у ребят вырабатываются первые навыки научной работы, они учатся наблюдать, работать с картами и атласами звездного неба. Вернувшись домой, большинство из них организуют в своих школах новые коллективы юных астрономов.

В июне 1984 года в Москве состоялась интересная конференция юношеских астрономических коллективов, посвященная предстоящим наблюдениям кометы Галлея и связанных с ней метеорных потоков. Из докладов, представленных на конференцию, любители астрономии узнали о советской и международных программах изучения кометы, обменялись опытом наблюдений комет и метеоров. Участники конференции встречались с учеными, посетили павильоны ВДНХ СССР, музей космонавтики, Московский планетарий, Дворец пионеров, Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга.

ЧЕМ ЗАНИМАЮТСЯ ЮНЫЕ АСТРОНОМЫ

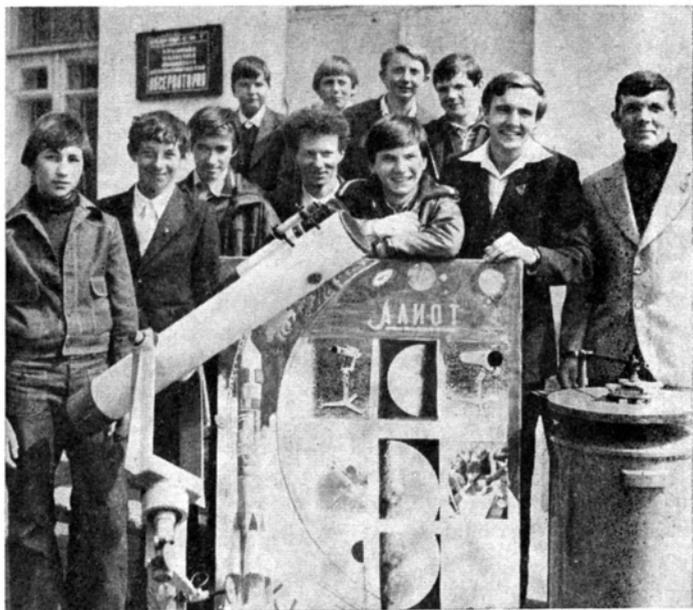
Опыт работы со школьниками, увлеченными астрономией, показывает, что они с успехом могут выполнять спектрофотометрические, фотозлектрические, фотометрические наблюдения звезд, комет, серебри-

стых облаков, то есть выполнять исследования на профессиональном уровне. Школьники могут создавать оптические приборы и проводят с их помощью серьезные научные наблюдения. Высокий уровень подготовки юных астрономов позволяет им выполнять исследовательские работы по заданиям научных учреждений. Так, например, по договору с Астрономическим институтом АН УзССР в 1980—1981 годах юные астрономы Крыма изучали астроклимат в районе Судака. Кстати, молодые крымские исследователи метеоров имеют большой международный авторитет: они участвовали в слетах юных астрономов социалистических стран в Чехословакии, проводят совместные наблюдения с Европейской федерацией метеорных астрономов (ФЕМА) и аналогичными организациями Канады, Австралии, Италии и США.

С 1977 года крымские любители астрономии стали уделять большое внимание работам по охране окружающей среды и, в частности, охране атмосферы. Вместе с членами общества охраны природы, телевидением они проводят рейды по городу, стараются сделать все, что в их силах, чтобы атмосфера была чище.

Вспышка Новой Лебедя в 1975 году, «парад планет», прохождение Меркурия по диску Солнца, появление комет Когоутека, Беннета, полное солнечное затмение 31 июля 1981 года — все эти явления вызвали новую волну интереса к астрономии. Каждое астрономическое событие любители ждали с нетерпением, заранее тщательно готовя свое оборудование (Земля и Вселенная, 1982, № 1, с. 67.—Ред.).

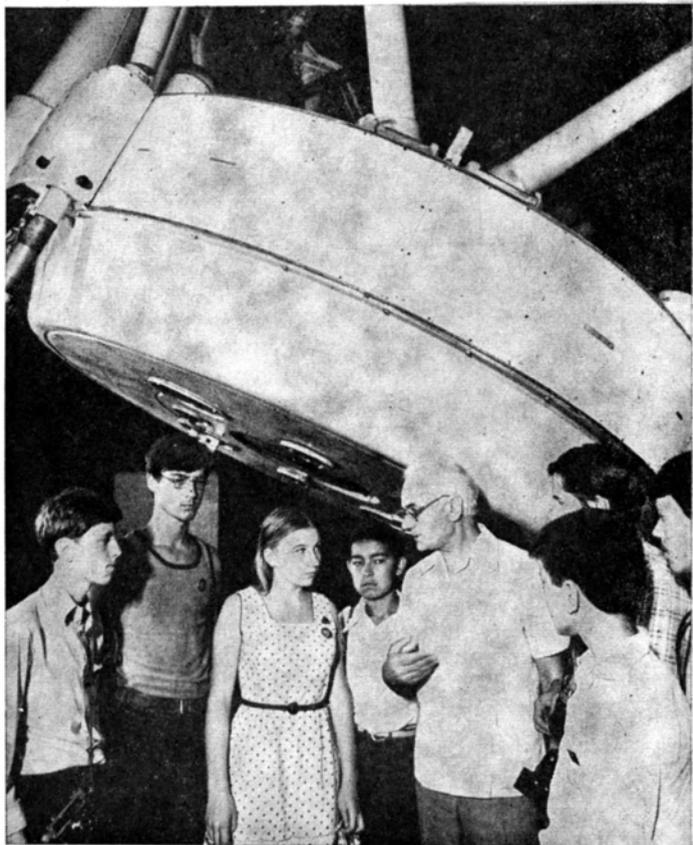
С 1980 года в Крымскую метеорную станцию им. Г. О. Зайтшикова поступило большое количество данных наблюдений метеорных потоков, в частности о высокой активности метеорного потока Персеид. Наблюдая Персеиды, юные астрономы прошли хорошую школу и накопили большой опыт метеорных наблюдений. Этот опыт очень пригодится им в таком важном деле, как изучение метеорных потоков, связанных с кометой Галлея, — Орионид и γ -Акварид. Появление кометы Галлея — новый стимул для развития любительской астрономии. Стимул и... испытание.



Вверху:
экскаваторщик А. Б. Расневич (крайний справа) увлекся астрономией, построил шлифовальный станок из стиральной машины, на нем изготовил зеркала для 110-, 150- и 210-мм рефлекторов.
С помощью школьника (ныне студента Киевского университета) Саши Долгушина (второй справа) он создал астрокружок — филиал районного общества любителей астрономии в п. Нижнегорском Крымской области

Фото Е. Н. Веревкина

Встречи с учеными и космонавтами — всегда праздник для юных астрономов, особенно когда они происходят у больших телескопов. Ученый секретарь Крымской астрофизической обсерватории В. М. Можжерин давно ведет работу с юными астрономами, он всегда увлекательно рассказывает о достижениях астрономии и космонавтики, проводит интересные экскурсии по обсерватории



ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТРУМЕНТЫ

Конечно, иметь свою обсерваторию — мечта каждого коллектива любителей астрономии. И надо сказать, что в нашей стране накоплен немалый опыт по созданию юношеских астрономических обсерваторий, станций, пунктов. Только в Крыму, например, созданы обсерватории в Симферополе, Судаке, Евпатории, планетарий в Севастополе. Строятся обсерватории в Алуште, Армянске, Солнечной Долине. Но одно дело построить обсерваторию в условиях города — и совсем другое, если речь идет о сельской обсерватории. Материальная база сельских любителей астрономии — намного хуже, чем городских, поэтому вызывает восхищение работа с юными астрономами в Ясенево Львовской области (руководитель В. А. Черняк), в Черниговке Запорожской области (руководитель В. Г. Мормыль), в Новотроицком Донецкой области (руководитель А. А. Майдик) и других местах. На самых дальних рубежах нашей страны создается новая школьная обсерватория в Дальнегорске Приморского края (Земля и Вселенная, 1984, № 5, с. 95.—Ред.).

Сейчас из-за больших помех, вызываемых сильным загрязнением атмосферы (свет, газ, пыль), наблюдать звездное небо в большом городе стало чрезвычайно сложно. Поэтому актуальным становится вопрос о развитии любительских наблюдений на базе сельских школ. Только объединив усилия городских внешкольных учреждений и сельских школ, можно решить проблему создания

Любители астрономии Чехословакии — частые гости юных астрономов Симферополя.

На снимке: любители астрономии Симферополя и Чехословакии. Крайний справа — директор Словацкого центра любительской астрономии Милан Белин

Фото Е. Н. Веревкина

сельских обсерваторий. Пример такого решения проблемы уже есть: юные астрономы города Симферополя и Судака

(тогда еще поселка) построили в 1956 году совместно метеорную станцию.

В стране хотя и медленно, но решается вопрос обеспечения любителей оптическими приборами. Продолжают нести хорошую службу школьные телескопы-рефракторы ШРТ-60 и ШРТ-80. Умелые наблюдатели успешно используют зрительные трубы ЗРТ-457, ЗРТ-460, «Турист», списанные военные бинокляры ТЭК, бинокли. Часто школьные телескопы и зри-





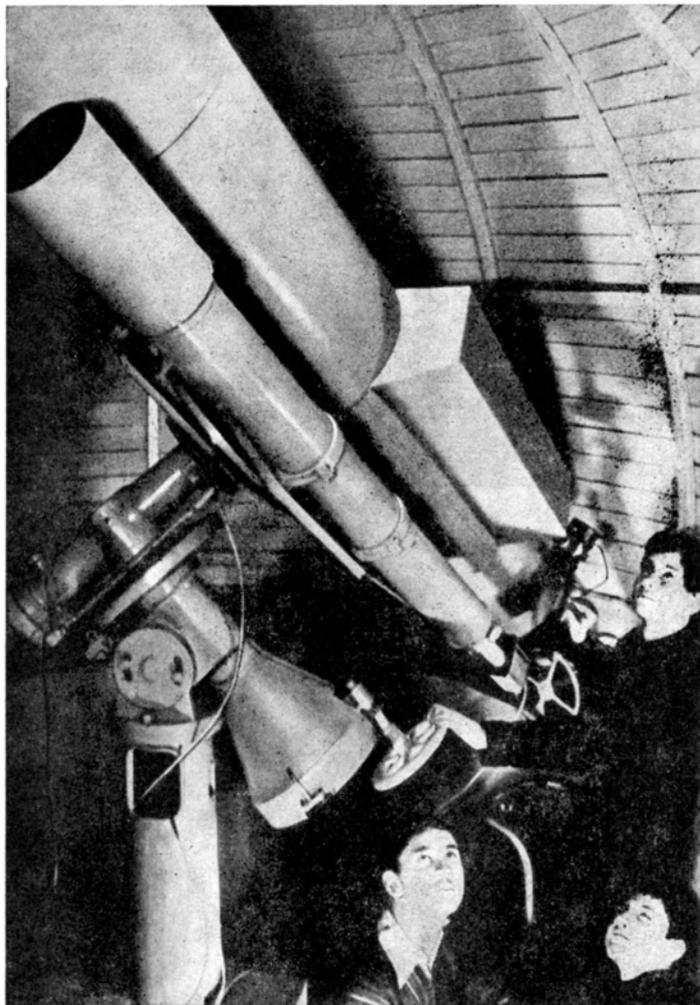
◀ Вверху:
заведующий Крымской
метеорной станцией ВАГО
В. В. Мартыненко проводит
занятия с юными астрономами

Старший преподаватель
Симферопольского
университета
кандидат медицинских
наук В. К. Сосновский
не забыл своего увлечения
астротехникой в юности.
Телескопы, которые строит
он сейчас, всегда собирают
вокруг себя ребят

Фото А. Шуста

тельные трубы с успехом используются в качестве искателей и гидов на более мощных самодельных телескопах. Появились долгожданные телескопы «Алькор» и «Мицар» — рефлекторы с диаметрами 65 и 110 мм. В различных кружках построены телескопы с диаметром 120—150 мм, но есть и крупные — от 300 до 540 мм. Широкий ассортимент фотографической оптики, выпускаемой нашей промышленностью, может удовлетворить самых взыскательных наблюдателей.

Астрономическая обсерватория Крымской областной станции юных техников, например, имеет отличный комплекс астрономических приборов: 110—



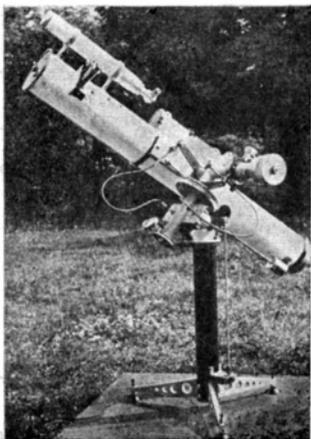
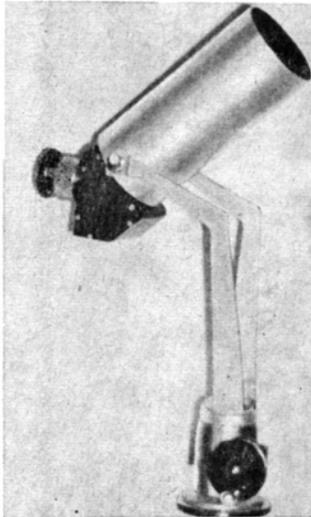
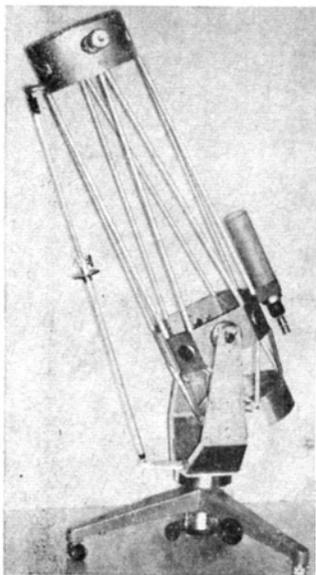
Вверху: ▶
300-мм рефлектор,
изготовленный
для юных астрономов
Крымским отделением ВАГО
с помощью Крымской
астрофизической обсерватории
и Южной станции ГАИШа

Фото С. Я. Жительзейфа

Члены клуба «Орион»
(Ужгород) готовят
к наблюдениям 210-мм
самодельный рефлектор

Фото Ю. Ю. Палко





540-миллиметровые рефлекторы, 80—300-миллиметровые рефракторы, 125-миллиметровый солнечный телескоп, спектрогелиоскоп, бинокляры, зрительные трубы, бинокли, большой набор всевозможной фотоаппаратуры, астрографы, измерительные приборы, электрофотометр, малые калькуляторы. При Крымской областной станции юного техника создан вычислительный центр. Областной юношеской астрономической обсерватории есть чем гордиться: прекрасная библиотека, большой минералогический музей отдела землеведения, а в коллекции метеоритов есть и метеорит из Каньона Дьявола (США).

Однако, к сожалению, такая картина наблюдается далеко не везде. Во многих школьных обсерваториях не хватает оборудования, построенные башни простаивают без телескопов. Совсем нет аппаратов планетариев. Только в Армении построено 5 Домов пионеров, в которых есть помещения для планетария, но они пусты.

Не решена проблема централизованного снабжения любителей телескопами и «полуфабрикатами» для их самостоятельного изготовления. Лю-

бители нуждаются в телескопах с диаметром зеркала более 120—150 мм. Нужны «запчасти» для монтаровок, червячные пары, экваториальные головки с часовыми механизмами и многое, многое другое.

Не хватает карт и атласов звездного неба. Уже давно недостаточны тиражи интересных книг по астрономии и космонавтике. Некоторые ранее выпущенные книги требуют переиздания.

Необходимо подумать о снабжении кружков современным лабораторным оборудованием (спектральными, фотометрическими, телевизионными, фотографическими приборами), вычислительной техникой.

Медленно решается вопрос постоянных летних лагерей юных астрономов, а они в таких лагерях очень нуждаются. Ведь здесь должен быть свой, особый «астрономический» режим.

Нужны, наконец, республиканские научно-методические и организационные центры любительской астрономии, юношеские обсерватории.

КТО ПОМОГАЕТ ЮНЫМ

Большую помощь любительской астрономии оказывают сотрудники обсерваторий и институтов, Астрономического совета, Комитета по метеоритам АН СССР. Велика заслуга тех ученых, которые помогают своим младшим коллегам. У юных астрономов Крыма, например, очень много помощников. Это и областной комитет комсомола, и Крымская астрофизическая обсерватория, Южная станция ГАИШ, Карадагская актинометрическая обсерватория, Крымское отделение

Юрий Петрухин
из астрономического клуба
«Парсен»
(районный Дом пионеров
города Челябинска)
построил 250-мм рефлектор
(вверху)
и 100-мм кометоискатель
(в центре);
внизу:
175-мм рефлектор
изготовлен членом кружка
«Орион» П. Борциком
(Ужгород)

Фото В. П. Шумкова

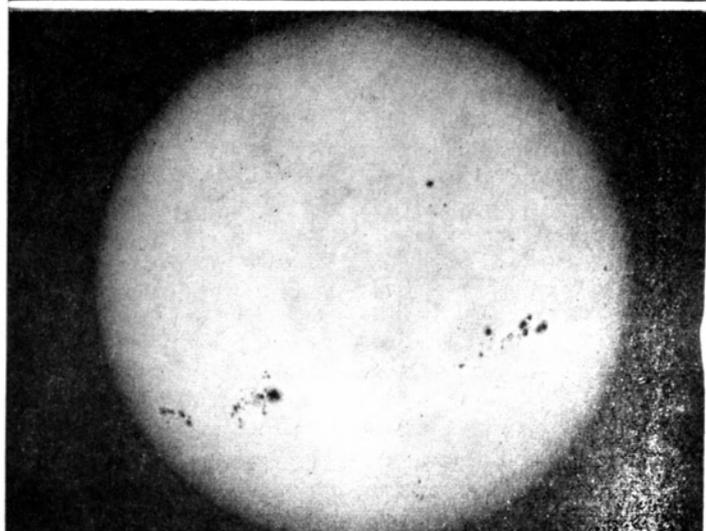
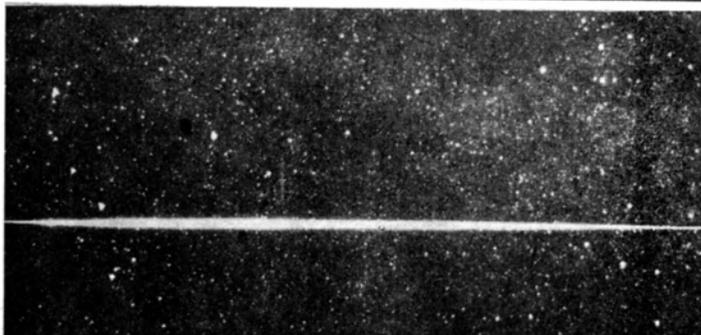
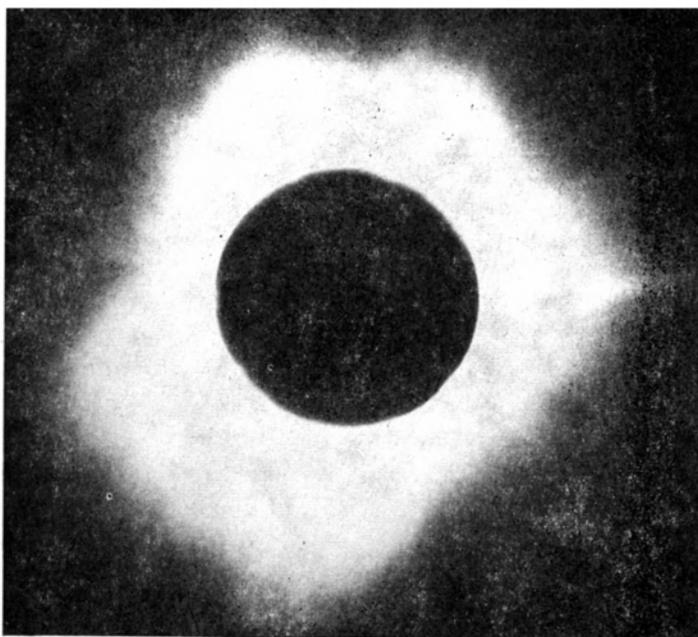
ние ВАГО и другие организации.

Телескопы, построенные взрослыми, зачастую становятся теми центрами, вокруг которых образуются новые юношеские коллективы любителей. В Симферополе, к примеру, газовщик В. Д. Самойлов с помощью отделения ВАГО построил 150-миллиметровый рефлектор. Телескоп сразу же обратил на себя внимание детворы и взрослых, и в Симферополе возник новый районный кружок. Так же поступили экскаваторщик А. Б. Раскевич из поселка Нижнегорского и рабочий совхоза «Солнечная Долина» В. Н. Аникиев.

Большое уважение вызывают люди, отдающие юным астрономам не только свое свободное время, но и вкладывающие в это всю душу. Среди них Б. Г. Пшеничнер, Н. К. Семякин, К. А. Порцевский, С. В. Широков (Москва); С. И. Сорин (Баку); Л. Л. Сикорук (Новосибирск); С. С. Войнов (Туапсе); Ю. А. Гришин (Углич); Ю. Ю. Палко (Ужгород) и многие, многие другие.

Рост юношеской любительской астрономии породил много проблем и в первую оче-

Эти прекрасные снимки получены различными коллективами юных любителей астрономии с помощью опытных руководителей: (сверху вниз) — корона Солнца 31 июля 1981 года (руководитель Генрих Селевич, Вильнюс); болид 6-й звездной величины 12 августа 1977 года над городом Суданом (руководители К. В. Кабаков и А. И. Кистищенко, Симферополь); поверхность Солнца в период максимума активности 16 октября 1981 года (руководитель Ю. Д. Онищенко, пионерский лагерь «Артеи»)



Козерог

В глубокой древности народы, населявшие Месопотамию, почитали козу как жертвенное животное. Со временем ей посвятили одно из созвездий, которое известно теперь под названием «Козерог». В период зимнего солнцестояния, когда Солнце вступало в это созвездие, вавилонские жрецы устраивали пышное богослужение в честь козы. Чтобы торжественно отметить праздник света и Солнца, они облачались в священные одежды из козьих шкур и приносили дар богам — жертвенного козла.

В античное время представление о созвездии Козерога претерпело некоторые изменения. Считалось, что это созвездие — небесное воплощение сильного, веселого, озорного бога Пана. Обычно он изображался с козлиной головой. Пан бродил по лесам, играл на свирели, покровительствовал пастухам и их стадам. Но своим видом Пан нагонял на тех, кто его встречал, невероятный страх, который и получил название «паника». Однажды Пан



Бог лесов и рощ — Пан
(бронзовая статуэтка)

и сам невероятно испугался, когда увидел великана Тифона, изрыгавшего ураганное пламя. В ужасе Пан бросился в реку, и у него тотчас появился рыбий хвост, а вот голова осталась прежней — козлиной. Зевс был настолько удивлен таким превращением, что сделал это чудовище предвестником бурь и владыкой вод и вознес его на небо. Оттуда Козерог посылает на Землю обильные дожди.

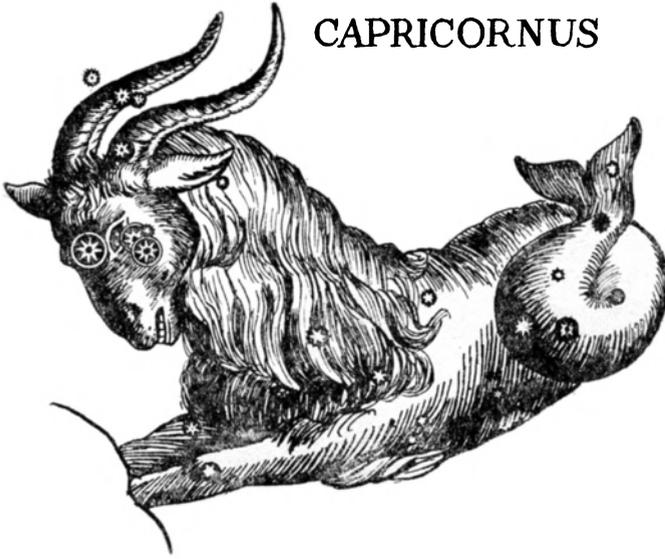
Существовала и другая древнегреческая легенда, по которой звезды Козерога образуют фигуру козы Амальтеи, той самой, что вскормила Зевса. Богиня Рея, мать бога богов, родила Зевса в глубокой пещере, куда она спряталась, чтобы уберечь сына от ярости отца его — Крона, ибо тому предсказали: один из сыновей лишит его власти. Стремясь избежать этого, Крон пожирал всех своих детей. Когда дошла очередь до последнего из них, Зевса, отчаявшаяся Рея, желая сохранить хотя бы одного ребенка, прибегла к хитрости.

редь — острую проблему кадров руководителей кружков. Центральный совет ВАГО делает многое для ее решения. Не раз уже созывались совещания руководителей астрономических кружков и секций,

написаны методические материалы, в 1978 году в Симферополе состоялся первый Всесоюзный семинар руководителей астрономических кружков. И все-таки вопрос этот еще не решен, но его нужно решать,

так как юношеская любительская астрономия вносит большой вклад в коммунистическое воспитание подрастающего поколения.

CAPRICORNUS



Она подложила Крону длинный камень, завернутый в пленку, а Зевса передала нимфам Адрастее и Идее, которые и вскормили его в пещере молоком священной козы Амальтеи. В благодарность Зевс вознес козу на небо, превратив в созвездие Козерога, а рог Амальтеи сделал рогом изобилия.

Похожие легенды существовали и у других народов. Индийцы называли это созвездие «Макара». Оно виделось им чудо-драконом, наполовину козлом, наполовину — рыбой. Некоторые народы изображали его полукрокодилем, полуптицей.

Интересно, что и в далекой Мексике, и в Перу бытовали сходные представления о созвездии Козерога. Так, перуанские индейцы праздновали новый год, когда Солнце вступало в созвездие Козерога. Для церемониальных танцев они надевали маски, напоминавшие козлиные головы, а Солнце изображали в виде козла с бородой.



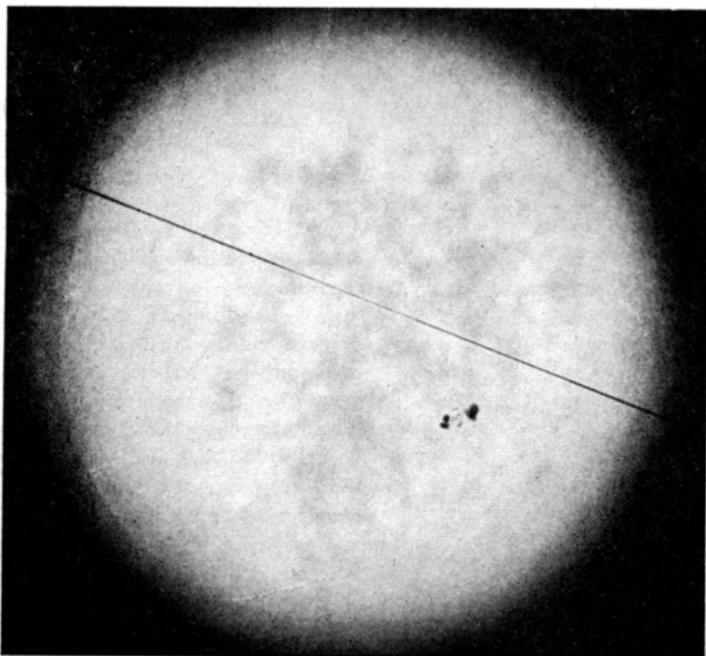
Созвездие Козерога: сверху — из атласа Я. Гевелия; в центре — из книги «Астрономия» (XVII в.); внизу — «Сотворение мира» П. Венеты (XVI в.)

Римляне считали Козерога отпрыском Нептуна, тем самым подчеркивая его морское происхождение.

Существовало множество латинских названий, связанных с этим созвездием: Aequaris Hircus (Морской козел), Imbrifer (Приносящий дождь), Neptuni Proles (Потомок Нептуна), Palagi Procella (Буря океана), Hircinus Sidus (Козья звезда), Oxirynque (Меч-рыба)...

В средние века часть латинских названий соединилась с арабскими. Из них наиболее характерное — Азazelь: козел отпущения, символ священной жертвы и искупления. А звезды получили только арабские названия. α Козерога называлась Гиеди, что означает «Лоб»; β — Дабих — «Голова козла». Когда β Козерога появлялась на восходе, совершался праздник жертвоприношения. Поэтому существовало и другое ее наименование — «Счастливы мясник». С представлением о счастье связывали и γ Козерога — Насиру, обозначавшую счастливица, который приносит добрые вести. γ и δ Козерога (Денеб Альгеди или просто Альгеди — «Хвост козла») понимали как «звездный» символ единства — «Два друга».

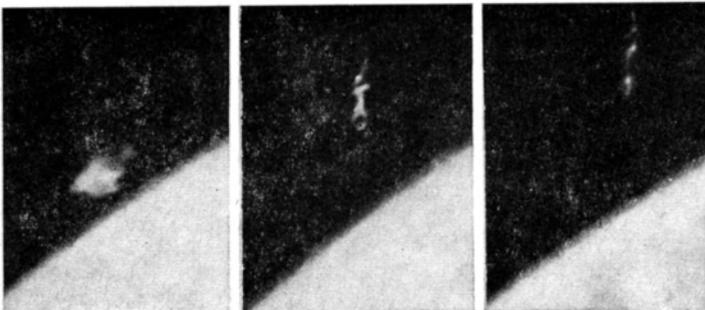
Солнце в июле — сентябре 1984 года



Фотосфера Солнца 1 сентября 1984 года

Из всех проявлений хромосферной активности наиболее интересны быстрые процессы, привлекающие внимание своей определенной «экстравагантностью». Основное их «достоинство» состоит в том, что они дают

возможность получить информацию о пространственно-временных масштабах быстрых изменений магнитных полей. Один из примеров таких явлений показан на снимке. Не правда ли, поразительный процесс трансформации газового облака в спиралевидную структуру, «ввинчивающуюся» в корональное пространство! Снимки получены С. А. Язевым



Как известно, 1984 год приходится на нисходящую ветвь очередного 11-летнего цикла солнечной активности.

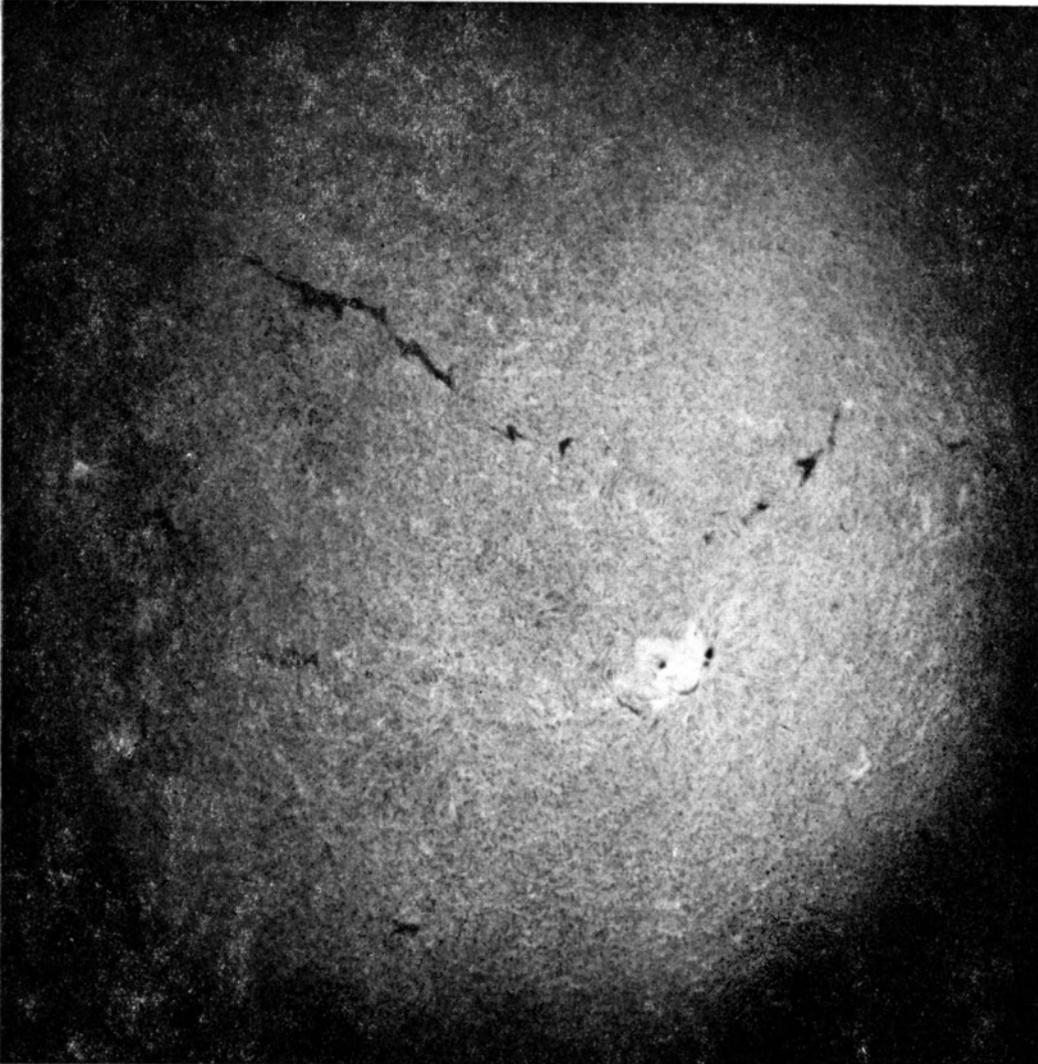
Уровень солнечной активности принято описывать числом Вольфа $W = k(10f + g)$, где f — общее число групп, обнаруженных за одно наблюдение, g — общее число отдельных пятен на диске Солнца, k — поправочный коэффициент, определяемый для каждого телескопа. В эпохи максимумов цикла число Вольфа достигает величины от нескольких десятков до полутора сотен (максимальное $W = 360$ было зарегистрировано в 1957 году). В периоды минимумов W падает до нуля.

В июле и первой декаде июля на солнечном диске од-

Вверху: хромосфера. Видна цепочка темных волокон, протянувшаяся почти через весь диск. Цепочка отмечает границы раздела полярностей продольной компоненты магнитного поля. Эта структура никак не проявляется на фотосферных снимках. Хромосфера чутко реагирует не только на возникновение и развитие сильных магнитных полей (т. е. пятен), но и на эволюцию слабых магнитных структур. Например, в мае по диску проходила весьма мощная группа пятен, сопровождавшаяся темным волокном (Земля и Вселенная, 1984, № 6, с. 78. — *Ред.*). Уже на следующем обороте пятна исчезли, но волокно продолжало существовать.

Снимки получены А. В. Боровином

Внизу: гигантское волокно (14 июня 1984 года). Протяженность его составляет около 900 тыс. км, что более чем в два раза превышает расстояние от Земли до Луны. Снимок получен С. А. Язевым



современно можно было наблюдать до 4 групп пятен, среднее значение W составляло около 45. Во второй половине июля активность заметно понизилась, отмечались 1–2 сравнительно простые группы пятен, а в отдельные дни в последней декаде июля пятен не было вовсе. В среднем число W снизилось до 20. В августе, а также в первой половине сентября повторилась июльская ситуация: вначале W было порядка 40, затем снизилось примерно

вдвое, а иногда равнялось нулю.

Соответственно и хромосферная активность была в целом также умеренной. Однако, когда на диске находилась достаточно сложная группа пятен, отмечались вспышки, например 31 августа и 2 сентября.

Интересной особенностью развития активности в июле – августе и первой половине сентября было то, что все группы пятен располагались в южном полушарии

Солнца. Это наблюдается впервые. Такого рода асимметрия отмечалась исследователями неоднократно, но, к сожалению, объяснения она пока не получила.

Все снимки получены на фотосферном телескопе АФР-3 и хромосферном телескопе полного диска Байкальской астрофизической обсерватории СибИЗМИРа.

В. Г. БАНИН
С. А. ЯЗЕВ

НОВЫЕ КНИГИ

Страницы истории отечественной астрономии

Монография Н. И. Невской «Петербургская астрономическая школа XVIII века» (М.: Наука, 1984) посвящена истории становления и развития астрономии и смежных дисциплин в России первой половины XVIII века.

Книга содержит «Введение», шесть глав («Формирование Петербургской астрономической школы», «Астрометрия и практическая астрономия», «Геодезия, гравиметрия и картография», «Небесная механика», «Астрофизика», «История астрономии») и «Заключение».

Наиболее подробно рассматривается научная и организационная деятельность в России французского астронома и географа Ж. Н. Делиля (1688–1768). В числе других зарубежных ученых он был приглашен во вновь создаваемую в то время в Петербурге Академию наук. Делилю принадлежит большая заслуга в том, что им была основана обсерватория, где он организовал астрономические наблюдения на первоклассных инструментах. В стенах Академии наук сплотился коллектив молодых исследователей, вполне достойный называться «научной школой».

Полученные из архива Парижской обсерватории микрофильмы научной переписки Делиля с виднейшими петербургскими академиками Л. Эйлером, Г. Крафтом, Д. Бернулли позволили автору проанализировать в контексте европейской науки творчество Делиля, который работал в Петербурге более 20 лет (с 1726 по 1747 год).

В книге отображены также малоизвестные стороны деятельности Географического департамента — специального подразделения Академии наук, основанного в 1735 году.

Ни одна наука так не нуждалась в собственной истории, как астрономия, «потому что эта наука основана только на наблюдениях, выполненных в разное время и в разных местах». Эта мысль Делиля была исходной для его историко-научных работ, о которых подробно говорится в монографии.

Беседы о Мире и Человеке

В 1984 году издательство политической литературы выпустило небольшую книгу Акбара Турсунова «Беседы о Вселенной», адресованную широкому кругу читателей. В этой книге «автор пытается проследить становление новой научной картины мира, в основе которой лежит кон-

цепция эволюционирующей Вселенной — одно из самых выдающихся достижений человеческого разума за всю его историю».

В книге пять глав, представляющих собой «беседы». Названия отражают содержание бесед, в которых рассматривается не только картина мира, но и проблема взаимосвязи Вселенной с условиями возникновения жизни на Земле:

- Беседа первая
Познаваемая Вселенная: «Если я — предел, то что же дальше, там?»
- Беседа вторая
Взрывающаяся Вселенная: «Был ли в самом начале у мира исток?»
- Беседа третья
Расширяющаяся Вселенная: «Конец, истребление — явлений всех завершение?»
- Беседа четвертая
Самосознающая Вселенная: «Как, откуда, зачем наш приход и уход?»
- Беседа пятая
Неисчерпаемая Вселенная: «Разве далям бесконечным измеренье есть?»

Во вступлении к своей книге автор отмечает, что он «стремится угадать и осветить те типичные вопросы, которые могут возникнуть у человека, осведомленного в современных достижениях науки, но малоискушенного в их мировоззренческо-теоретических тонкостях».



Начальник отдела информации, рекламы и печати
Советского раздела международных выставок
А. Е. ЩЕРБАКОВ

Арсенал современной геологии

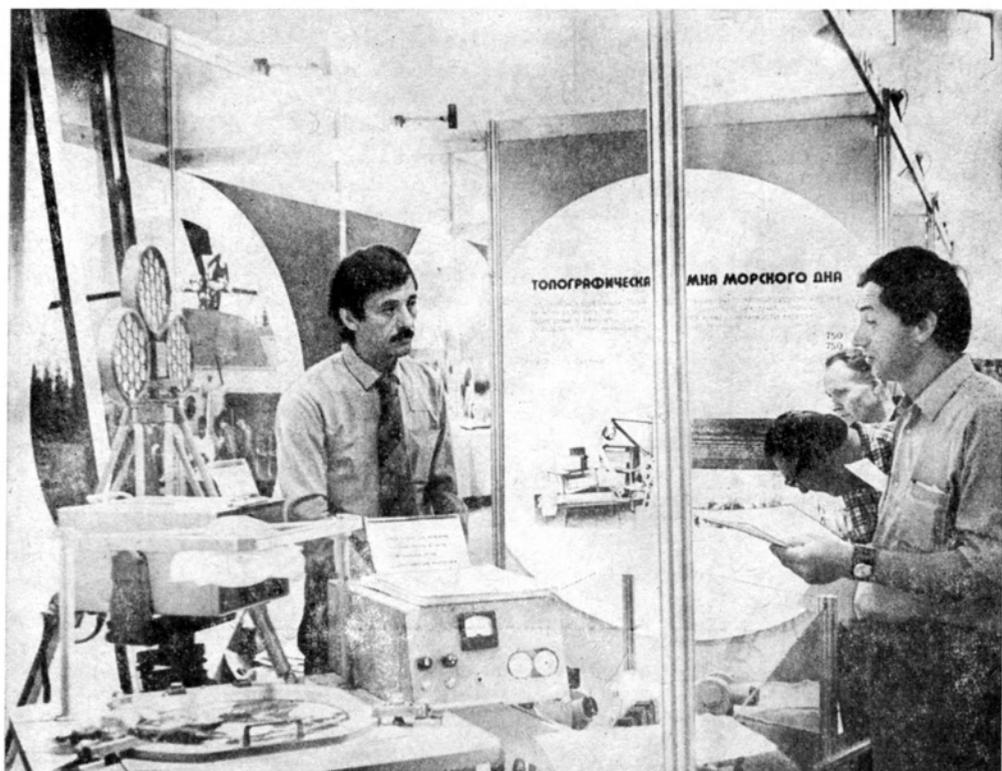
Ко времени работы XXVII Международного геологического конгресса были приурочены международные специализированные выставки «Геоэкспо-84» и «Геокарта-84». Выставки были размещены на территории выставочного комплекса на Красной Пресне в Москве. С 3 по 12 августа посетители знакомились с новейшей техникой и технологией геологоразведочных работ, научными достижениями в этой области 21 стра-

ны мира. В просторных павильонах и на открытых площадках демонстрировалось буровое, горноразведочное и обогатительное оборудование; машины, аппаратура, приборы для гидрогеологических и инженерно-геологических работ; геофизические приборы и сейсмические станции, различного рода техника для морской геологии; полевое снаряжение и транспорт; приборы для аэрофотосъемки и фотограмметри-

ческие; инструменты и станки высокого класса для обработки природного камня.

Советский Союз не только организатор этих международных смотров, но и крупнейший их участник. Его экспозиция, развернутая на площади более

У стенда советского раздела выставки, где представлено техническое оборудование для работ в Мировом океане





ГЕОЭКСПО-84

10 тыс. м², давала представление о всей гамме техническое вооружения советских геологов. Восемь разделов экспозиции СССР включали свыше 2000 экспонатов, стендов, схем. Отражающая современный научно-технический уровень геологоразведочных работ в СССР, она пользовалась неизменным успехом у посетителей выставки.

...ЧТОБЫ ВСЕ БОГАТСТВА ВЗЯТЬ ИЗ-ПОД ЗЕМЛИ

Проникая все глубже в земные недра, геологи постоянно заботятся об охране подземных кладовых. Для советских изыскателей немалую роль в этом играет сам принцип проведения геологоразведочных работ, связанный с повышением точности научного обоснования поисков и разведки полезных ископаемых, созданием

Установка для разведочного бурения УРБ-2А-2



новых методов геологических исследований. О таких впервые в мире разработанных методах достаточно полно рассказывалось в павильоне СССР, в частности в разделе «Достижения геологической науки».

...Перед нами внушительный стенд, на нем — большая фотография, где запечатлены геологи, которые держат транспарант со словами: «Есть 1000 метров! Будет 15 000». У стенда всегда многолюдно. Иностранные специалисты здесь особенно частые гости. Посетителей привлекает уникальный фактический материал, научные сообщения о строении, составе и физических свойствах древнейших образований в глубинных горизонтах континентальной земной коры. Они помогли существенно продвигнуть разработку термической модели формирования земной коры, установить геологическую природу границ разделов в континентальной коре. Появилась возможность по-новому интерпретировать данные геофизических исследований и в районах развития древних кристаллических пород. Эти достижения получены благодаря бурению уникальной Кольской сверхглубокой скважины. О «рождении» скважины, ее поэтапном прохождении и рассказывает стенд.

Наряду с глубинным геоло-

го-геофизическим изучением Земли у нас в стране широко применяются дистанционные методы. И пальма первенства здесь принадлежит дистанционным исследованиям из космоса, которые дали новый обильный материал для изучения Земли. Стенды раздела «Достижения геологической науки» рассказывают об аэро-высотных и космических средствах в изучении природных ресурсов страны. А в советском разделе выставки «Геокарта-84» можно было увидеть уникальную в своем роде «Космогеологическую карту СССР» в масштабе 1 : 2 500 000.

РОБОТ УХОДИТ ПОД ЗЕМЛЮ

К роботу мы начинаем приходить. На производстве он встал возле станка, сборочного конвейера, научился собирать часы, подавать расплавленный металл. И вот новая встреча. Робот служит геологам, он бурит землю. И как умело робот это делает, мы смогли убедиться в советском павильоне выставки.

Внешне робот похож на буровую установку, только обслуживает ее всего один человек, да и то лишь включает механизм, задает ему программу. После этого рука человека вообще не прикасается к агрегату. Все функции при бурении разведочных и эксплуатационных скважин робот-бурильщик «Узбекистан-2Э» берет на себя. И делает он эту нелегкую работу не вслепую, не наугад, а выбирает эффективный режим бурения, ведет рациональную отработку долот, контролирует вес инструмента, фиксирует параметры на перфоленте. Отличительная особенность ташкентской новинки —



В зарубежном разделе выставки

робот имеет блок защиты, так что если возникает неисправность, бурение прекращается. «Узбекистан-2Э» уже использовался в геологоразведочной экспедиции.

...Оператор запускает двигатель автомобиля ЗИЛ-131. Не прошло и десяти минут, как мобильная установка УРБ-2А-2, предназначенная для бурения различных скважин на нефть и газ, начинает работу. Эта отечественная новинка экспортируется в ГДР, Венгрию, Монголию, Румынию, Иран и другие страны. У нее много преимуществ перед зарубежными аналогами, например, наш агрегат оснащен гидравлическими опорными домкратами

и цилиндром подъема мачты, что позволяет легко и быстро проводить монтаж.

Выставка показала, что роботы, манипуляторы, автоматизированные системы и узлы, электронно-вычислительная техника находят применение не только там, где необходимо облегчить труд человека. «Умная» автоматика способна и помогать в исследовании земных недр. Роботы, манипуляторы успешно используются при разведке недр прогрессивным, невзрывным методом. В павильоне СССР демонстрировался специализированный геофизический обрабатывающий центр ЭГВК-ПС-2000, который в состоянии вести глубокую и точную обработку геофизических данных. Этот сложный механизм компактен

и вполне подходит для экспедиционных условий.

А на открытой площадке нашей экспозиции то и дело включалась по просьбе специалистов «чудо-техника» — передвижная цифровая сейсморегистрирующая система «Горизонт». Эта мощная, издали напоминающая инопланетный корабль машина способна зафиксировать малейшие, едва заметные колебания земной коры. «Горизонт» дает высокую точность регистрации, сбор данных полностью автоматизирован. Несмотря на свои габариты и внешнюю «неуклюжесть» система может «приспособиться» к сложным геологическим условиям и решать любые сейсмические задачи при разведке месторождений на нефть и газ.

А рядом разместился УПР-4. Приятно было наблюдать за безукоризненной работой строителя разрезов, также применяемого при невзрывном методе разведки. Этот аппарат, как профессиональный фотограф, готовил качественные черно-белые снимки результатов сейсморазведки и передавал информацию на ЭВМ, а та принимала окончательное решение.

Для зарубежных экспозиций также была характерна демонстрация вычислительных центров, автоматизированных систем, персональных и портативных ЭВМ, роботизированных буровых установок. Фирма «Гас мэньюфэкчуринг» (США) показывала модульные системы для судовых, автомобильных ЭВМ. Финская компания «Гополяр К. Ю.» демонстрировала на выставке дигикорд — прямоугольно-полярный координатограф, способный без помощи человека (не считая включения) «общаться» с ЭВМ, преобразовывать графическую информацию в цифровую. Французская «Компани Эропезн де петроль» показывала работу автоматической системы телеметрической регистрации, а также компьютеры, применяемые при сейсмической разведке в море. А специалисты из Италии привезли в Москву автоматические хроматографы, аминокислотные анализаторы, автоматы колориметрического анализа. Различного рода робото- и компьютерная техника демонстрировалась на стендах японских фирм.

Полуавтоматические анализаторы состава полезных ископаемых и нефтяных продуктов экспонировало Венгерское внешнеторговое объединение «Метримпэкс». Примечательно, что

на этих выставках, как и на всех других, внушительно выглядели разделы стран — членов СЭВ. В рамках сотрудничества братских социалистических государств в области геологических исследований ведется большая работа. Так, международные организации «Интерморгео», «Интергеонетгаз» координируют изучение минеральных ресурсов дна морей и океанов. Значительная роль отводится международной системе «Геоинформ». Экспонаты стендов чехословацкого внешнеторгового объединения «Стройэкспорт» показывали современные научные методы и техническое оборудование для добычи и переработки полезных ископаемых и проведения крупных геологических исследований. «Стройэкспорт» обеспечивает основную часть экспортных геологических работ, чехословацкие специалисты работали уже на всех континентах, более чем в 60 странах, и, конечно, тесные связи под-

держивают с советскими геологами. Не так много экспонатов содержала болгарская экспозиция, но они представляли единую автоматизированную систему сбора и обработки данных, полученных при полевой электроразведке.

ПАЛИТРА ЖИВОЙ ПРИРОДЫ

В советской экспозиции выставки особый интерес у специалистов и посетителей вызвала огромная коллекция минералов и руд. В СССР, как ни в какой другой стране мира, имеются практически любые горные породы. Более 2000 натуральных образцов самоцветов и изделий из камня, которые вобрали в себя как бы всю палитру живой природы, стали блестящим украшением павильона. Стенды, где демонстрировались методика и техника обработки камней, изделия из них, а также самородки, постоянно привлекали к себе внимание посетителей выставки. Чарующее богатство нашей природы особый восторг вызывало у иностранных гостей.

Экспозиция поделочных камней



НЕИЗМЕННЫЕ СПУТНИКИ ГЕОЛОГА

Как возросло сейчас значение карт — постоянных спутников геологов, — наглядно показала выставка «Геокарта-84». На ней демонстрировались комплекты различных геологических карт, а также атласы и книги. Самая большая коллекция экспонировалась в советском разделе. Здесь можно было познакомиться с картами четвертичных отложений, тектонической, инженерно-геологической и другими. Особый интерес вызывал созданный впервые в мире геологический глобус диаметром 82 см. В нашей экспозиции демонстрировались и редкие, уникальные карты, среди них — новая Геологическая карта СССР, где не

только учтены все новейшие геологические данные, но и впервые масштабом 1 : 2 500 000 для обширных участков морей, внутренних и омывающих территорию СССР, показано геологическое строение дна.

В иностранных разделах выставки «Геокарта-84» также можно было увидеть множество интересных и полезных карт. Например тектонические, геотемпературные, гидрогеологические карты Национального комитета по исследованиям Италии. Привлекали внимание карты геодинамические, тектоники литосферных плит, минерагенетические карты геологической службы США, созданные в рамках проекта «Циркум» Тихоокеанского региона. Интересные карты привез в Москву Центральный геологи-

ческий институт ЧССР, например металлогенические карты различных масштабов. С результатами картографических исследований можно было познакомиться в китайской экспозиции, на стендах других стран — участниц смотра.

Выставки «Геоэкспо-84» и «Геокарта-84» не только продемонстрировали мощь современной геологии, но и способствовали дальнейшему укреплению сложившихся и установлению новых научно-технических и торгово-экономических связей между различными странами.

Фото автора и П. Салькова

НОВЫЕ КНИГИ

О черных приливах

Гибель огромного американского супертанкера «Торри Каньон» у берегов Англии в 1967 году, когда в океан вылилось более 120 тыс. т нефти, стала очень серьезным сигналом человечеству об опасности загрязнения океана. Проблеме заражения его нефтью посвящена научно-популярная книга члена-корреспондента АН СССР А. С. Монина и В. И. Войтова «Черные приливы», вышедшая в 1984 году в издательстве «Молодая гвардия».

В шестнадцати небольших главах книги дается характеристика судов, перевозящих нефть, описываются крупнейшие катастрофы, из-за которых вошел в обиход термин «черный прилив», анализируются

их причины. Кроме обычных навигационных опасностей (посадка на мель или острые скалы), столкновений судов или взрывов и пожаров, угрозу для танкеров представляют возникающие в некоторых районах гигантские волны — «убийцы» («кей-проллеры»). Нефтяное загрязнение океана растет и в связи с крупными разливами нефти при добыче ее на континентальном шельфе. По оценкам советских специалистов, в моря и океаны ежегодно поступает около 6 млн. т нефти или 0,23% мировой добычи.

Читатель узнает о механизме распространения нефти в океане, о воздействии нефтяной пленки на климат океана, о ее пагубном влиянии на морских обитателей: после катастрофы американского танкера «Амоко Кадис» у французских берегов полтора месяца нельзя было ловить рыбу.

Сейчас разработано и уже используется на практике много методов удаления нефтяной пленки с водной поверхности. Согласно Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов предполагается сделать мировой танкерный флот «экологически чистым».

Книга предназначена для широкого круга читателей.



Наука о вечно меняющейся Земле

Издательство «Мир» выпустило в свет перевод книги известных американских геологов А. Аллисона и Д. Палмера «Геология — наука о вечно меняющейся Земле». Чем же вызвана необходимость издания именно этой книги, ведь в последние годы вышел ряд специальных и популярных книг по общей геологии как советских авторов, так и зарубежных? Во-первых, до сих пор не было на русском языке книги по геологии, где бы систематически и достаточно популярно рассказывалось об основах науки о Земле. Вторая причина — растущий интерес читателей к проблемам геологии. Экологические проблемы, развитие космических исследований, проблема минеральных и энергетических ресурсов — все это требует от специалистов разных отраслей народного хозяйства понимания основ геологии. Поэтому издание книги А. Аллисона и Д. Палмера (выдержавшей на языке оригинала семь изданий) не просто оправдано, а вызвано необходимостью заполнить пробел в популярной литературе по геологии.

Как отмечают в предисловии сами авторы, от издания к изданию содержание книги дополнялось и перерабатывалось. Ведь «непрерывно меняется не только Земля, которую мы изучаем, но и сама геология — вечно меняющаяся наука», Та-



ким образом, перевод книги, вышедшей в оригинале в 1980 году, позволит читателям получить достаточно современное представление о геологии.

Книга А. Аллисона и Д. Палмера содержит 21 главу. Во вводных главах очерчен круг задач, которые решает геология, а также рассказывается о месте Земли в Солнечной системе и основных характеристиках Земли. Особое внимание уделено ближайшей соседке и спутнику Земли — Луне. В третьей главе дается общее представление о строении вещества и о видах энергии. Несколько глав (с пятой по восьмую) посвящены минералам и горным породам. Авторы не столько описывают сами минералы и породы, сколько знакомят с общими принципами

их классификации и обсуждают условия и обстановку их образования. Основные характеристики и свойства важнейших, наиболее распространенных минералов даются в приложении.

В следующих главах (с девятой по шестнадцатую) читатель узнает о деятельности экзогенных сил и процессов — выветривании и эрозии, работе рек и ледников, процессах абразии морских берегов. Эти главы дают представление о силах, непрерывно меняющих облик Земли. Авторы стремятся донести до читателя геологическую значимость таких привычных для всех обыденных явлений, как течение рек, морской прибой, сверкающие на солнце вечные снега в горах. Здесь описывается не только непосредственное геологическое воздействие экзогенных агентов, но и дано общее представление о строении атмосферы, структуре дна океанов, основных закономерностях динамики подземных вод и гидросферы в целом.

В последних главах книги (с семнадцатой по двадцатую) авторы рассказывают об эндогенных процессах и явлениях, вызванных ими. Деформации пород и структура верхней части земной коры, тектонические движения и силы, формирующие горные складчатые области, — этим вопросам посвящена специальная глава.

Сейсмичность Земли, ее закономерности и отчасти причины землетрясений обсуждаются в следующей главе. И, наконец, внутреннее строение Земли и основы концепции тектоники плит изложены в двух последних главах книги. В завершающей главе приводятся сведения о природных ресурсах Земли и основных закономерностях размещения полезных ископаемых.

Книга включает приложения, обширный словарь терминов, предметный и географический указатели. А. Аллисон и Д. Палмер, очевидно, задумали ее как учебник, хотя об этом нигде не сказано. Но то, что каждая глава завершается кратким резюме и списком контрольных вопросов, свидетельствует — это именно учебное пособие, предназначенное в первую очередь для старших школьников. И хоть в нашей школе геология ни в средних, ни в старших классах не входит в учебную программу, несомненно, что изданный у нас перевод книги А. Аллисона и Д. Палмера найдет читателей и среди учащихся. Авторы справедливо отмечают, что понимание геологических процессов и сил, формирующих рельеф и облик нашей планеты, обогатит и наполнит новым содержанием даже туристские поездки людей, прежде с геологией незнакомых.

Можно предъявить авторам и некоторые претензии. Прежде всего это чрезмерный крен в сторону описания экзогенных сил и процессов, что видно хотя бы из простого перечня глав: экзогенным факторам посвящено восемь глав, в то время как эндогенным — четыре. Но ведь хорошо известно: роль эндогенных процессов,

то есть глубинных, порождаемых внутренними силами, возникающими в недрах планеты, в формировании облика Земли и эволюции литосферы никак не меньше, чем экзогенных, внешних по отношению к твердой Земле. Действие их взаимосвязано и взаимообусловлено, но определяющими процессами, видимо, следует все же считать эндогенные. Экзогенные агенты, например вода, ветер, лед, преобразуют и обрабатывают то, что создают, формируют эндогенные силы.

Все представление об эндогенных процессах сводится у авторов к концепции тектоники литосферных плит. Однако в такой, рассчитанной на широкий круг читателей, популярной книге следовало бы показать противоборство разных взглядов. Показать не только противоречивые подходы к обобщающим современным концепциям, но и эволюцию и смену различных гипотез в истории науки о Земле. Читателю было бы интересно прочесть исторический очерк развития геологии, но он не найдет его в книге.

Нет в книге и такого раздела, который отвечал бы нашему понятию исторической геологии. Раздел или глава, посвященные эволюции лика Земли, кажутся здесь совершенно необходимыми, что справедливо отмечено в предисловии редактором перевода Ю. Г. Леоновым. Очевидно, написанию такого раздела помешало то, что авторы книги безоговорочно стоят на принципах тектоники литосферных плит. А с этих позиций историческая геология пока не написана.

Несмотря на отмеченные недостатки, книга А. Аллисона и Д. Палмера несомненно сыграет важную роль в пропаганде и распространении геологических знаний.

Книга прекрасно и очень щедро иллюстрирована. Это сильно облегчает восприятие новых понятий и терминов для читателя, встречающегося с геологией впервые. Жаль, что некоторые фотографии, выразительные в оригинале, в переводном издании оказались выполненными на невысоком полиграфическом уровне.



Новые книги

Рожденные в грозовых облаках

Свою научно-популярную книгу, написанную в последние годы жизни, известный геолог академик Д. В. Наливкин (1889—1982) посвятил разрушительным атмосферным явлениям — смерчам («Смерчи», М.: Наука, 1984). Книга состоит из восьми глав. В первой автор описывает

строение и обсуждает причины возникновения смерчей, источник которых — грозовые облака, приводит свидетельства очевидцев о наиболее сильных смерчах в Европе, Азии и Америке. Как распространяются смерчи и какие атмосферные явления их сопровождают, читатель узнает из второй и третьей глав книги. Здесь речь идет об электрических явлениях, шаровых молниях, грозовых ливнях и граде, связанных со смерчами. В четвертой и пятой главе дается классификация смерчей.

Разрушительная сила этих воронкообразных облаков огромна. В шестой главе автор описывает самый страшный за последние столетия смерч Трех Штатов, пронесшийся 18 марта 1925 года по североамериканским штатам Миссури, Иллинойс и Индиана. Это было облако, которое сметало все на своем пути; смерч уничтожил большую каменноугольную копь и расположенный рядом рабочий поселок.

О способности смерчей переносить различные предметы, животных и растений на большие расстояния рассказывается в седьмой главе книги. Здесь, например, читатель узнает о «дожде» из рыб, крабов, медуз. В заключительной главе книги автор, профессиональный геолог, обсуждает связь атмосферных и геологических явлений.

Книга адресована всем, кто интересуется науками о Земле.

Очерки о гидроакустике

Книга И. И. Клюкина «Звук и море» (Л.: Судостроение, 1984) посвящена гидроакустике — науке о подводном звуке и отрасли техники, основывающейся на достижениях этой быстроразвивающейся науки. В пяти главах книги автор в живой и образной форме знакомит читателя с историей гидроакустики (первые упоминания о распространении звука в воде мы находим у Леонардо да Винчи), с приборами и устройствами, которые применялись раньше и используются сейчас. Лично знакомый с зачинателями гидроакустики в нашей стране, И. И. Клюкин выступает и как историк, открывая неизвестные страницы биографии русского инженера Р. Г. Ниренберга — изобретателя звукоподводной связи в России, — и советского ученого К. В.

Шиловского — создателя первого гидролокатора.

В отдельной главе рассказывается о «службе» гидроакустической техники во время Великой Отечественной войны, описываются морские сражения на Балтике и в Баренцевом море, успех которых советскому флоту во многом обеспечила гидроакустика.

В заключительной главе книги читателей ждут фантастические картины жизни будущих людей под водой, основанные, однако, на данных сегодняшних лабораторных исследований.

Жанр книги «Звук и море» необычен: здесь и воспоминания, и личные впечатления, и фантастика, и научная популяризация. Как сказал в предисловии к ней известный писатель Д. Гранин, «страстная увлеченность автора позволяет увидеть полный поэзии и романтики, мало известный широкому читателю раздел науки, этот мир звуков с его «зримыми лучами», живым шумом моря и пытливым мыслью исследователей, идущих своим бесконечным и легким путем».

Книга рассчитана на широкий круг читателей.

Книга о крымских астрономах

Вышло в свет второе, переработанное и дополненное издание книги «Звезда в подарок» (Издательство «Таврия», Симферополь, 1984). Автор книги И. И. Неяченко — известный журналист, председатель Ялтинского отделения ВАГО — знакомит читателя с выдающимися астрономами, работавшими в Крыму, с историей Симеизской обсерватории, а также с малыми планетами, открытыми здесь и названными в честь выдающихся людей, исторических событий, городов.

Книга состоит из четырех частей.

Первая — общий очерк истории зарождения в начале нашего века астрономии в Крыму и о ее дальнейшем развитии. Рассказывается о поисках и открытиях малых планет, о традициях, связанных с присвоением им наименований.

Вторая часть — это краткая история основания Симеизской обсерватории, интересный рассказ о русских и советских астрономах, работавших здесь и с честью прошедших через трудные испытания гражданской и Великой Отечественной войн.

В третьей части читатель узнает об открытых в Симеизской обсерватории малых планетах и об их наименованиях. Впервые прослеживается происхождение названий ряда малых планет.

Четвертая часть книги знакомит читателя со «вторым поколением» крымских астрономов, с созданием Крымской астрофизической обсерватории, с продолжающимися исследованиями малых планет. 404 малые планеты открыли крымские астрономы и в последние десять лет прочно удерживают первое место среди современных первооткрывателей малых планет.

В конце книги помещен список малых планет, открытых в Симеизской и Крымской обсерваториях и зарегистрированных в международном каталоге.

Земля и Вселенная

• ЯНВАРЬ • ФЕВРАЛЬ • 1/85

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

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

Первую страницу обложки (к статье **В. М. Балябанова**) оформил **А. Кашеков**.

На четвертой странице: 175-мм рефлектор, построенный членами клуба «Орион» (к статье **В. В. Мартыненко**). Рисунок **Е. Тенчуриной**.

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

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. ИЗOTOB
Доктор физико-математических наук
И. А. КЛИМИШИН
Доктор физико-математических наук
Б. Ю. ЛЕВИН
Кандидат физико-математических наук
Г. А. ЛЕЙКИН
Доктор физико-математических наук
Л. И. МАТВЕНКО
Доктор физико-математических наук
А. В. НИКОЛАЕВ
Доктор физико-математических наук
И. Д. НОВИКОВ
Доктор физико-математических наук
К. Ф. ОГОРОДНИКОВ
Доктор физико-математических наук
Г. Н. ПЕТРОВА
Доктор физико-математических 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
Кандидат технических наук
Г. М. ТАМКОВИЧ
Доктор физико-математических наук
Г. М. ТОВМАСЯН
Доктор технических наук
К. П. ФЕОКТИСТОВ

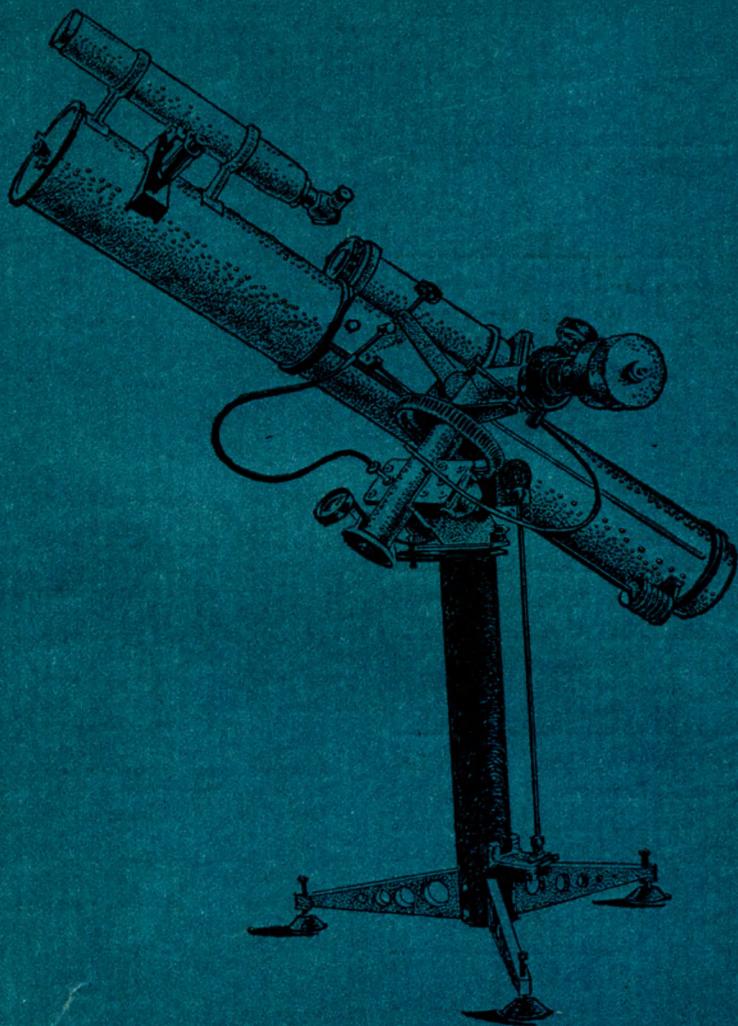
Сдано в набор 18.10.84 г. Подписано к печати 17.12.84 г. Т-22621. Формат бумаги 70×100¹/₁₆.

Высокая печать Усл.-печ. л. 9,03. Уч.-изд. л. 12,0. Усл. кр.-отт. 457,04 тыс. Бум. л. 3,5.

Тираж 40 500 экз. Заказ 668. Цена 65 коп.

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

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



Земля и Вселенная



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“
ЦЕНА 65 КОП
ИНДЕКС 70336

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА ●

1/85