

ISSN 0044-3948

1 1981 ЗЕМЛЯ  
И  
ВСЕЛЕННАЯ

· АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА ·  
ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ·

---

# ПОСТАНОВЛЕНИЕ ЦК КПСС

## О ПРОЕКТЕ ЦК КПСС К XXVI СЪЕЗДУ КОММУНИСТИЧЕСКОЙ ПАРТИИ СОВЕТСКОГО СОЮЗА

### «ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО

### И СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ СССР

### НА 1981—1985 ГОДЫ И НА ПЕРИОД ДО 1990 ГОДА»

1. Одобрить проект ЦК КПСС к XXVI съезду партии «Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года».

2. Опубликовать проект ЦК КПСС «Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» 2 декабря 1980 г. для всенародного обсуждения.

3. Провести обсуждение проекта «Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990

года» в трудовых коллективах, учебных заведениях, воинских частях, в партийных, профсоюзных и комсомольских организациях, на собраниях актива и пленумах партийных комитетов в районах, городах и округах, на областных, краевых партийных конференциях и съездах компартий союзных республик, в печати, по радио и телевидению, в системе партийной, комсомольской и экономической учебы, а также беседы по месту жительства граждан.

Генеральный секретарь ЦК КПСС  
Л. БРЕЖНЕВ.

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

53:

1	ЯНВАРЬ ФЕВРАЛЬ
---	-------------------

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

Посвящается XXVI съезду КПСС

**В номере:**

Соколов Б. С., Бреховских Л. М.— Успехи наук о Земле . . . . .	2
Кашин Л. А.— Государственная геодезическая служба в десятой пятилетке . . . . .	8
Федоров Е. К.— Изменение климата и стратегия человечества . . . . .	11
Аксенов А. А.— Сотрудничество социалистических стран в освоении морей . . . . .	14
Газенко О. Г., Парфенов Г. П., Шепелев Е. Я.— Космические перспективы земной биологии . . . . .	18
Рукавишников Н. Н.— Транспортные операции в космосе . . . . .	24
Гинзбург В. Л.— Космология и философия . . . . .	28
Новиков И. Д.— Возникновение структуры Вселенной . . . . .	32
Казютинский В. В., Левитан Е. П.— Наука о Вселенной и мировоззрение . . . . .	36

**ЛЮДИ НАУКИ**

Маров М. Я.— Мстислав Всеволодович Келдыш . . . . .	40
Ситник Г. Ф.— Сергей Владимирович Орлов . . . . .	45

**СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ**

Сурдин В. Г.— Обсуждаются проблемы физики галактик . . . . .	48
--	----

**ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ**

Обсерватории и институты — XXVI съезду КПСС . . . . .	52
---	----

**ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ**

Троицкий В. С.— Почему не обнаружены сигналы внеземных цивилизаций! . . . . .	62
---	----

**ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ**

Сикорук Л. Л.— Новосибирский клуб имени Д. Д. Максимова . . . . .	66
---	----

**ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ**

Кузьмин В. И.— Экспозиция, посвященная XXVI съезду КПСС . . . . .	70
---	----

**КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ**

Капица А. П.— Космический эксперимент «Радуга» . . . . .	74
--	----

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ . . . . .	78
---------------------------------------	----

**НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

«След» тайфуна «Вирджиния» [27]; Космос — геологам [31]; Мерзлота на Марсе [31]; Рентгеновские источники в Галактике [51]; Рентгеновское излучение звездных корон [51]; Новые книги [73, 77]; Таблицы, показывающие достижения отечественной космонавтики в период между XXV и XXVI съездами КПСС [75].



Академик  
СОКОЛОВ Б. С.

Академик  
БРЕХОВСКИХ Л. М.

## Успехи наук о Земле

**В последние годы советским ученым удалось решить ряд фундаментальных и прикладных проблем геологии, геофизики, геохимии, географии, физики атмосферы и океана.**

За период, прошедший со времени XXV съезда Коммунистической партии Советского Союза, советская наука поднялась на новый уровень, значительно расширила фронт своих исследований, содействовала решению важнейших народнохозяйственных проблем. Наука стала производительной силой общества — никогда в прошлом ей не уделялось такого внимания и не отводилась столь ответственная роль. «Партия высоко ценит деятельность Академии и будет поднимать ее роль, как центра теоретических исследований, координатора всей научной работы в стране». Эти слова, произнесенные Леонидом Ильичем Брежневым с трибуны XXV съезда КПСС, четко определили и почетное место советской науки, и программу ее развития на ближайшие годы.

Особое место в исследованиях, осуществляемых под руководством Академии наук, занимают науки о Земле. XXV съезд КПСС поставил перед ними следующие задачи:

развивать научные основы рационального использования и охраны почв, недр. Расширить комплексные исследования Мирового океана. Осуществлять дальнейшую разработку методов прогнозирования стихийных бедствий;

расширить изучение земной коры и верхней мантии Земли в целях ис-

следования процессов формирования и закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых; продолжить изучение и освоение космического пространства, расширить исследования по применению космических средств при изучении природных ресурсов Земли.

По всем этим направлениям наук о Земле за последние годы достигнуты значительные успехи.

### ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

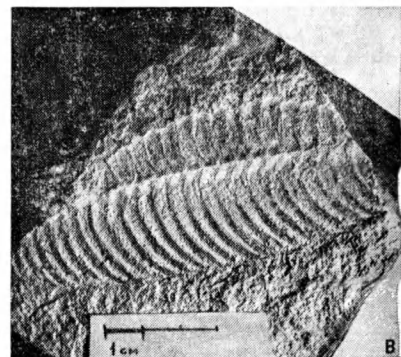
Среди проблем геологии большое значение имеет **геохронология и корреляция геологических событий и процессов**. В последнее время ощущается острая нужда в совершенствовании стратиграфической шкалы и методов стратиграфической корреляции для всего древнейшего периода истории Земли, особенно для гигантского докембрия, охватывающего 3 млрд. лет. От этих фундаментальных исследований зависит разработка геохронологических основ поисков полезных ископаемых, качество всех видов геологического картирования (в том числе современная крупномасштабная съемка), теоретических, историко-геологических синтезов, касающихся территории страны, континентов, а для последних 200 млн. лет — и всей планеты. Крупнейшее достижение советской стратиграфии за последние годы — разработка межконтинентальной корреляции верхнедокембрийских образований, которая расширила рамки точно датированной по времени геологической истории земной поверхности почти в 3 раза. Сейчас принята первая комплексная программа

палеонтологического и стратиграфического изучения докембрия на территории нашей страны. В рамках этой программы в 1978 году в Беломорском регионе была открыта самая богатая в мире фауна бесскелетных животных позднего докембрия (вендская система).

В области **литологии** советские ученые провели крупные исследования, обобщившие огромный материал по древнему и современному осадкообразованию. Наиболее интересные работы проведены в Тихом океане, они завершились построением множества карт распределения отдельных компонентов осадков в этом регионе. Изучение осадочного процесса переведено здесь на язык цифр, что придает ему объективный количественный характер. Подобные исследования выполнены также в Черном, Каспийском, Аральском, Японском, Белом морях и в крупных озерах — Ладожском, Онежском, Балхаше. Благодаря всем этим работам советская литология приобрела огромный оригинальный материал для всестороннего не только качественного, но и количественного изучения осадочного процесса в глобальном масштабе.

Работы советских специалистов в вопросах **геотектоники** получили мировое признание. Мощный поток совершенно новой информации в этой области выдвинул новые концепции глобальной тектоники планеты. Одна из этих концепций, в основе которой лежит представление о горизонтальном перемещении блоков земной коры, — тектоника плит оказалась способной объяснить многие (но далеко не все) вопросы планетарной

Зоны	Шкала докембрия СССР		Геохронологические подразделения (миллионы лет)
	Палеозой	Кембрий (Є)	
Фанерозой			
570 ± 20		570 ± 20	570 ± 20
Протерозой (РФ)	Верхний (PR <sub>2</sub> )	Венд (V)	
		680 ± 20	680 ± 20
		Кудаш (R <sub>3</sub> <sup>kd</sup> )	
		700 ± 25	700 ± 25
		Верхний (R <sub>3</sub> )	
		1050 ± 50	1050 ± 50
		Средний (R <sub>2</sub> )	
		1350 ± 50	1350 ± 50
		Нижний (R <sub>1</sub> )	
		1650 ± 50	1650 ± 50
Архей (А)	Нижний (PR <sub>1</sub> ) Карелий (К) (Афебий)		1900 ± 100
			2300 ± 100
		2600 ± 100	2600 ± 100
			3000 ± 100
		> 3500	



геологии (Земля и Вселенная, 1974, № 5, с. 20—27.—Ред.). Но эта концепция не является общепринятой. Одновременно в геологии развиваются другие, в которых главная роль отводится вертикальным движениям. Для полного понимания глобальных тектонических процессов необходимо в дальнейшем всесторонне и объективно рассмотреть и проверить все факты и гипотезы.

Разработка вопросов общей теории строения и развития земной коры привела к пересмотру учения о геосинклиналях — подвижных областях, где тектонические движения и магматические явления характеризуются большой интенсивностью. Последние данные, полученные советскими геологами, говорят о том, что геосинклинальный процесс, видимо, нужно рассматривать, как процесс формирования континентальной коры, зародившейся в недрах на океанической стадии и осуществлявшийся путем образования гранитного слоя.

В области геологии нефти и газа также имеются немалые успехи. Широко развернулось изучение геологического строения, закономерностей формирования и размещения на территории нашей страны молодых платформ, с которыми связаны скопления нефти и газа. Достиже-

#### Геохронологическая шкала докембрия

Остатки бесскелетных многоклеточных животных, найденные в докембрийских отложениях юго-восточного Беломорья: а) *Charnia masoni* Ford — колония полипов; б) *Dickinsonia costata* Sprigg — организм, возможно, относящийся к плоским червям; в) *Pteridinium nepoza* Keller — организм, который вероятнее всего относится к кишечнополостным

ния советской нефтяной геологии наиболее ярко выразились в открытии и освоении уникальной Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Она стала настоящим научно-методическим полигоном, на обширных материалах которого успешно развиваются исследования по всем основным проблемам нефтяной геологии, геофизики, геохимии, совершенствуются методы поисков и прогнозной оценки запасов.

#### ГЕОФИЗИКА

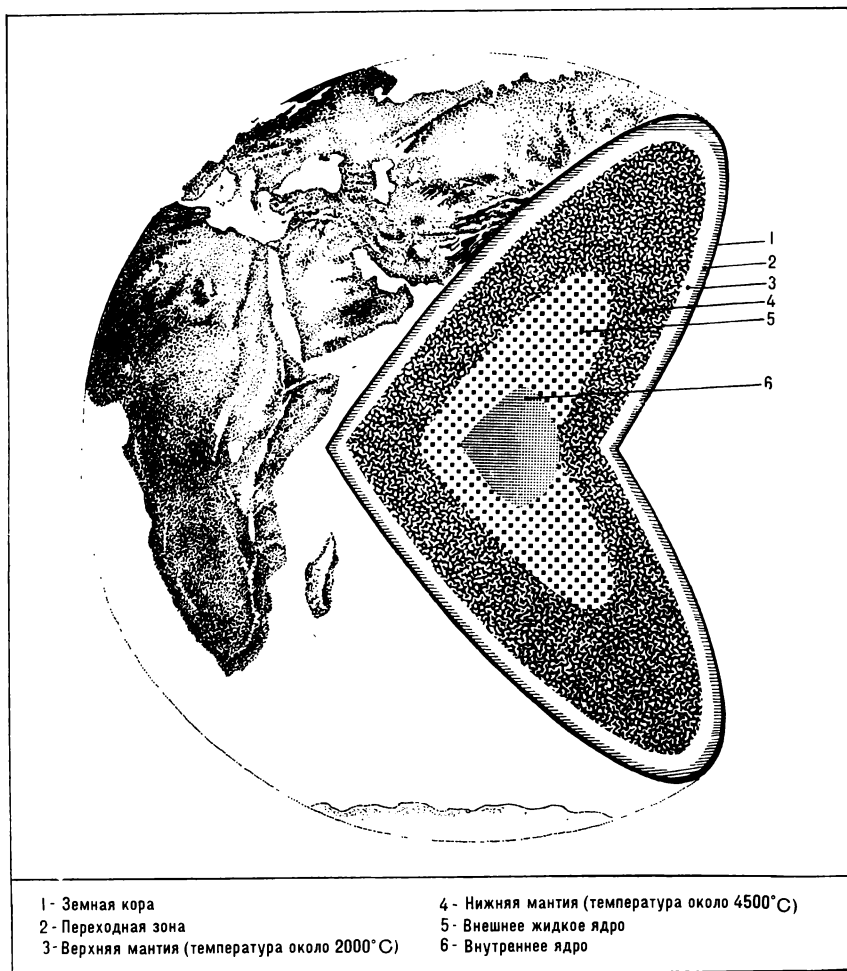
Советские ученые провели обширный цикл исследований, охватывающий проблемы эволюции планеты в

целом и ее внутреннего строения. Экспериментальные и теоретические работы принесли много новой информации о глубинных зонах Земли. Согласно последним данным, ее **ядро**, вероятнее всего, состоит из железа с примесью легких компонентов (около 20% кремния и серы). Что касается земной **литосферы**, то, как показали теоретические исследования, в ней возникают сильные напряжения, связанные с воздействием рельефа поверхности Земли. Они могут быть причиной крупных горизонтальных подвижек и деформаций.

С помощью сейсмического и магнито-теллурического зондирования во многих областях земной коры на глубине 100—200 км удалось обнаружить **астеносферный слой** (Земля и Вселенная, 1978, № 5, с. 36—42.— Ред.). Исходя из свойства астеносферы как своего рода «смазочного» слоя между литосферой и мантией Земли, геофизики разработали схему превращения горизонтальных перемещений в вертикальные, что, по-видимому, позволит в будущем лучше понять взаимосвязь различных движений в земных недрах.

Для изучения причин геологических процессов очень важно изучать связь между этими процессами и состоянием вещества в коре и верхней мантии. Исследования последних лет показали, что все типы эндогенных режимов, то есть закономерных сочетаний тектонических, магматических и метаморфических процессов, можно связать с неоднородностями теплового поля Земли. Последовательность эндогенных режимов указывает на то, что из более глубоких сфер Земли в верхнюю мантию периодически поднимаются волны тепла. А поскольку «каналы», по которым нагретый материал поступает к поверхности, распределены в недрах Земли неравномерно, то и эндогенные режимы неоднородны.

Специалисты Академии наук и Геодезической службы СССР создали опорную гравиметрическую сеть, которая служит основой для изучения **гравитационного поля** территории Советского Союза и стран Восточной Европы. На научно-иссле-



1 - Земная кора	4 - Нижняя мантия (температура около 4500°С)
2 - Переходная зона	5 - Внешнее жидкое ядро
3 - Верхняя мантия (температура около 2000°С)	6 - Внутреннее ядро

### *Внутреннее строение Земли*

довательских судах систематически изучалось гравитационное поле Мирового океана, что позволило получить новую информацию о строении земной коры под океанами.

Несколько циклов повторных измерений с первым советским абсолютным баллистическим гравиметром, проведенных на разных материках, дали интересные результаты. Впервые на Евразийском континенте удалось обнаружить квазипериодические изменения силы тяжести глобального характера (Австралийский континент характеризуется высокой стабильностью гравитационного поля). В 1975—1978 годах эти изменения достигали 10 мкгал в год.

Большое внимание уделялось также инструментальному изучению **современных движений земной коры** (Земля и Вселенная, 1976, № 2, с. 39—45.— Ред.). На территории нашей страны силами Академии наук и Геодезической службы СССР создано более 40 геодинамических полигонов, где планомерно изучаются эти движения.

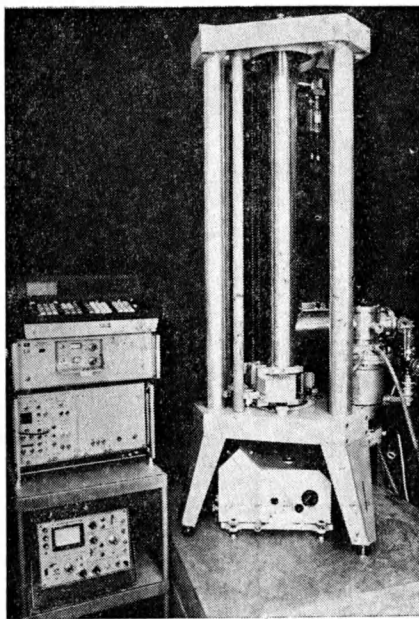
В исследование внутреннего строения нашей планеты большой вклад внесли советские **сейсмологи**. При изучении взаимосвязи геологических, геофизических и геохимических процессов, предвещающих и сопровождающих землетрясения, удалось выявить некоторые возможные предвестники сейсмических явлений (Земля и Вселенная, 1978, № 6, с. 6—24.— Ред.). В сейсмологии теперь сфор-

мировалось новое направление — изучение **физики очага землетрясений**. Оно включает качественные теории подготовки землетрясения и количественные модели предвестниковых явлений. Периодически выпускаются карты сейсмического районирования территории СССР, на которых показаны зоны вероятного возникновения очагов землетрясений разной силы, зоны сотрясения различной балльности, частота повторяемости землетрясений и другие сведения, необходимые при жилищном и промышленном строительстве в сейсмических районах.

Изучение **теплового режима** нашей планеты и теплового потока на ее поверхности дает ключ к пониманию многих процессов в недрах Земли. Сейчас ученые пришли к выводу о высоком тепловом потенциале верхней мантии. Построена геотермическая модель европейской части СССР, Кавказа, Байкальского рифта, Арктического бассейна и срединно-океанических хребтов. Геотермический метод открывает заманчивую перспективу независимого определения глубины астеносферы, что создает основу для «термического зондирования» земной коры и мантии.

Исключительно интересные результаты получены советскими **космохимиками**. Теперь они располагают данными об атмосфере и породах, слагающих поверхность Венеры (Земля и Вселенная, 1978, № 4, с. 13—18.— Ред.). Состав горных пород на Венере разнообразен (они близки к земным щелочным базальтам и гранитоидам), а высокое содержание радиоактивных элементов говорит о глубокой степени дифференциации ее первичного вещества.

Изучение образцов грунтов, доставленных советскими автоматическими станциями с Луны, с учетом результатов американских исследований позволило установить глубокое различие пород, слагающих ее «морские» и «материковые» районы. Накопленные сейчас материалы свидетельствуют, что ранние стадии развития не только Луны, но и планет земного типа были очень похожими. Поэтому их можно использовать для построения модели ранней эволю-



*Абсолютный баллистический гравиметр, созданный в Советском Союзе*

ции Земли (Земля и Вселенная, 1980, № 4, с. 17—22.— Ред.). Изучение планет не ограничивалось геохимическими методами. Советские ученые составили «геологические», а также тектонические и «геоморфологические» карты Луны и Марса, а анализ космических фотографий показал, что на Меркурии, Венере и Марсе, как и на Земле, возможны тектонические движения.

## ОКЕАНОЛОГИЯ

Мировой океан играет все большую роль в жизни людей, поэтому сейчас особую актуальность приобретают фундаментальные и прикладные научные исследования в морях и океанах. Одно из главных достижений в области физики океана — создание нового представления о динамике его вод. Во многих районах Мирового океана удалось проследить **вихревые образования синоптического масштаба**, в которых сосредоточена основная энергия океанских течений. Это открытие, радикально изменившее взгляд на циркуляцию вод, теперь используется

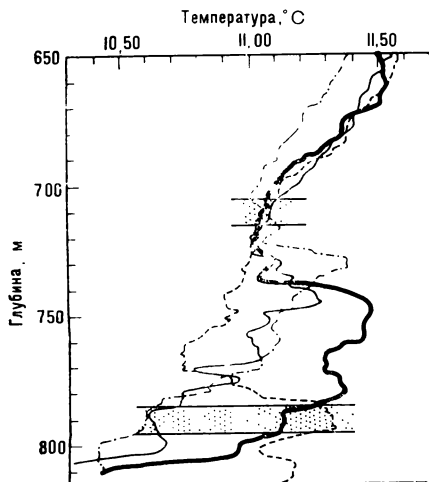
для построения теоретических моделей крупномасштабной циркуляции в океане и взаимодействия его с атмосферой (Земля и Вселенная, 1979, № 3, с. 14—18.— Ред.).

На гидрофизическом полигоне в юго-западной части Северной Атлантики были проведены уникальные экспедиционные исследования по советско-американской программе ПОЛИМОДЕ. 19 буйковых океанографических станций больше тринадцати месяцев непрерывно регистрировали на глубине до 1400 м скорость течений и температуру воды. Было зарегистрировано около 20 вихрей синоптического характера; они имели горизонтальные размеры от 150 до 400 км и перемещались со скоростью 3—10 км в сутки (Земля и Вселенная, 1979, № 4, с. 63—67.— Ред.).

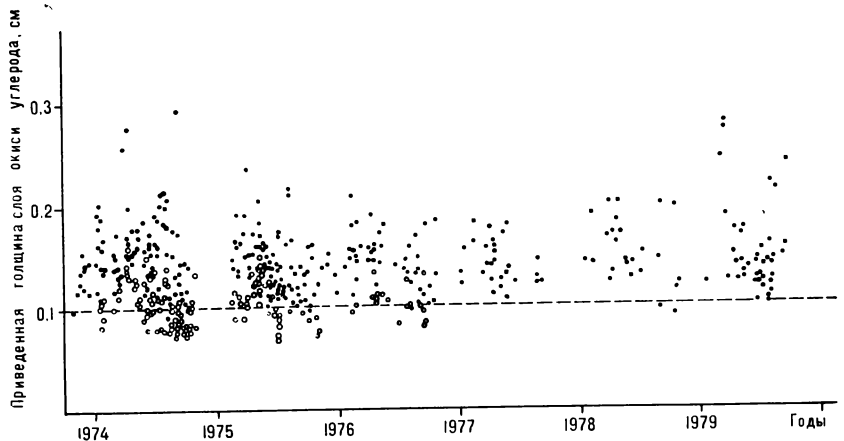
Очень интересные результаты были получены при изучении **тонкой структуры вод океана**. Оказалось, что почти все характеристики воды — температура, соленость, плотность, скорость течения — изменяются с глубиной не плавно, а скачками. Скачки происходят на границе 1—30-метровых слоев, на которые разделяется вся толща океана (внутри этих слоев характеристики воды остаются почти постоянными). «Прослоенность» океана по скорости течений впервые была обнаружена советскими учеными.

В последние годы удалось провести первые отечественные эксперименты по сбору и обработке **комплексной океанографической информации с помощью специального океанографического спутника «Космос-1076»** и долговременной орбитальной станции «Салют-6». Эти эксперименты положили начало системе оперативного глобального измерения из космоса характеристик океана, необходимых для прогнозирования погоды и изучения гидрофизических полей.

Большое внимание теперь уделяется **борьбе с загрязнением акваторий океанов и морей нефтепродуктами**. С помощью специальной аппаратуры был исследован уровень нефтяного загрязнения в различных районах, кроме того разработаны и ис-



*Изменчивость температуры тонкоструктурных прослоек вод в Аравийском море. Данные получены в течение суток в одной и той же точке (7-й рейс научно-исследовательского судна «Дмитрий Менделеев», 1972 год). Заштрихованы области наименьшей (сверху) и наибольшей (внизу) изменчивости температуры*



*Среднее содержание (за день) окиси углерода над Москвой (черные кружки) и Звенигородом (белые кружки). Пунктиром показано среднее фоновое содержание окиси углерода. По оси ординат отложена приведенная толщина слоя чистой окиси углерода (в сантиметрах) на поверхности планеты при давлении в 1 атм*

пытаны новые средства для ликвидации нефтяной пленки на поверхности воды. Во время эксперимента с контролируемым разливом нефтепродуктов в Японском море удалось оценить влияние нефтяной пленки на кислородный обмен между океаном и атмосферой.

Значительных успехов добились советские специалисты, изучающие геологию дна Мирового океана. Они завершили цикл работ, посвященный исследованиям железомарганцевых конкреций, занимающих обширные площади дна и представляющих важное сырье для народного хозяйства. Оказалось, что образование металлоносных осадков в юго-восточной части Тихого океана (содержащих железо, марганец и другие металлы) обусловлено генерацией океанической коры на срединных хребтах и интенсивностью гидротермального процесса в верхних слоях донных пород.

Очень важны с научной и практической точки зрения биологические исследования, проведенные в последние годы в океане,— изучение его

биопродуктивности, биогеографических характеристик, фауны на различных глубинах (включая максимальные, в глубоководных желобах). Последнее особенно важно, поскольку теперь все чаще приходится смещать районы рыбных промыслов на большие глубины.

#### ФИЗИКА АТМОСФЕРЫ И МЕТЕОРОЛОГИЯ

В этой области наук интенсивно изучались радиационные процессы, турбулентность и распространение примесей в атмосфере, развивались новые методы дистанционного зондирования атмосферы с искусственных спутников Земли. Все это необходимо для понимания глобальных изменений климата и создания физических основ его теории, а также для усовершенствования гидрометеорологических прогнозов. В этом смысле очень интересна научная программа «Разрезы», предложенная академиком Г. И. Марчуком и его сотрудниками. Используя аппарат сопряженных уравнений термогидродинамики, можно будет выявить области Мирового океана, где проходят наиболее активные процессы его взаимодействия с атмосферой. Сейчас уже получены некоторые закономерности в конкретных районах (Западная Сибирь, Алтайский край) и временные сдвиги, характерные для переноса крупных температурных аномалий из океана в прогнозируемые районы.

В работах по Первому глобальному эксперименту (ПГЭП) Программы исследований глобальных атмосферных процессов (ПИГАП) с участием советских научно-исследовательских судов был собран уникальный материал об общей циркуляции атмосферы и океана, о сезонной изменчивости погоды и климата, о взаимодействии атмосферы и океана (Земля и Вселенная, 1980, № 2, с. 47—50.— Ред.). Исходя из данных о поверхности и атмосфере Земли, полученных с помощью искусственных спутников «Космос-149», «Космос-243», «Космос-320» и «Космос-384», были разработаны методы дистанционного определения параметров атмосферы. Эти результаты уже используются при разведке природных ресурсов Земли космическими средствами. Теоретики разработали теорию подобия для общей циркуляции планетных атмосфер, создали классификацию режимов общей циркуляции. На базе ее удалось оценить основные характеристики климата Земли, Венеры и Марса.

По всей стране проводились изме-



рения газовых примесей во всей толще атмосферы. Для этой цели создана спектроскопическая аппаратура, которой оборудуются передвижные автомобильные лаборатории. Ученые установили избыточное содержание угарного газа над промышленными городами, проследили зависимость превышения нормы загрязнений от метеоусловий. По поручению Моссовета ведутся регулярные наблюдения угарного газа над Москвой. Закончившаяся несколько лет назад экспедиция в Антарктиду исследовала планетарное распределение угарного газа и метана (Земля и Вселенная, 1978, № 4, с. 58—61.—Ред.).

#### ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ

Растущие темпы освоения естественных ресурсов Земли вызывают глубокие изменения в окружающей человека природной среде. Поэтому географические науки главное внимание уделяли поиску наиболее рациональных путей использования природных ресурсов и охране среды. Интенсивно изучалось развитие производительных сил Сибири, проблема рационального использования, охраны и воспроизводства природных ресурсов Байкала. Современными геофизическими методами в Курской области изучались природные экосистемы лесостепи и их антропогенные изменения.

С помощью современных точных методов гляциологам удалось понять динамику изменений пульсирующих ледников Кавказа, Тянь-Шаня и Памира и дать соответствующий прогноз водного баланса для предгорных районов. Разработаны предложения о мероприятиях для предотвращения стихийных бедствий в горных областях — селей, обвалов и т. д.

Дальнейшее развитие народного хозяйства поставило перед наукой ряд сложных проблем, связанных с вопросами водных ресурсов. Это — и эффективность природопользования, и изменения условий жизни человека, вызванные регулированием речного стока в водохранилищах и территориальным перераспреде-



*Такие многоэтажные здания построены в городе Мирном Якутской АССР. Они стоят на фундаменте новой конструкции (железобетонные сваи с встроенными охлаждающими устройствами)*

нием водных ресурсов. Здесь проблемы, связанные со строительством плотины для защиты Ленинграда от наводнений, переброской части вод северных рек для орошения и стабилизации уровня Каспийского моря, озер Иссык-Куль и Севан, управления соленостью Аральского моря. Сейчас намечается первая очередь переброски части стока в южные районы, и в связи с этим были разработаны комплексные оценки возможных изменений в окружающей среде. Недавно были разработаны рекомендации, касающиеся инженерных и биологических природоохранных мероприятий при строительстве и эксплуатации сооружений по добыче и транспорту газа на севере Си-

бири. Сейчас они внедряются на действующем газопроводе Мессояха — Норильск и в районе промыслов Соленое и Мессояха.

За последние годы советские ученые получили огромный объем информации в различных областях наук о Земле. В ряде случаев это привело к коренным изменениям представлений о планете, на которой мы живем. Например, изучение океанов на наших глазах изменяет не только основы геологической теории, но и все естественно-исторические взгляды. Кроме того, возникают новые науки, а многие современные проблемы перестали быть региональными, они приобрели глобальный характер.



Первый заместитель начальника  
Главного управления геодезии  
и картографии при Совете  
Министров СССР  
кандидат технических наук  
КАШИН Л. А.

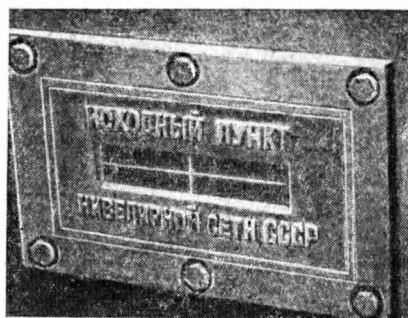
## Государственная геодезическая служба в десятой пятилетке

Государственная геодезическая служба СССР обеспечивает производство астрономо-геодезических, топографических и картографических работ, повышение их эффективности, осуществляет государственный геодезический надзор в стране, организует научные исследования в области геодезии и картографии.

### АСТРОНОМО-ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ СЕТЬ

В десятой пятилетке продолжалось дальнейшее развитие астрономо-геодезической сети (АГС) путем построения сплошных сетей триангуляции второго класса с точностью измерения углов порядка  $0,7-0,9''$  с определением астрономических широт, долгот и азимутов и измерением расстояний светодальномерами по программе первого класса. Начата подготовка к новому общему уравниванию астрономо-геодезической сети. Если при предшествующем уравнивании астрономо-геодезической сети отдельными блоками погрешности передачи координат на расстояние 8000—9000 км составили 3—4 м, то теперь ставится задача реализовать всю заложенную в АГС высокую точность всех видов измерений и тем самым значительно повысить научную и практическую значимость этого уникального геодезического построения.

В 1977 году была разработана новая программа развития нивелирной сети СССР до 1990 года. Предполагается проложить новые и вновь



*Горизонтальная черта, нанесенная на этой медной пластинке, принята за начало отсчета (нулевой уровень) высот нивелирной сети СССР. Доска укреплена на устое моста через Обводной канал в Кронштадте*



пройти существующие нивелирные линии, в первую очередь это планируется для восточных и сейсмически активных районов. В десятой пятилетке было закончено очередное уравнивание нивелирной сети СССР. Единая система высот теперь распространена на всю территорию страны (исходная точка отсчета — нуль Кронштадтского футштока на Балтийском море). Точность передачи высот от исходного нуля до уравниваемых станций Берингова моря, по данным математической обработки, получилась равной 15—20 см. Это свидетельствует о высокой точности нивелирной сети СССР. Впервые геодезисты располагают данными о разностях уровней всех морей СССР, что имеет большое практическое и научное значение.

В настоящее время при уточнении фигуры Земли важно не только определять параметры земного эллипсоида, но и решить сложные и тонкие динамические задачи — выяснить, как изменяются во времени координаты точек земной поверхности и элементы гравитационного поля Земли.

### ИЗУЧЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ

В последние годы придается большое значение исследованиям деформаций земной коры геодезическими методами. С этой целью во многих районах страны развернута сеть гео-

*Павильон, в котором установлен мареограф (прибор, измеряющий уровень моря) Кронштадтского футштока*

динамических полигонов. В содружестве с Академией наук СССР научно-исследовательские учреждения и производственные предприятия Главного управления геодезии и картографии активно участвуют в разработке проблемы предсказания землетрясений (Земля и Вселенная, 1978, № 6, с. 6—24.— Ред.). Развитие сети триангуляции и нивелирования первого и второго классов дало возможность к настоящему времени практически во всех сейсмически опасных районах СССР заложить «эпоху» геодезических данных. Таким образом, на значительных территориях (полигонах), зная деформации земной коры, теперь можно решать различные научно-технические задачи и производить сейсмораионирование. Данные о деформации необходимы для теоретических расчетов сил, накапливающихся в недрах Земли и в конце концов вызывающих землетрясения. Например, повторное определение координат точек земной поверхности, выполненное после известного Газлийского землетрясения 1976 года в Средней Азии, выявило деформации земной коры, достигавшие в районе эпицентра одного метра в плане и по высоте. Геодезические измерения позволяют обнаружить и сравнительно небольшие деформации — порядка нескольких миллиметров в год. Такая информация была весьма полезна при микросейсмораионировании Алма-Аты, Ташкента и других городов. Она помогает определять просадки земной поверхности в районах добычи полезных ископаемых, особенно угля, нефти и газа.

#### КОСМИЧЕСКАЯ СЪЕМКА — КАРТОГРАФИИ

В соответствии с решениями XXV съезда КПСС в Советском Союзе осуществляется Комплексная программа использования космической техники для изучения природных ресурсов Земли. Космическая фотосъемка сейчас стала широко применяться при картографировании труднодоступных районов страны (Памира, Тянь-Шаня), а также для картографирования Антарктиды.

Главное управление геодезии и картографии через Государственный центр «Природа», находящийся в его ведении, обеспечивает материалами космических съемок многие производственные организации и научно-исследовательские институты страны. Как известно, съемка из космоса, выполняемая в картографических целях, имеет много преимуществ перед другими традиционными методами создания карт (Земля и Вселенная, 1977, № 4, с. 15—16.— Ред.).

На основе космических съемок теперь создаются не только мелко-масштабные топографические, но и тематические карты, характеризующие состояние сельскохозяйственных угодий, лесов, зоны шельфа морей, а также геологические структуры и океанические течения (Земля и Вселенная, 1980, № 4, с. 42—47.— Ред.). При геологическом картировании, например, используются свойства изображений в ближнем инфракрасном диапазоне, когда ослабляется влияние растительного покрова местности и более четко выделяются структура поверхности Земли и эрозионные явления. На спектральных снимках отчетливо выделяются неоднородности лесов, различие сельскохозяйственных угодий, поражение растительного покрова вредителями.

#### КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ШЕЛЬФА

С каждым годом в экономике нашей страны возрастает значение минерально-сырьевых и биологических ресурсов шельфа морей. В решениях, принятых XXV съездом КПСС по основным направлениям развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы, планировалось интенсивное развитие геологоразведочных работ в шельфовых зонах. Особое место в связи с этим имеют картографические работы. К ним в десятой пятилетке приступили специалисты Главного управления геодезии и картографии. В отличие от навигационных, топографические карты шельфа должны не только достоверно передавать рельеф морского дна, но и его морфологическое строение, характер грунтов и все разнообра-

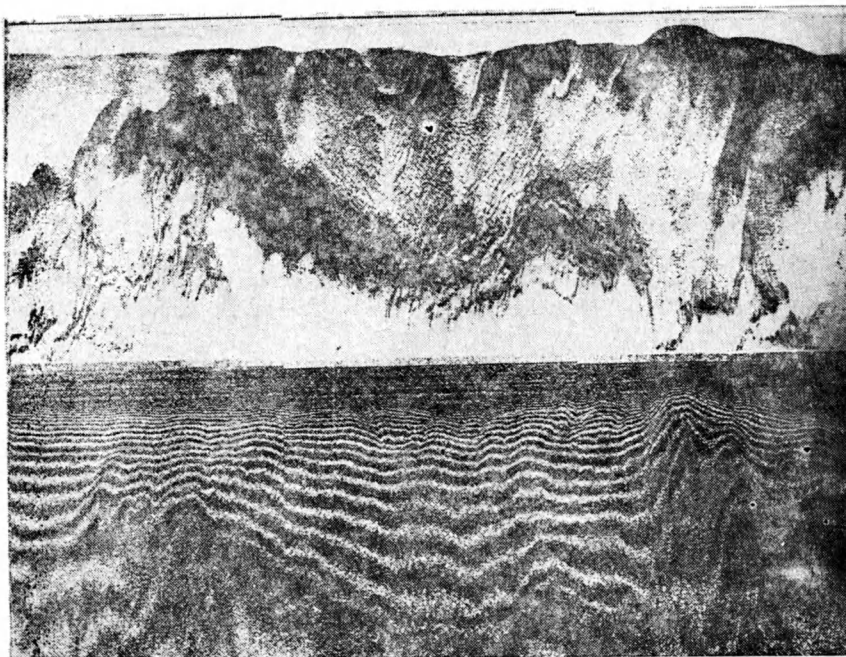
зие биоресурсов. На топографических картах и планах участков шельфа, осваиваемых в промышленном отношении, должны быть показаны все инженерные коммуникации, проложенные под водой и даже скрытые под слоем наносов.

Поскольку природные морфоструктуры рельефа суши и морского дна, инженерные коммуникации, связывающие берег с морем, неразрывны и образуют единую систему, а береговая линия непостоянна, топографические съемки шельфа выполняются в единой с сушей системе координат и высот. Для топографических карт шельфа СССР принята поперечно-цилиндрическая проекция Гаусса, которая позволяет сферическую поверхность земного шара спроектировать на плоскость с максимальным подобием. Основными масштабами съемок выбраны 1 : 25 000 и 1 : 50 000 с изображением рельефа изогипсами (горизонталями), а не изобатами.

Картографирование шельфа потребовало создания и новых технических средств его изучения. Наиболее эффективный среди них — гидролокатор бокового обзора, разработанный в Центральном научно-исследовательском институте геодезии, аэросъемки и картографии имени Ф. Н. Красовского. Используя записи отраженных звуковых волн, этим прибором можно получать видимое изображение дна моря и его профиля. Сейчас уже накоплен большой опыт топографо-геодезических работ, проведенных на шельфе Каспия, Охотского, Балтийского и других морей нашей страны.

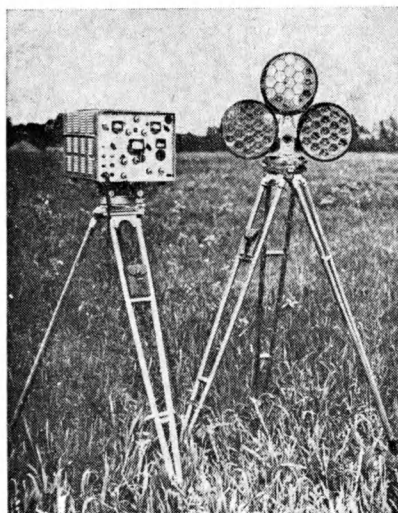
#### КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ СЪЕМКИ

Топографо-геодезическая служба в десятой пятилетке выполнила большой объем работ по топографическим съемкам в крупных масштабах (1 : 2000, 1 : 5000, 1 : 10 000), которые необходимы для проектирования мелиоративных систем, составления генеральных планов городов и поселков городского типа, угольных бассейнов и нефтяных промыслов. Главным методом создания геодезической основы крупномасштабных то-



*Снимок морского дна, выполненный гидролокатором бокового обзора (вверху). Интерференционная картина того же участка дна (внизу). Видны линии равных глубин, отражающие микроструктуру дна*

*Светодальномер «Кварц» с отражателем (справа). С помощью этого прибора можно измерять расстояния в 30—50 км с точностью до 2—3 см*



пографических съемок теперь служит полигонометрия с применением светодальномеров. Благодаря аэрофотосъемке и аналитическим методам пространственного фототриангулирования с использованием стереокомпараторов и ЭВМ, полевые геодезические работы в таких видах съемок доведены до минимума. Если раньше для создания топографических карт требовалось большое количество геодезических пунктов, то современные стереофотограмметрические методы позволяют обходиться определением в полевых условиях не более одного-двух геодезических пунктов на съемочную трапецию.

#### НОВАЯ ТЕХНИКА

Геодезические и топографические работы на современном этапе были бы невозможны без электронно-оптических светодальномеров, аэрофотопографической и других специальных видов съемок. Немыслимы они и без электронно-вычислительной техники. Сейчас нам под силу такие геодезические и фотограмметрические задачи, которые еще совсем недавно считались неразрешимыми. К ним относится, например, совместное решение многих тысяч линейных алгебраических уравнений,

которое необходимо при математической обработке результатов геодезических измерений. Благодаря ЭВМ, в топографические съемки крупных масштабов, съемки шельфа и составление, правда, пока еще несложных специальных карт, начало внедряться цифровое моделирование местности (автоматизированное создание топографической карты). В производственных предприятиях геодезии и картографии организованы информационно-вычислительные центры, в которых кроме инженеров и техников геодезического профиля успешно трудятся математики-программисты, специалисты по электронике, обеспечивая дальнейший технический прогресс в развитии отрасли.

Выполняя постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР об улучшении планирования и воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности и качества работы, коллегия Главного управления геодезии и картографии наметила важные мероприятия. Они направлены на повышение уровня геодезических работ, эффективное использование капитальных вложений, развитие хозяйственного расчета и усиление роли экономических рычагов и стимулов в топографо-геодезическом производстве и картографической промышленности. Особое внимание уделяется повышению эффективности и качества всех работ.

В последние годы значительно расширилось международное сотрудничество советских геодезистов. Главное управление геодезии и картографии представляет нашу страну на картографических конференциях ООН, в Международном фотограмметрическом обществе, Международной картографической ассоциации, готовится к вступлению в Международную федерацию геодезистов.

Советские геодезисты и картографы успешно выполнили задания десятой пятилетки, и в принятых в честь XXVI съезда КПСС повышенных социалистических обязательствах намечены новые рубежи борьбы за технический прогресс и повышение экономической эффективности отрасли.



## Изменение климата и стратегия человечества

**В последнее время беспокойство специалистов и общественности вызывают возможные необратимые изменения природной среды и, в частности, изменения климата. Обоснованно ли оно в нынешнюю эпоху, когда в результате научно-технического прогресса человек приобретает все большую независимость от условий природной среды и от особенностей климата?**

Климат — одно из следствий и вместе с тем одна из характеристик сложной совокупности процессов, действующих в атмосфере, океане и на поверхности суши. В результате неравномерного нагревания земной поверхности Солнцем поддерживается постоянная циркуляция атмосферы (Земля и Вселенная, 1968, № 5, с. 8—18.—Ред.). Ее первоначально очень простая схема (подъем нагретого воздуха в экваториальном поясе, перетекание к полярным областям и опускание, а затем движение обратно к экватору) усложняется вращением Земли, особыми подсистемами циркуляции между океанами и континентами, существованием крупных горных хребтов. Тем не менее основные черты этой схемы, общенные за несколько лет или десятилетий, сохраняют некоторое постоянство.

Этой относительной стабильности соответствует сохранение определенных черт состояния атмосферы и водных объектов — разных в различных районах земного шара — напри-

мер, средних и экстремальных температур, количества осадков, стока рек для тех или иных сезонов года. Совокупность этих относительно стабильных черт состояния атмосферы и есть, по нашему мнению, то, что называется климатом.

Климат в жизни людей играет большую роль, поскольку почти все отрасли экономики развиваются с учетом его особенностей, а с другой стороны, почти все формы человеческой деятельности оказывают на него влияние. Поэтому проблема изменения климата представляет существенный интерес.

### ЕСТЕСТВЕННЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Геологические, археологические и исторические исследования свидетельствуют о коренных изменениях климата, происходивших в прошлом на нашей планете. Есть основания считать, что последние несколько сотен миллионов лет климат был однородным на всей поверхности земного шара и не различался сколь-нибудь существенно в разных широтных зонах, как в настоящее время.

Несколько десятков миллионов лет тому назад наступило постепенное похолодание полярных областей, начались оледенения (последнее закончилось в северном полушарии, как известно, около 10 000 лет назад). Менее значительные изменения климата происходили в сравнительно недалеком прошлом. Известно, что около тысячи лет назад температура в северной полярной области была выше современной. Это, в частности, облегчало плавание из Европы

к берегам Гренландии, где в то время несколько сотен лет существовали колонии викингов. Затем очередное похолодание и продвижение к югу кромки ледовых полярных льдов прервали сообщение с колониями, и они перестали существовать. Похолодание это было отмечено в Европе, его часто называют малым ледниковым периодом. Изменения климата, которые проявлялись не только в температуре, но и в количестве осадков, отмечались также и на протяжении последних 100—200 лет. Таково, например, известное потепление Арктики в 30-х годах нашего века, сменившееся некоторым похолоданием в 40-х и 50-х годах. Есть ряд гипотез, пытающихся объяснить изменения климата. Мы не будем анализировать эти гипотезы, только подчеркнем, что климат изменялся под действием каких-то естественных причин, а следовательно, такие изменения могут происходить и в будущем.

Но не только естественные факторы приводят к изменению климата. Воздействие на природную среду и, в частности, на климат — неизбежное следствие развития человеческого общества. Одна из форм такого воздействия — преобразование структуры поверхности планеты, связанное с вырубкой лесов, распахиванием степей, мелиорацией, созданием крупных водохранилищ. Такое преобразование меняет отражательную способность земной поверхности, а это сказывается на энергетическом балансе и локальных особенностях циркуляции атмосферы.

Вторая форма воздействия человека на климат — преобразование влагооборота. Все большая доля сто-

ка рек тратится на орошение и нужды производства, и со временем, по-видимому, для этой цели будет использоваться весь сток. В конечном итоге это не изменит общего круговорота влаги на планете, но в различных районах Земли установится иное географическое распределение элементов теплового режима атмосферы.

И, наконец, третья форма воздействия на климат — **преобразование энергетического баланса**. Тепловой баланс системы Земля — атмосфера меняется в связи с изменением прозрачности атмосферы (основную роль теперь здесь играет углекислота, выделяющаяся при сжигании топлива) и в результате прямого выделения тепла при потреблении производством всех видов энергии на Земле.

#### ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА КЛИМАТ

Возможны ли целенаправленные изменения климата? Каковы его пути и цели? Разумеется, для осуществления этих изменений необходима количественная теория климата, которая позволила бы проектировать и рассчитывать действия, требуемые для намеченных преобразований. Такой теории пока не существует, но создание ее нельзя считать непреодолимой научной задачей.

Совокупность климатообразующих процессов можно уподобить некоторой тепловой машине, изменение работы которой чаще всего может быть связано с нарушениями величины составляющих ее элементов. Создавая такие изменения намеренно, мы могли бы вызвать соответствующие преобразования тех или иных характеристик климата. Например, сооружая мощные центры получения и использования энергии в подходящих для этого местах и регулируя их работу, можно было бы добиться изменений климата.

В определенных районах на большой площади земной поверхности возможно изменять ее альбедо, что повлияло бы на тепловой баланс. Некоторые исследователи предлагают для этого создать тонкие пленки на

поверхности океана (загрязнение океана нефтью, кстати сказать, уже создает такую пленку). Можно уменьшить **прозрачность атмосферы** в региональном и даже в глобальном масштабе, насыщая ее верхние слои аэрозолями. Такие мероприятия можно провести уже в настоящее время, если использовать в течение какого-то периода значительную часть самолетов гражданской авиации многих стран.

Одним из путей воздействия на климат можно полагать вмешательство в **динамику атмосферы и океана**. Известно, что горные хребты влияют на климат прилегающих к ним и даже отдаленных территорий. Возможно, что специальные устройства, отклоняющие, например, вверх воздушные потоки, смогли бы произвести аналогичное действие. Самопроизвольные отклонения морских течений от нормальной траектории вызывают существенные изменения в характере погоды (таково, например, действие эпизодических отклонений небольшого течения Эль-Ниньо у берегов Перу) (Земля и Вселенная, 1980, № 3, с. 6—18.— Ред.). Длительное изменение траекторий течений можно было бы вызвать, создав специальные гидротехнические сооружения, в тысячи раз большие по размерам, нежели современные дамбы. Каких-либо принципиальных препятствий для этого нет.

Существуют и другие пути целенаправленного преобразования климата. Все они обязательно внесут изменения в общую циркуляцию земной атмосферы. Но даже кратковременное, разовое вмешательство может привести к необратимым изменениям в циркуляции. Согласно расчетам ученых, однократное уничтожение значительной части ледового покрова в Северном Ледовитом океане может перестроить атмосферную циркуляцию таким образом, что она уже не восстановится. А это привело бы к существенным изменениям климата в глобальном масштабе. Поэтому, разрабатывая методы целенаправленного преобразования климата, нужно изучать возможные предельные значения различных форм воздействия на метеорологические

процессы, чтобы исключить необратимые изменения циркуляции атмосферы.

Интересен вопрос: может ли какая-нибудь страна, производя некоторые действия на своей территории, повлиять на климат другой страны, находящейся в другом районе земного шара? Мне это представляется маловероятным. Изменения климата (именно климата, а не погоды) в глобальном масштабе скорее можно достичь в результате совместных действий многих стран.

Но существуют и другие мнения. Американский физик Э. Теллер еще 20 лет назад предлагал воздействовать на климат в военных целях. В 1972 году наша страна выступила против этого и аналогичных предложений со стороны ученых и политических деятелей США и было заключено международное соглашение о запрещении воздействия на природную среду в военных целях. Состоявшаяся ратификация этого соглашения поддержали ученые многих стран, работающие в области наук о Земле.

С нашей точки зрения, климат может быть в будущем изменен, и вполне вероятно, что средства воздействия на него будут применяться не для преобразования, а для стабилизации ныне существующего климата, поскольку к нему приспособилась экономика и вся жизнь человечества. **КЛИМАТ И ЧЕЛОВЕЧЕСТВО**

Климатические условия и их изменения всегда существенным образом влияют на человека. Академик И. П. Герасимов, например, считает, что изменения климата в геологическом прошлом были главным фактором, обуславливавшим характер и темпы эволюционного развития наших отдаленных предков, а возможно, и причиной самого выделения «человека мыслящего» из животного мира.

Мы уже приводили пример гибели скандинавских поселений в Гренландии во время «малого ледникового периода». Расширение зоны пустынь в различных районах земного шара влекли за собой гибель древних государств. Даже кратковременные (длительностью в 1—2 года) откло-

нения от нормы метеорологических элементов могут вызвать тяжелые и даже катастрофические последствия.

Хорошо известны и многие другие примеры воздействия изменений климатических условий на человеческую деятельность. Тесные связи, которые существуют сейчас между различными отраслями хозяйства внутри каждой страны, а также связи, переплетающие хозяйственные процессы многих стран между собой, приводят к тому, что воздействие на одну какую-либо отрасль хозяйственной деятельности неизбежно вызовет последствия (возможно, нежелательные) во всей экономике большого региона и даже всего земного шара. Поэтому прогноз будущего состояния климатических условий на Земле на десятки лет вперед и использование его для планирования хозяйственной деятельности человека уже приобрели в настоящее время огромное значение.

## СТРАТЕГИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Изменения климата в будущем неизбежны. Они будут иметь локальный, региональный и глобальный характер. Поэтому необходимо выработать некоторую стратегию, то есть систему заранее спланированных долгосрочных мероприятий, которые позволили бы человечеству избежать негативных последствий изменений климата. Такие долгосрочные мероприятия не столько в локальном, сколько в региональном и глобальном масштабе, возможно, придется начать в ближайшие десятилетия.

Каковы основные элементы такой стратегии? Первый и самый главный — **прогноз изменений климата**. Это очень сложная задача, требующая создания количественной физической теории климата и способов расчета его изменений под влиянием различных воздействий. Сейчас мы можем быть уверены, что эта задача будет решена, хотя потребуются немало времени и интенсивное международное научное сотрудничество. Мы уже имеем некоторый опыт проведения международных программ. Таким был Атлантический тропический эксперимент ПИГАП (Земля и

Вселенная, 1975, № 3, с. 38—45.— Ред.) и Международная программа изучения глобальных атмосферных процессов (Земля и Вселенная, 1980, № 2, с. 47—50.— Ред.).

Второй элемент стратегии — **оценка последствий** того, к чему могут привести те или иные естественные или антропогенные изменения климата. Здесь естественнонаучная проблема тесно переплетается с социально-экономической. Необходимо принимать в расчет экономику той или иной страны; нужно знать, например, какие черты будет иметь через несколько десятилетий сельское хозяйство, система использования воды, вся промышленность. Только тогда можно оценить антропогенные изменения климата и влияние этих изменений на человеческую деятельность.

Третий элемент стратегии — **выработка рекомендаций** таких действий, которые позволили бы избежать негативных последствий изменений климата или избежать самих его изменений. Такие рекомендации сейчас уже разрабатываются и высказываются учеными. Например, предлагается резко сократить использование горючего для того, чтобы не возросло содержание углекислоты в атмосфере, принять меры для увеличения поглощения углекислоты биосферой, ограничить производство и потребление энергии с целью сохранения теплового баланса планеты. Ученые часто и решительно предупреждают, что в случае, если такие рекомендации не будут учтены, человечеству предстоит встретиться с опасными изменениями климата в ближайшие 50—100 лет. В основном рекомендации направлены на сохранение нынешнего климата, хотя некоторые считают также возможным изменение его в «лучшую» сторону.

Возможные изменения климата — лишь одна из современных глобальных проблем. К ним относятся и такие, как обеспечение всего населения мира продовольствием, сокращение разрыва в экономическом, техническом и других уровнях развитых и развивающихся стран, способы выработки энергии, рациональное использование водных ресурсов, ресурсов океана и космоса. Им по-



свящается все больше научных исследований. Важен вывод, к которому приходят ученые: чтобы решить каждую из этих проблем и всю их совокупность в целом, необходимы общие, согласованные в глобальном масштабе действия многих стран. Такие согласованные действия и сотрудничество осуществляются уже сейчас в областях, где интересы различных стран совпадают. Более сотни лет работает Всемирная метеорологическая организация и другие международные союзы. Развивается сотрудничество в области охраны природы, заключены соглашения о запрещении воздействия на окружающую среду в военных целях, о предотвращении загрязнения океана.

Разумеется, сотрудничество стран в решении глобальных проблем, в частности, в подготовке человечества к последствиям возможных изменений климата неизмеримо сложнее, чем деятельность Всемирной службы погоды. Однако оно еще более необходимо.

Приспособление экономики мира к новым условиям климата и, в особенности, целенаправленное воздействие на климат в глобальном масштабе возможно. Но для этого обязательны следующие условия: мирное сосуществование стран с различными социальными системами, без которого невозможно тесное сотрудничество государств и проведение каких бы то ни было согласованных действий глобального масштаба; прекращение гонки вооружений и разоружение, поскольку лишь в этом случае можно будет выделить необходимые средства.



## Сотрудничество социалистических стран в освоении морей

### Десять лет специалисты пяти социалистических стран совме- стно изучают физику, химию, биологию и геологию морей.

В 1971 году XXV сессия Совета Экономической Взаимопомощи приняла комплексную программу дальнейшего углубления социалистической экономической интеграции. На опыте 20-летнего сотрудничества социалистических стран (1950—1970) были сформулированы основные задачи и направления совместной работы на ближайшие 15—20 лет. В области науки и техники определились 18 важнейших проблем, среди них разработка мероприятий по охране природы, изучение морей и океанов. Для сотрудничества в рамках последней проблемы (назовем ее для краткости «Мировой океан») пять социалистических стран — Германская Демократическая Республика, Народная Республика Болгария, Польская Народная Республика, Советский Союз и Социалистическая Республика Румыния — заключили в 1971 году специальное соглашение и в Институте океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР был создан Координационный центр совместных исследований. Страны-участницы соглашения выработали общую программу и план работ, учитывающий научные и практические интересы каждой страны. Для лучшей организации совместных исследований Координационный центр провел подготовительные мероприятия. Во-первых, на основании анкетного опроса почти 150 ученых была разработана

методика составления научно-технического прогноза. Она помогла выявить наиболее важные (приоритетные) темы и разделы. Во-вторых, Координационный центр подготовил серию непосредственных исследовательских работ в море, чтобы привлечь и сплотить ученых пяти стран в единый работоспособный коллектив.

#### ФИЗИКА МОРЯ

Первые крупные международные эксперименты по проблеме «Мировой океан» удалось провести в 1973 году. В них участвовало около ста ученых. На базе Морской обсерватории Лейпцигского университета (ГДР) был организован эксперимент, в котором изучалось взаимодействие атмосферы моря в прибрежной зоне. Ученые Болгарии, ГДР, Польши, Советского Союза не просто ознакомились с аппаратурой и методикой, используемой коллегами из других стран, но проводили параллельные измерения, выявляли недостатки и преимущества методов, обсуждали результаты. Словом, работали с энтузиазмом, как коллектив единомышленников, стремящихся к общей цели.

Интересными и не менее важными были совместные работы на болгарском шельфе Черного моря. В районе мыса Маслен с борта судна «Академик Л. Орбели» и советской подводной лаборатории «Черномор» в 1973 и 1974 годах выполнялись исследования по физике и геологии моря. Здесь же была получена уникальная медико-физиологическая информация о состоянии

человеческого организма под водой (Земля и Вселенная, 1977, № 1, с. 72—74.—Ред.). Теперь разработаны единые правила водолазных работ для сотрудничающих стран, которые приняты как официальный документ в СССР и Болгарии.

В 1974 году на базе экспериментальной станции Любятово (она принадлежит Институту водного строительства Академии наук ПНР) начались эксперименты, в которых длительное время изучались ветровое волнение в прибрежной зоне и динамика песчаных наносов (Земля и Вселенная, 1978, № 1, с. 48—51.—Ред.).

Эти исследования, получившие высокую оценку специалистов, принесли новые данные о песчаных наносах, перемещающихся в придонном слое в различные фазы волнения моря. Данные эти используются при расчетах гидротехнических сооружений. В 1976 году в Любятово был проведен еще один международный эксперимент. На этот раз одновременно с измерениями на берегу проводились наблюдения с океанологического судна.

Уже почти четыре года в устье реки Камчии (Болгария) существует экспериментальная станция, где изучаются сложные литодинамические процессы на песчаном побережье. Исследования здесь можно вести и во время шторма (тележка с измерительной аппаратурой движется по рельсам, положенным на настил эстакады). Чтобы иметь полное представление о динамике воды и наносов, по линии, продолжающей эстакаду и уходящей в море, на дне (до 30-метровой глубины) устанавливались



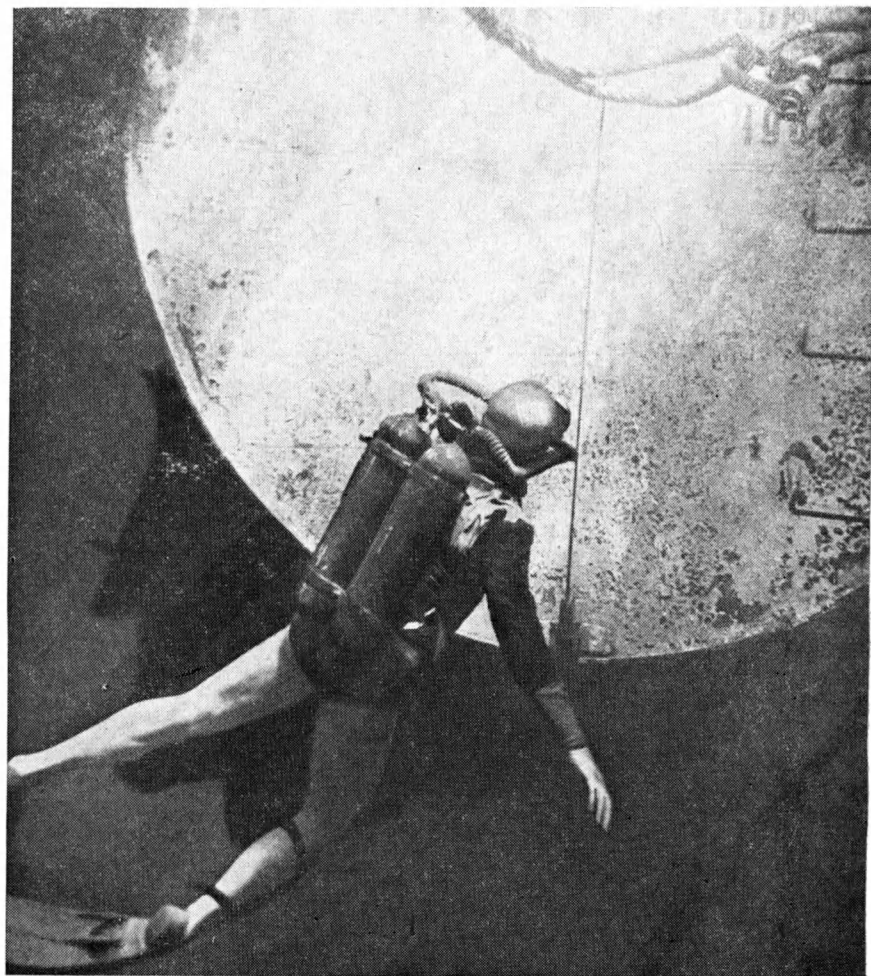
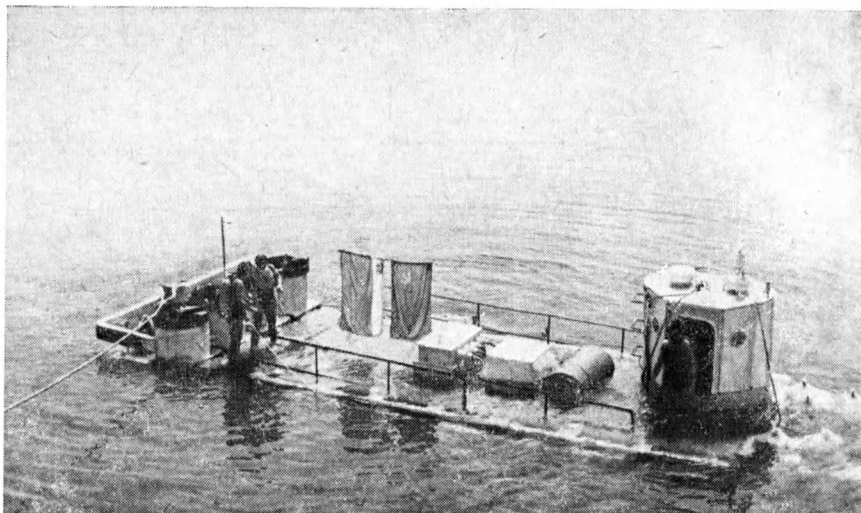
мачты с измерительной аппаратурой.

В 1977, 1978 и 1979 годах с эстакады, построенной силами Института морских исследований и океанологии Болгарской Академии наук, выполнялись оригинальные наблюдения по трем разделам научной программы: взаимодействие моря и атмосферы; изучение взволнованной толщи воды на всем участке пути ее деформации и разрушения; движение песчаных наносов в зависимости от параметров волн. Наиболее важные результаты относятся к динамике песчаных наносов. Удалось довольно точно описать распределение взвешенных наносов в разных зонах склона и в разных областях деформации и разрушения волн, а также в различных фазах шторма.

В области физики моря важные работы также выполнены международными коллективами ученых, занимающихся тонкой структурой гидрофизических полей и математическим моделированием циркуляции вод Черного и Балтийского морей. В качестве примера можно привести моделирование динамики вод Балтийского моря. Сейчас идет уже серьезная подготовка к организации прогностической системы, возможно международной.

#### БИОЛОГИЯ, ХИМИЯ И ГЕОЛОГИЯ МОРЯ

Второе важное направление сотрудничества социалистических стран по проблеме «Мировой океан» — изучение биологической продуктивности Черного и Балтийского морей. На эту тему изданы монографии, в которых обобщены материалы, накопленные в научных учреждениях всех стран-участниц соглашения. Сейчас такое обобщение проводится для



*Подводная лаборатория «Черномор» погружается на дно в районе мыса Маслен. Внизу — водолаз осматривает подводную лабораторию*



*Эстакада в устье реки Камчия на черноморском побережье Болгарии. Здесь изучаются литодинамические процессы*

северной части Атлантического океана — района интенсивного рыболовства. Одновременно в море идут эксперименты, цель которых установить, как взаимодействуют организ-

мы фито- и зоопланктона с окружающей средой. База для них подготовлена в Болгарии.

В области химии моря страны-участницы соглашения начали исследования, связанные с комплексной утилизацией морской воды. Но, несмотря на принципиальную ясность проблемы (все растворенные в морской воде вещества можно извлечь), возникает множество трудностей. Дело не только в экономической нецелесо-

образности извлечения некоторых веществ. Важнее другое: одни вещества нужно извлекать из сложного раствора с помощью специальных поглотителей, другие — методом выпаривания, в качестве остаточного продукта желательнее получать чистую пресную воду. Обеспечить строгую последовательность всей этой цепи довольно трудно, но в последнее время советские и болгарские специалисты начали подготовительные работы для создания совершенной технологии.

Геологические исследования ограничивались работами в Черном и Балтийском морях. На Балтике серия международных экспедиций добыла новую информацию, относящуюся к поздней геологической истории моря. Ранее история Балтики трактовалась по-разному учеными разных стран. Исследуя только свое побережье, они обычно экстраполировали результаты на всю акваторию Балтийского моря. Поэтому в ГДР, Польше и СССР пользовались совершенно несопоставимыми схемами колебаний уровня моря. Первое, что было сделано международным коллективом геологов, это то, что они с единой точки зрения сравнили разнообразные исходные материалы и разработали единую стратиграфическую схему. Затем в экспедициях провели тщательное исследование затопленных древних террас и донных осадков. Все эти работы сейчас близки к завершению и скоро будет издана коллективная монография по геологии Балтийского моря.

Обширные исследования на черноморском шельфе Болгарии проведены силами советских и болгарских ученых. Материалы нескольких совместных экспедиций позволили понять строение современных отложений на шельфе западной части Черного моря. Они легли в основу монографии, изданной в Болгарской Академии наук (книга вышла на русском языке). Другой цикл исследований на шельфе Болгарии осуществлен силами Института морских исследований и океанологии Болгарской Академии наук и геологического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ло-

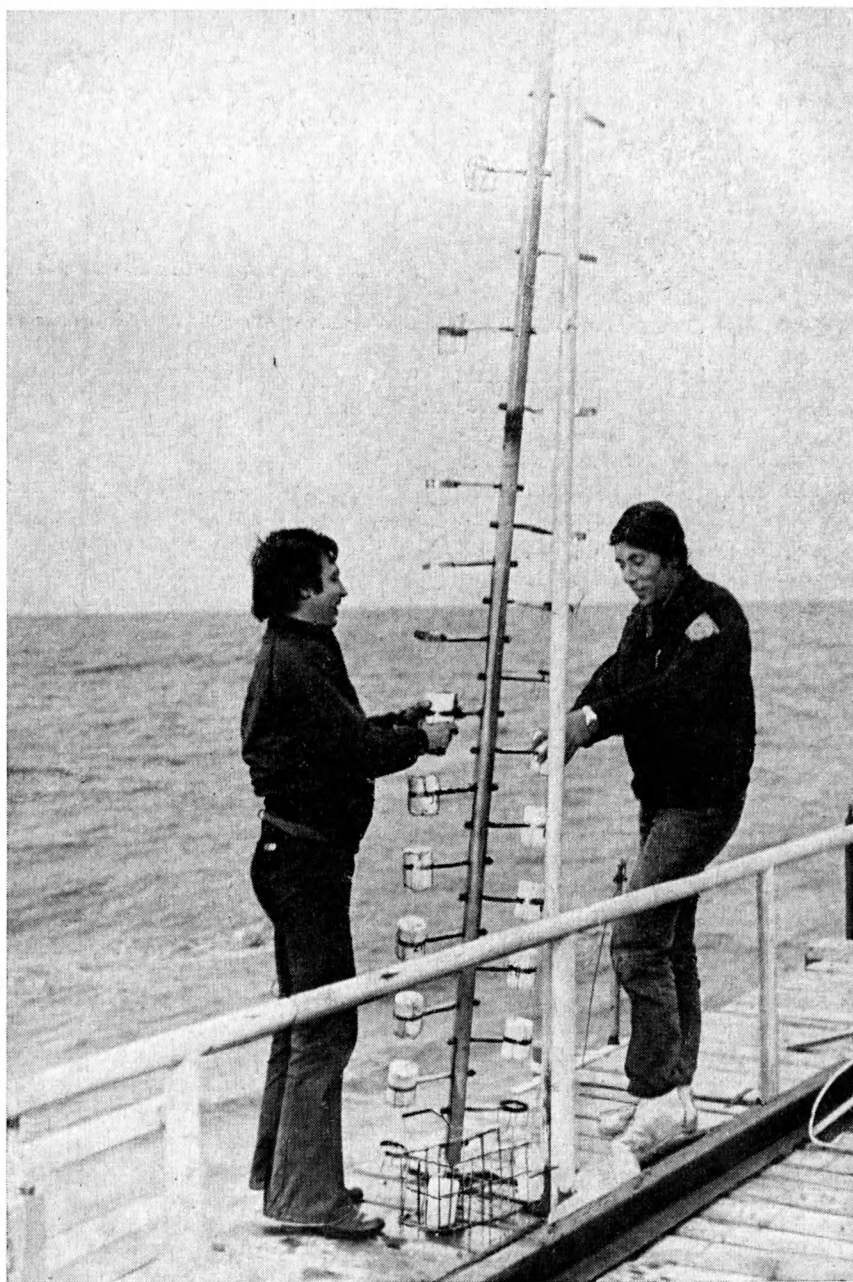
моносова. Методами современной геофизики в западной части Черного моря изучена толща кайнозойско-мезозойских пород, в которой удалось выявить структурные и тектонические особенности осадочного чехла. Результаты этих работ вошли в монографию «Геолого-геофизические исследования болгарского сектора Черного моря», вышедшую в Болгарии.

Интересные работы проведены в мелководной части Балтийского моря с помощью оригинальной советской аппаратуры для радиометрической съемки. Метод удобен тем, что позволяет быстро сделать съемку большой площади морского дна и оценить содержание титана и циркония в песчаных отложениях. Вместе с польскими специалистами советские ученые подробно исследовали обширную область, где найдена подводная россыпь ильменита, рутила и циркона. Сейчас решается вопрос о разработке этой россыпи и промышленной добыче тяжелых минералов.

#### ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ

Еще одно направление программы совместных работ социалистических стран — это подводные исследования. В течение многих лет развиваются методы и техника этих исследований, обеспечивающие производительную и безопасную работу акванавтов под водой. Исследования проводятся в море и гипербарическом комплексе на суше. Сейчас уже есть надежные средства для погружения до 100 м. Одновременно совершенствуются и необитаемые аппараты для подводных исследований. Это — автономные аппараты типа «Манта» (самоходный телеуправляемый аппарат) и «Звук» (буксируемый аппарат). С этими аппаратами можно осматривать дно на больших глубинах, фотографировать, отбирать пробы и образцы с помощью манипуляторов.

Каковы же итоги десятилетних совместных исследований ученых социалистических стран в области океанологии? Ведущие специалисты в странах-участницах соглашения высказывают единодушное мнение, что



*Оснащение шестов измерителями для регистрации наносов во время шторма*

многие важные научные результаты были достигнуты в весьма короткие сроки, а уровень их вполне соответствует лучшим достижениям мировой океанологии (чтобы получить те же результаты в рамках национальной программы, потребовалось бы в 5—

10 раз больше времени). Можно надеяться, что сотрудничество социалистических стран в освоении морей будет в дальнейшем крепнуть и развиваться. Оно очень важно для стран-участниц соглашения, ведь прогресс в этой области наук необходим для успешного развития всех отраслей народного хозяйства, связанных с морем.



Академик  
ГАЗЕНКО О. Г.  
Кандидат биологических наук  
ПАРФЕНОВ Г. П.  
Доктор медицинских наук  
ШЕПЕЛЕВ Е. Я.

## Космические перспективы земной биологии

**Биологические эксперименты в космосе показывают, что невесомость совместима с нормальной жизнедеятельностью организма, но предъявляет ученым особые требования при подготовке и проведении опытов.**

### БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ

Известный американский генетик С. Шпигельман, прославившийся тем, что в его лаборатории впервые были синтезированы вирусы из неживого материала, как-то в шутку заметил: «ДНК избрела человека для того, чтобы распространить себя за пределы Земли». Последние достижения в освоении космического пространства человеком придают этой шутке серьезный смысл. В самом деле, ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота, носитель генетической информации) человека или любого другого организма может быть вынесена за пределы Земли только с помощью технических средств, создаваемых людьми. Иных способов распространения жизни в пределах Солнечной системы, вероятно, нет.

Согласно нынешним представлениям о происхождении жизни для направленной эволюции ее клеточных форм необходимы условия окружающей среды, ограниченные узким диапазоном температур и других физических факторов. Кроме того, в окружающей среде должны находиться вещества — строительные блоки ДНК и белков — и вещества, способные размениваться на «энергети-

ческую монету организма» — фосфатные группы.

На определенном этапе для эволюции организмов оказалось необходимым появление твердой поверхности. И все же первые шаги к возникновению жизни, возможно, делались не на планетах, а (гораздо раньше и на гораздо больших просторах Вселенной) в межзвездных облаках, где господствуют очень суровые физические условия и практически отсутствует сила тяжести. Недавно появившаяся гипотеза предбиологической эволюции (один из ее активных сторонников Ф. Хойл) привлекательна тем, что из нее обязательно вытекает общность всего живого во Вселенной. Кроме того, в ее рамках эволюционный процесс получает намного больше времени и пространства. Гипотеза не исключает, конечно, возможности локальной предбиологической эволюции на отдельных планетах, например в соответствии с представлениями, развивавшимися А. И. Опариним. После разрушения звезд первого поколения состав межзвездных облаков имел все необходимые элементы для образования веществ — предшественников живого: водород, углерод, азот, кислород, металлы. Температурные условия в межзвездных облаках допускают образование сложных органических молекул — аминокислот, сахаров, альдегидов. Объединение молекул в межзвездную пыль обеспечивало достаточную защиту их валентным связям от ультрафиолетового излучения. Блуждая по просторам Вселенной, пыль с органическими молекулами попадала в разнообразные условия. И неизбежно начиналось то, что мож-

но назвать аналогом дарвиновской эволюции, — выживание и совершенствование наиболее приспособленных, стабильных, долгоживущих форм.

Не исключено, что естественный экипаж для транспортировки веществ — предшественников жизни из глубин космического пространства на поверхность планет — это кометы. Захватывая в межзвездном пространстве органические молекулы, кометы развозят их по домам — планетам. Если дом окажется гостеприимным — начнется биологическая эволюция. В противном случае планета останется безжизненной.

Этапы биологической эволюции в настоящее время хорошо известны, хотя ее детали неясны. Дело в том, что промежуточные звенья между основными группами организмов, например прокариотами и эукариотами<sup>1</sup>, бесследно и безвозвратно исчезли — они были выметены естественным отбором. Следует, однако, заметить, что уже между такими прокариотами, как кишечная палочка или синезеленые водоросли, и эукариотом — человеком существует несомненное, твердо установленное и прямое биохимическое родство.

<sup>1</sup> Прокариоты — организмы, не обладающие постоянным клеточным ядром и типичным хромосомным аппаратом. Наследственная информация реализуется и передается через ДНК. К прокариотам относятся бактерии, синезеленые водоросли и др.; эукариоты — имеют оформленное клеточное ядро, типичный хромосомный аппарат. К ним относятся животные и растения, включая многие одноклеточные формы.

По современным воззрениям, различия в генетическом составе между организмами, в сущности, незначительны. Для биологической эволюции важен не генетический состав, а устройство, оптимальная последовательность генетического материала, методы управления и контроля им. О родственной близости всего живого на Земле свидетельствует также общность физиологических реакций организмов. Уже бактерии обладают такими человеческими свойствами, как восприятие и память. Именно восприятие и память, которые выражаются в проявлении прежних реакций на текущие, но ранее встречавшиеся раздражители, обеспечивают преимущественное распространение микроорганизмов в свежие питательные среды.

Часто дебатруется вопрос о том, что первично — белок или ДНК? По всей вероятности, вопрос навсегда останется риторическим... Зато можно утверждать, что родство живых форм устанавливается только через ДНК. Поэтому (хотя бы ради удобства) возникновение жизни имеет смысл связывать с возникновением этого вещества. Возникнув, ДНК немедленно начинает организовывать внешнюю среду так, чтобы оптимально получать энергию, необходимую для своего собственного размножения. Появляются связанные между собой направления эволюции. Одно из них — эволюция животных — привело к возникновению человека. Долгое время было непонятно, зачем ДНК понадобилось «изобретать» человека. С началом космических исследований стало очевидно, что человек понадобился ДНК как пособник и посредник ее повторения вне Земли. Или, если говорить серьезно, освоение космоса не только интеллектуальная, социальная, экономическая, но и биологическая необходимость.

## В ОТСУТВИЕ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ

Каким же научным багажом, какими гипотезами и перспективами люди встретили биологический вызов? Космическую среду можно описать рядом параметров, которые явно не-

совместимы с земными формами жизни. Организованные формы жизни не могут перенести длительное пребывание в вакууме, слишком низкие или слишком высокие температуры, интенсивное ультрафиолетовое излучение. Эти три фактора — непременная характеристика космической среды. Проникнуть в космическое пространство можно только в том случае, если живые существа защищены от губительных воздействий космоса, то есть в привычной для земных организмов среде обитания, которую несут с собой космические аппараты. Вместе с тем, полеты космических аппаратов обычно проходят в режиме свободного падения, при котором возникает состояние динамической невесомости. Если учесть, что органическая эволюция, начиная, по крайней мере, с возникновения клетки, проходила в условиях постоянной силы тяжести, появляется законный вопрос: как поведут себя земные организмы в невесомости? С самых первых космических опытов (еще на баллистических ракетах) биологи стараются ответить на него.

Со свободноживущими одноклеточными организмами — и прокариотами, и эукариотами — ученые провели уже несколько десятков опытов, которые показали, что невесомость не влияет на поведение индивидуальной клетки — не изменяются ни скорость размножения, ни энергетические процессы и, по всей вероятности, процессы мутагенеза. Нужно сказать, что микроорганизмы очень чутко реагируют на условия культивирования, а невесомость как раз и является одним из таких условий. Она влияет на распределение клеток в среде, на градиенты концентрации питательных веществ, на соотношение поверхностей жидких и газовых фаз.

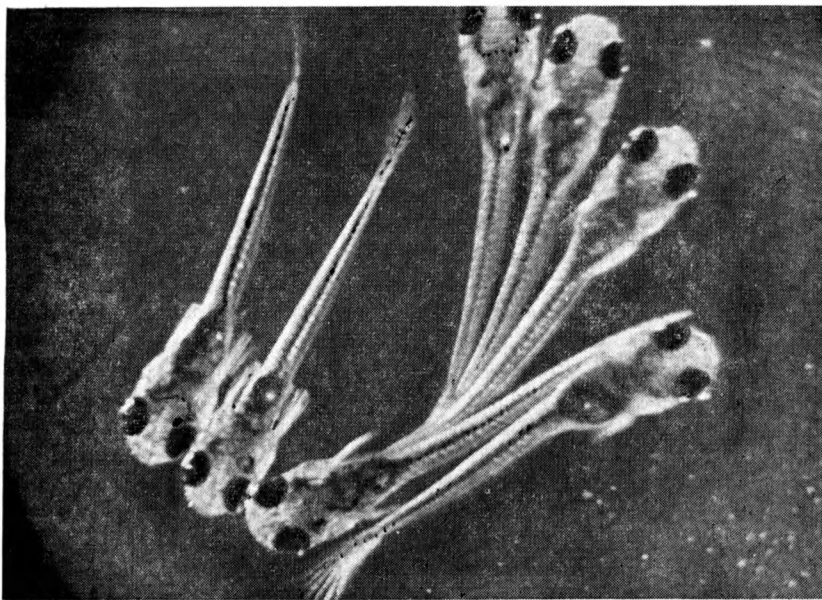
Невесомость, как правило, создает более благоприятные условия для культивирования микроорганизмов, поэтому между земными и космическими опытами получается разница в пользу космических. Бывает это, конечно, только при сохранении на необходимом уровне остальных условий культивирования: состава среды, температуры, для аэробов —

аэрации. Но принципиальный интерес исследователей был сосредоточен прежде всего на поведении индивидуальной свободноживущей клетки в условиях невесомости. Мы считаем, что эксперименты дали однозначный ответ: ее свойства, функции и морфология остаются неизменными.

Так, оказалось, например, в опытах с одноклеточными водорослями, хлореллой, которые первоначально давали повод думать об ускорении их роста в условиях невесомости. В последних опытах этот видимый эффект удалось объяснить особенностями распределения жидкости по смачиваемой поверхности культиватора водорослей в условиях невесомости, в результате которых существенно увеличивалась площадь раздела фаз «газ — жидкость». Это улучшало условия газообмена водорослей и обеспечивало большую скорость роста. Физически адекватный эксперимент (с воспроизведением увеличенной площади контакта фаз) показал отсутствие заметной разницы в скорости роста водорослей в космосе и на Земле.

Приведенный пример лишний раз показывает, что не следует торопиться с объяснением полученных результатов первичным биологическим действием невесомости, пока не будут исключены ее вторичные производные эффекты, связанные с различными биотехнологическими условиями. Тем более это относится к несоблюдению обычных обязательных условий культивирования организмов (о которых говорилось ранее), не имеющих отношения к гравитации.

Опытов с многоклеточными животными в невесомости было проведено меньше, и на меньшем числе видов. Для изучения общепрограммических вопросов — развития, размножения, выживаемости, мутагенеза — наиболее пригодными, как и следовало ожидать, оказались насекомые. В разное время за последние два десятилетия использовали три вида насекомых: больше всего дрозофилу, меньше — мучного хруща, и один опыт провели на «наезднике». Во многих случаях продолжительность опыта позволяла получать два



*Тридцатидневные мальки аквариумной рыбки фундулюс, развивавшиеся в невесомости. Видно, что все мальки нормальные*

и даже три поколения дрозофил в невесомости. Результаты опытов с дрозофилой, подтвержденные исследованиями на двух других видах насекомых, оказались совершенно однозначными. Невесомость не влияла на размножение, морфологию, анатомию, биохимию и даже поведение. Одним словом, ни на что из того, что было исследовано. Более того, в одном из опытов с дрозофилой точно установили, что она и, видимо, многие другие виды насекомых не реагируют на силу тяжести, во всяком случае в диапазоне от 0 до 2g. Жизнеспособность, способность к размножению и многие другие показатели были одинаковы, не изменилось ни одно свойство, по которому можно было бы судить, что дрозофила замечает, где она живет — в невесомости, при 1g или 2g.

Большая экспериментальная работа проводилась для выяснения влияния невесомости на эмбриональное развитие животных, главным образом земноводных и рыб. С конца прошлого века после опытов немецкого ученого Е. Пфлюгера считалось об-

щепринятым, что сила тяжести для многих видов животных определяет разделение яйца на зоны с разными морфогенетическими возможностями. Изучение эмбрионального развития непосредственно в невесомости не выявило существенных морфологических нарушений, в том числе и нарушений развития органов равновесия. Сейчас в вопросе о влиянии силы тяжести на эмбриогенез как будто кое-что прояснилось. Некоторые эксперименты позволяют предположить, что для нормального развития животные нуждаются не в наличии силы тяжести, а в некоторой компенсации ее. Ну, а если для нормального развития нужна компенсация силы тяжести, то и в невесомости помех развитию не должно быть.

Последний из эмбриологических экспериментов был проведен с яйцами перепела, у которых начальные фазы эмбриогенеза проходят уже в период формирования оплодотворенного яйца и потому не поддаются обычному экспериментальному анализу. Однако инкубация этих яиц в условиях невесомости на протяжении 75% периода эмбриогенеза не показала изменений в процессах эмбрионального развития, существенно отличающихся от результатов, полученных в земных условиях.

Нет сомнения, что для крупных позвоночных, особенно сухопутных, сила тяжести служит формообразователем и, кроме того, контролирует их размеры. Но сила тяжести определяет размеры и форму косвенно. Прямая причина — естественный отбор и создаваемые им генетические системы, управляющие развитием. Эти генетические системы в невесомости, конечно, не изменяются, по крайней мере, за обозримое число поколений. Но может измениться норма генетической реакции. Известно, что норма — это ряд состояний. Диапазон состояний может изменяться, но в его пределах все состояния остаются нормальными. Скажем, сейчас средний рост взрослого мужчины 173 см, но и рост 160 и 190 см — норма.

Есть основания думать, что могут измениться внешний вид и функциональные характеристики позвоночных и, конечно, человека при рождении и дальнейшем развитии в невесомости. Они примут, например, более «эмбриональный» вид вследствие недостаточной нагрузки на мышцы-разгибатели.

Пока нет общей удовлетворительной теории влияния силы тяжести на развитие организмов. Усилия сейчас сосредоточены на экспериментальных исследованиях по эмпирическому определению нормы реакции. Такие исследования проводятся на биоспутниках, центрифугах, клиностабах. Клиностаб — это аппарат, вращающий объекты вокруг горизонтальной оси и тем самым компенсирующий постоянное действие силы тяжести. Многие экспериментальные результаты неожиданны. В научной литературе можно прочитать о любых эффектах влияния силы тяжести. Такое положение характерно для начального периода изучения проблемы при отсутствии общей теории.

Одна из причин, по которой в родственных видах мелкие животные легче переносят опыты с изменением силы тяжести, заключается в том, что у крупных животных запаса прочности значительно меньше. Это определяется глобальной эволюционной стратегией. Способствуя увеличению

размеров животных одной и той же группы, эволюция старается сделать это максимально экономно, поэтому на большой запас прочности строительного материала не хватает. В природных условиях крупным зверям это совсем не мешает. Тут их безопасность гарантируется не только прочностью конструкции, но и повышенной осторожностью — у них прогрессивно улучшились органы чувств и центральной нервной системы. В экспериментальной ситуации улучшенная адаптивность поведения не помогает.

Особого внимания заслуживает мутагенное действие невесомости. В космических полетах мутагенез изучали, ориентируясь на весь комплекс факторов космических полетов, на ионизирующие излучения и специально на невесомость. Вследствие различных целей исследований условия постановки опытов на разных объектах были таковы, что ожидать одинаковых и постоянно совпадающих результатов не приходилось. Опытов, в которых специально изучалось мутагенное действие невесомости, немного. Их проводить сложно, так как нужно исключить влияние других факторов. И все же полученные результаты в целом достаточно ясны; невесомость не является сильнодействующим мутагенным агентом, а возможно, и вовсе не вызывает мутаций.

Неопределенность нашего утверждения связана с тем, что на некоторых видах животных и растений в ряде генетических тестов иногда отмечается повышение частоты мутаций. Главным образом это относится к появлению у традесканции и дрозофилы клеток, утративших или приобретших одну или несколько хромосом. Само по себе повышение частоты мутаций не бывает значительным и не может внушать тревоги. Но вопрос, конечно, требует дальнейшего изучения, прежде всего для точного установления реальности явления.

#### ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ В НЕВЕСОМОСТИ

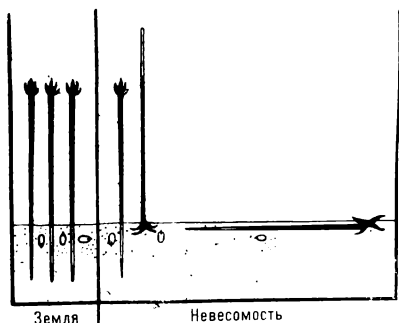
Изучение высших растений в невесомости сопряжено с большими



*Из «космических» зародышей на Земле вырастают обычные растения. На фотографии невозможно отличить растения, начавшие развитие на Земле и на биоспутнике*

трудностями. Дело в том, что растения находятся в более близких отношениях со всей биосферой Земли, чем животные. Животные достаточно точно регулируют свою внутреннюю среду при значительных изменениях внешних параметров, так как у них имеется общий центр управления — нервная система. У растений такого центра нет. Их развитие и жизнедеятельность происходят благодаря тому, что физиологи растений называют «свободной игрой гормонов», взаи-

модействующей с неизменной сменой внешней среды. Так происходит прорастание семян, рост, цветение, созревание и умирание растений. На критические изменения внешних условий растения отвечают эволюционными приспособлениями, которых нет у животных, — более разнообразными способами размножения, длительным периодом покоя семян, как правило, более широкой экологической приспособленностью. Борьба за существование в царстве растений ведется пассивно. Растения не могут покинуть область, где условия для жизни неблагоприятны, не могут и показать, что им не нравится. На неблагоприятные условия они отвечают гибелью, ожиданием, долгосрочными генетическими изменениями. Да и сейчас растения «ждут», когда био-



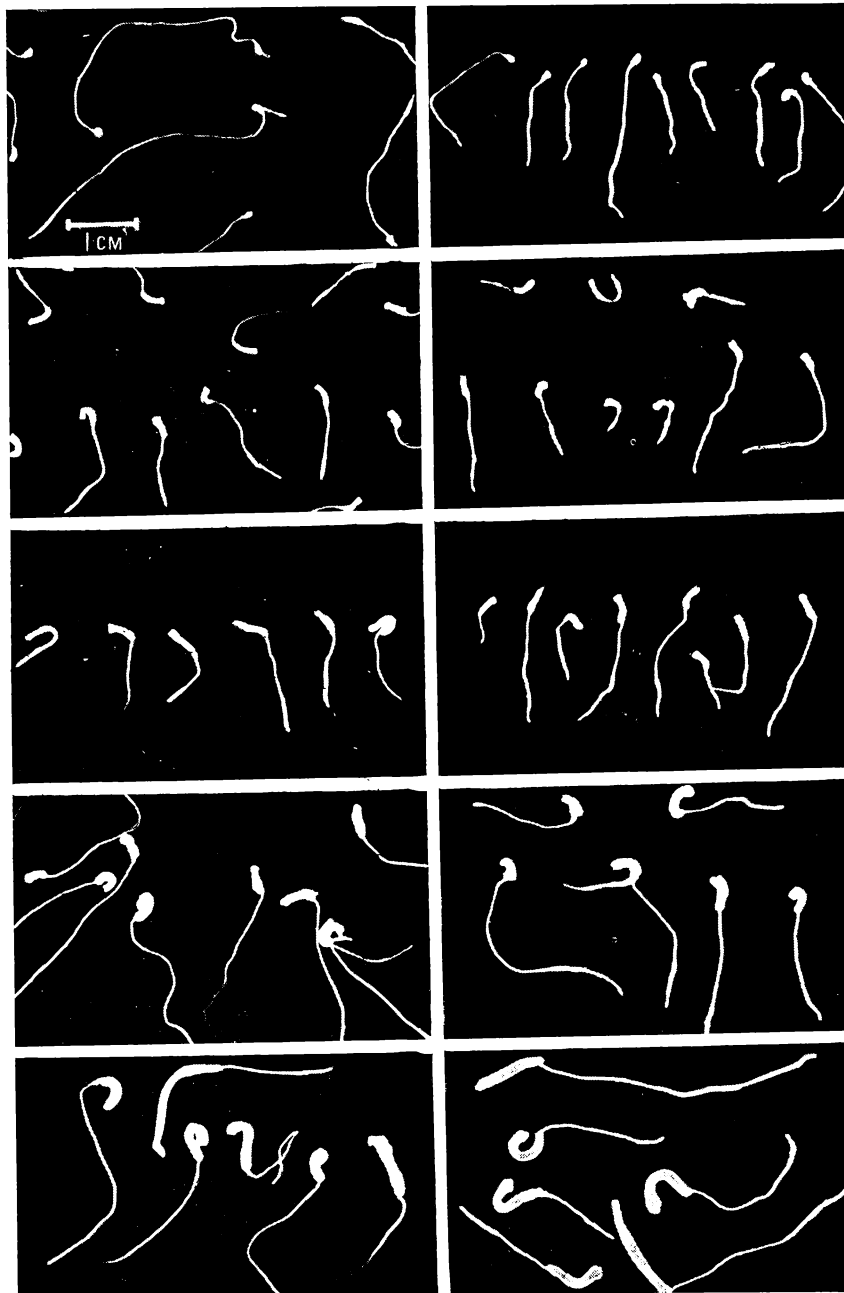
*Ориентация подземных и надземных органов растений при выращивании на Земле и в невесомости. В невесомости может измениться направление роста корней и стеблей. На Земле корни в почву, а стебли в атмосферу направляет сила тяжести. Без силы тяжести корни могут вырасти в атмосферу, а стебель в почву.*

логи научатся проводить с ними опыты на космических аппаратах.

Отношения растений с биосферой, в определенном смысле заменяющей им внутреннюю среду, при постановке экспериментов требуют совершенно точной, регулировки таких условий, как температура, освещенность, влажность, условия минерального питания. На борту космических аппаратов растениям пока не созданы оптимальные условия. Решающие опыты с высшими растениями в невесомости впереди.

Уже неоднократно исследовали искусственные экологические системы, включающие человека. Даже простейшая модель человек — водоросли воспроизводит за счет биологической регенерации около 80% всех нужных человеку веществ. А воды и кислорода 100%. Если добавить высшие растения, то можно воспроизводить пищу на 25%. Система, содержащая и высшие растения и животных, теоретически может обеспечить до 90—95% потребляемых веществ.

Основная особенность моделей с замкнутым круговоротом веществ — потенциальная способность к самостоятельному устойчивому существованию. Устойчивость связана с раз-



*Развитие клеточной культуры моркови в невесомости (слева) и на Земле. Опыты показали, что невесомость не влияет на развитие растения*

мерами системы — количеством живого и неживого вещества и видовым разнообразием. От числа видов

животных, растений и микроорганизмов зависит биохимическая полнота — замкнутость системы.

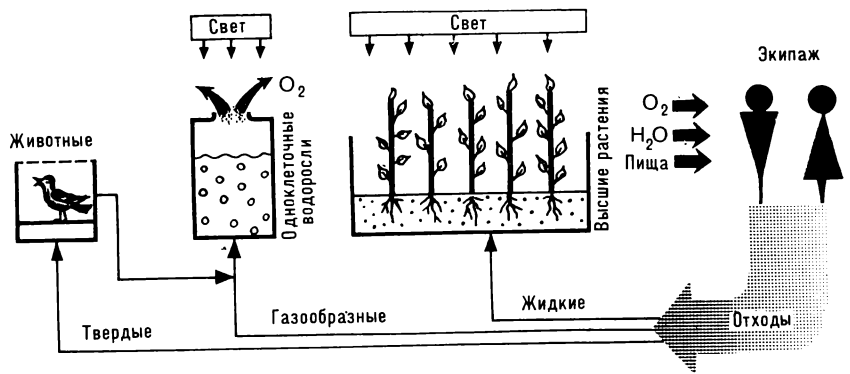
Решение этих двух проблем — минимального объема и минимального числа видов — основа существования автономной, устойчивой, пригодной для практического использования системы. Для практических целей достаточно решить задачу устойчиво-



сти, ограниченную временем конкретного космического предприятия.

И последнее. Энергетическая основа системы — фотосинтез. Он требует световой энергии определенного диапазона. Приток и использование солнечной энергии также будет ограничивающим условием.

Результаты исследований, проведенных к настоящему времени, внушают определенный оптимизм. Во многих полетах изучали прорастание сухих семян. Выяснилось, что этот процесс происходит вполне нормально. Изменения в ориентации первичных (эмбриональных) органов и угла между основным стеблем и боковыми побегами, наблюдавшиеся в этих опытах, не были неожиданностью. Они были предсказаны более 100 лет назад немецким ботаником Юлием фон Саксом на основании опытов на клиностатах. Эксперименты с традесканцией и арабидопсисом установили, что цветение и созревание семян высших растений также могут проходить без нарушений. У традесканции невесомость даже как будто бы стимулировала цветение; у арабидопсиса созревшие в невесомости семена осыпались на субстрат (замениТЕЛЬ почвы) и после соответствующей эмбриональной паузы проросли уже на Земле. Эмбриональное развитие растений из клеточной культуры моркови, как показали опыты, во всех отношениях было таким же, как на Земле. Все стадии развития растений проходили в невесомости нормально. Итак, экспериментально установлено, что в условиях невесомости могут нормально проходить эмбриональное развитие растений, прорастание семян, образование первичных и основных органов, цветение и, наконец, созревание семян. У тех растений, которые выросли в невесомости, нет существенных изменений в биохимическом составе и анатомическом строении. Правда, эти процессы были изучены на разных видах растений и в разрозненных опытах, но есть все основания рассчитывать, что в космической оранжерее, созданной по грамотному биолого-техническому проекту, в невесомости можно будет получать нормальный урожай. Задача эта во-



Блок-схема искусственной экологической системы

все не простая, и дело не только в том, что должна осуществляться точная регулировка многих параметров среды, дело еще и в том, что изменения взаимной ориентации органов и внешней формы растений из-за уменьшения угла между основным стеблем и побегами, возможно, требуют специальных агротехнических приемов. Суть этих приемов пока не изучена.

Есть технические трудности, но нет серьезных сомнений в том, что со временем на космических или на планетарных станциях удастся создать экономически выгодную, образцовую, сельскохозяйственную ферму. Гораздо менее ясны перспективы создания вне Земли «Ноева ковчега» — так экспериментаторы называют устойчивые, совершенно автономные экологические системы.

Когда Дж. Лавстока, английского биолога, занимавшегося проблемой существования жизни на Марсе по проекту «Викинг», спросили: «Могут ли быть на Марсе, Венере, Юпитере области, где существует жизнь?», он ответил: «Нет, планета, как человек, либо она жива, либо она труп». По существующим сейчас представлениям, Земля — целостный живой организм, в котором три царства живого — микробы, растения и животные — с помощью многочисленных обратных связей, взаимодействуя друг с другом, регулируют внешнюю среду. Регулировка эта, конечно, ав-

томатическая, причем стабильность всей системы находится в прямой зависимости от ее размеров. Удастся ли создать за пределами Земли «Ноев ковчег», функционирующий стабильно и автономно, — вопрос, на который может дать ответ только глобальное углубленное изучение биосферы параллельно с более строгим количественным изучением протекающих в ней процессов на экспериментальных моделях. Основа для исследований в этом направлении существует. Она заложена в учении о биосфере как едином целом В. И. Вернадским.

Из трех китов, на которых покоится благополучие эволюционного процесса — размножения матричных структур (наследственности), возникновения мутаций (изменчивости) и естественного отбора, с первыми двумя в невесомости все в порядке. Это факты экспериментальной космической биологии. Они дают возможность человеку находиться в космосе, с необходимым для него биологическим окружением, время, достаточное, чтобы найти условия появления и поддержания стабилизирующего естественного отбора в невесомости.



Дважды Герой Советского Союза  
летчик-космонавт СССР  
кандидат технических наук  
РУКАВИШНИКОВ Н. Н.

## Транспортные операции в космосе

**Очередная космическая экспедиция готова к старту, упакованы грузы, которые необходимо отправить на орбиту. Как наиболее рационально решить задачу космической транспортировки? Сделать транспортные операции в космосе более эффективными помогает новый корабль «Союз Т».**

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТА

Всякая транспортировка тем эффективнее, чем меньше отношение массы «тары» к массе полезного груза. Другими словами: тем выгоднее, чем дешевле будет стоить транспортная операция. Посмотрим с этой точки зрения на знакомые и привычные нам наземные транспортные средства. Легковой автомобиль «Волга» при собственной массе около 1400 кг рассчитан на перевозку пяти пассажиров и около 50 кг груза. Если принять массу одного пассажира равной 70 кг, то суммарная масса перевозимого груза окажется 400 кг. Отношение массы перевозимого груза к общей массе транспортного средства и перевозимого груза можно считать эффективностью транспортного средства. Итак, величина эффективности автомобиля «Волга» равна примерно 0,22, грузового автомобиля — в среднем 0,5, товарного железнодорожного вагона уже около 0,75, поскольку при массе тары около 20 т грузоподъемность такого вагона равна 60 т. А вот если человек едет на велосипеде, то

эффективность такой транспортной системы еще выше — около 0,8. При этом человек — полезный перевозимый груз, а велосипед — транспортное средство.

Теперь нам ясно, что эффективность транспортного средства достигает единицы тогда, когда этого средства «фактически нет», а полезный груз едет сам собой. Так, например, если плот плывет по течению, то можно сказать, что эффективность такой транспортировки равна единице.

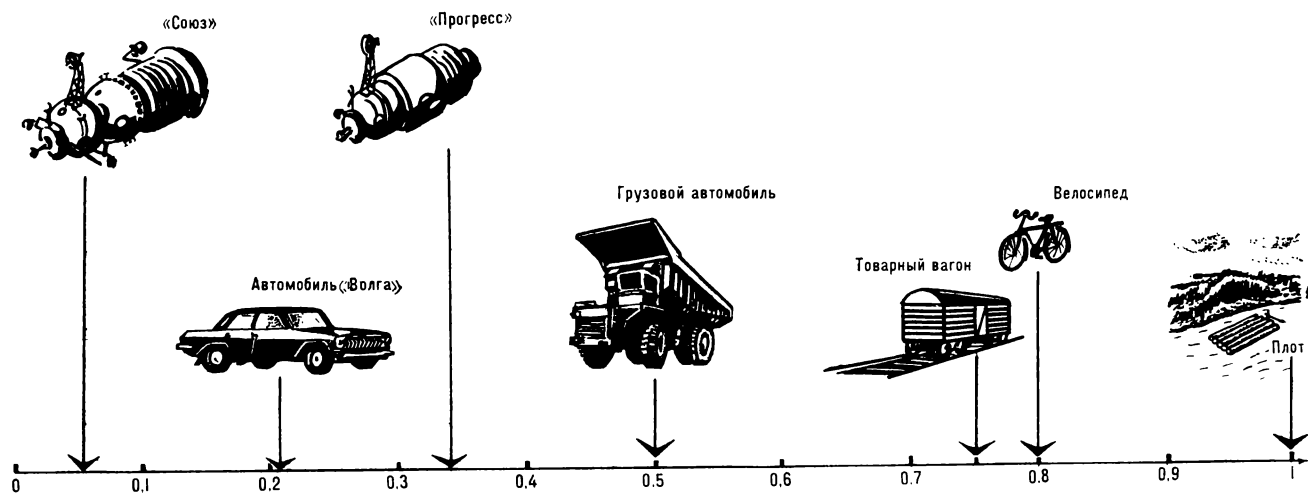
Безусловно, существуют и другие критерии для оценки эффективности транспортного средства. Это, прежде всего, надежность транспортировки, или вероятность того, что груз будет доставлен по адресу; время транспортировки, то есть как долго мы будем ждать груз на пункте назначения; удобства для пассажиров; простота управления транспортным средством и т. д.

Попробуем оценить существующие космические транспортные средства с точки зрения выбранного нами критерия, поскольку при заданной степени надежности соотношения масс в космосе играют первостепенную роль. Транспортный корабль «Союз» при собственной массе около 6800 кг к моменту стыковки с орбитальной станцией «Салют» имеет на борту двух космонавтов и около сотни килограммов груза. Предположим, что масса космонавта в полетном снаряжении равна 100 кг. Тогда масса полезного доставляемого на орбиту груза на корабле «Союз» окажется 300 кг. Подсчет эффективности дает величину 0,044. Это без учета массы ракеты-носителя (в противном

случае эффективность окажется гораздо меньше).

Почему же так мало? Ведь это примерно в 5 раз меньше, чем эффективность легкового автомобиля, более чем в 17 раз меньше эффективности товарного вагона? Да, к сожалению, так получается, несмотря на то, что изготовление корабля ведется по самой передовой технологии и применяются особо прочные и легкие конструкционные материалы, современное радиоэлектронное оборудование, высокоэффективное топливо для реактивных двигателей корабля, и даже несмотря на тончайшие баллистические расчеты, позволяющие максимально экономить это топливо.

Во всем «виновата» механика космического полета. На активном участке полета, когда происходит выведение корабля на орбиту, а также во время торможения в плотных слоях атмосферы при спуске корабль испытывает значительные инерционные нагрузки. Например, если при выведении корабля на орбиту произойдет авария ракеты-носителя и ее двигатели отключатся, то космический корабль, отделившись от ракеты, будет входить в атмосферу Земли под нерасчетным углом. Тогда столкновение с разреженным воздухом верхних слоев атмосферы будет настолько сильным, что на борту корабля может наступить перегрузка, превышающая более чем в 20 раз силу земного тяготения. Конструкторы корабля должны это учитывать. Отсюда — большая собственная масса конструкции. Возьмем, к примеру, кресло космонавта. Масса космонавта, как мы уже знаем, около 100 кг,

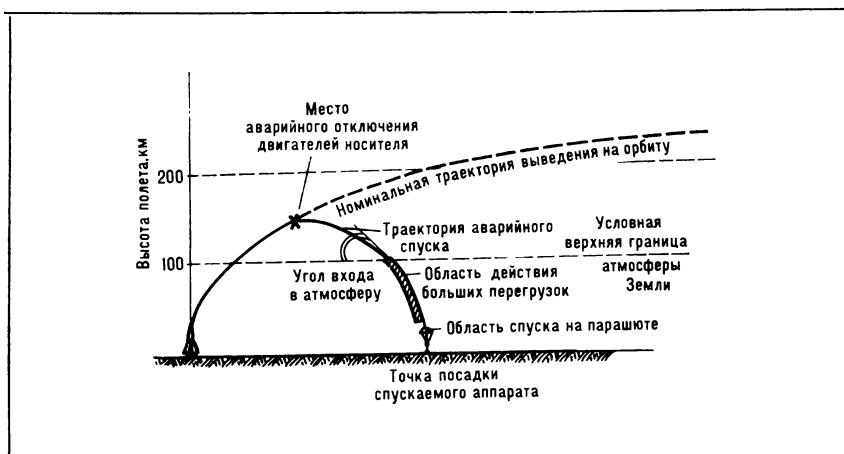


*Шкала эффективности различных транспортных средств*

а при 20-кратной перегрузке это уже две тонны. И кресло обязано такую нагрузку выдержать. Ни один вид наземного транспорта не предъявляет таких жестких требований к сиденью водителя.

Особенности космического полета определяют и сложность системы управления работой и движением космического корабля. Это связано с тем, что космический корабль при своем движении имеет шесть степеней свободы (автомобиль — две степени, а железнодорожный вагон — вообще одну степень свободы). Кроме того, все бортовое оборудование — приборы, агрегаты, системы — должно быть очень надежным, ибо в космическом полете нельзя сделать остановку для ремонта. Значит, необходим резерв наиболее важных частей оборудования. В корабле «Союз» многие приборы радиоэлектронного оборудования дублированы, а иногда даже и троированы. У «Союза», например, два маршевых двигателя — вдруг один откажет...

Надо учитывать также, что пилотируемый космический корабль предназначен не только для доставки экипажа и грузов на орбиту, но и для возвращения их оттуда. Поэтому



*Траектория движения космического аппарата в случае преждевременного выключения двигателей носителя*

спускаемый аппарат корабля должен иметь мощную и тяжелую теплозащиту корпуса, чтобы противостоять сверхвысокой температуре плазменного потока, омывающего аппарат при аэродинамическом торможении в атмосфере. Спускаемый аппарат обладает надежной резервированной системой спуска на парашютах, системой мягкой посадки, включающей высотомеры, электронное оборудование, пороховые реактивные двигатели мягкой посадки.

После посадки на Землю спускаемый аппарат может служить для экипажа и домом, в котором надо жить до прихода поисково-спасательной службы, и морским кораблем, если сели в океан, с необходимой для этого остойчивостью, центровкой, плавучестью, средствами сигнализации и связи, системой охлаждения забортной водой и т. д. А это все масса, масса, масса...

Можно привести пример, показывающий, чего стоят (в килограммах, конечно) средства возвращения корабля на Землю. Всем хорошо известен грузовой космический корабль «Прогресс», совершающий рейсы на орбиту для доставки на борт орбитальной станции «Салют» различных грузов — топлива, воды, пищи, кис-

лорода, новых приборов и узлов, научного оборудования (Земля и Вселенная, 1978, № 5, с. 12—17.—Ред.). Этот корабль сделан невозвращаемым. При собственной массе в момент стыковки со станцией около 7 т этот корабль несет на борту примерно 2,3 т полезного груза. Оценив это транспортное средство по нашему критерию, получим, что его эффективность равна 0,34 (массу ракеты-носителя снова не учитываем), а это уже сравнимо с эффективностью автомобиля, что совсем неплохо. После доставки на орбиту грузов «Прогресс» используется для удаления со станции отслуживших свой срок агрегатов и приборов, различных отходов, накопившихся в течение многомесячного полета. После разгрузки корабля экипаж орбитальной станции заполняет его трюмы этими предметами, затем производится отстыковка «Прогресса» от станции, торможение его на орбите, в результате чего он теряет высоту и входит в атмосферу над Тихим океаном. Лишенный теплозащитного покрытия, корабль не выдерживает бешеного потока раскаленной плазмы и разрушается, а отдельные его части превращаются в металлический пар. Лишь наиболее крупные и тяжелые детали могут достигнуть океана, но так ли это — кто знает?

Космический транспорт — достаточно дорогой транспорт. Его цена определяется не только стоимостью изготовления, но и стоимостью эксплуатации. Снижение стоимости эксплуатации космического транспорта — столь же актуальная задача, как и повышение эффективности его работы. Управление космическим полетом — сложное дело. Полет обеспечивается работой большого числа наземных пунктов слежения, морских измерительных комплексов (корабли типа «Космонавт Юрий Гагарин», «Академик Сергей Королев» и т. д.). В управлении полетом принимают участие баллистические вычислительные центры, центры управления полетом. Используются многочисленные каналы наземной и спутниковой связи. Все эти объекты содержат большое количество дорогостоящего оборудования, которое обслужива-

ется специалистами высокой квалификации (Земля и Вселенная, 1980, № 1, с. 37—42.—Ред.).

### В КОСМОСЕ «СОЮЗ Т»

Созданный в конце 60-х годов «Союз» (Земля и Вселенная, 1978, № 5, с. 6—7.—Ред.) представляет собой многоцелевой космический корабль, который предполагалось использовать как для выполнения автономных полетов, так и для осуществления транспортных операций. В корабле «Союз» воплотились самые новые и передовые по тем временам инженерные и конструкторские решения. Радиоэлектронное оборудование корабля было выполнено на современной элементной базе, при его изготовлении применялась передовая технология. Были созданы новые методы наземных предстартовых испытаний. Все это определило успешную эксплуатацию корабля в течение более десяти лет. Различные модификации «Союзов» использовались и для осуществления первой в мире стыковки космических аппаратов на орбите, что привело к созданию экспериментальной пилотируемой орбитальной научной станции, состоящей из кораблей «Союз-4» и «Союз-5» (Земля и Вселенная, 1969, № 1, 2-я стр. обложки.—Ред.), и для полетов в качестве автономных исследовательских лабораторий «Союз-9», «Союз-13», «Союз-22» (Земля и Вселенная, 1970, № 4, с. 3; 1975, № 3, с. 2—7; 1977, № 2, с. 10—15.—Ред.), и для выполнения первого в мире международного космического полета «Союз» — «Аполлон» в 1975 году (Земля и Вселенная, 1975, № 4, 2-я стр. обложки.—Ред.). Корабли «Союз» доставляли и доставляют космонавтов на станции «Салют». Это обеспечило работу в космосе интернациональных космических экипажей, состоящих из космонавтов Советского Союза и других социалистических стран, и проведение беспрецедентных в истории мировой космонавтики длительных космических экспедиций на орбиту (Земля и Вселенная, 1978, № 5, с. 17—23.—Ред.).

Более десяти лет несет службу ко-

рабль «Союз». Он выполняет свои функции с высокой степенью надежности. Однако «Союз» к настоящему времени морально устаревает. Появились сейчас и новые технологические приемы в производстве, и новые материалы, да и радиоэлектроника нынче совсем другая.

Появилась необходимость в создании транспортного пилотируемого космического корабля нового поколения. Необходимо увеличить и эффективность транспортных операций. Сейчас советская космическая техника пополнилась новым кораблем «Союз Т», успешные летные испытания которого в пилотируемом варианте впервые провели Ю. В. Малышев и В. В. Аксенов в июне 1980 года (Земля и Вселенная, 1980, № 5, с. 3—7.—Ред.).

В «Союзе Т» учтены изложенные выше факторы, увеличивающие эффективность транспортных операций. Радиоэлектронное оборудование корабля, масса которого весьма значительна, выполнено на новой элементной базе, что позволило не только уменьшить массу и габариты бортовых приборов, но и увеличить надежность всего комплекса. В системе управления бортовым комплексом впервые применена универсальная цифровая вычислительная машина, на основе которой создан бортовой цифровой вычислительный комплекс (БЦВК). Так что во время полета на борту можно решать баллистическую задачу сближения корабля со станцией. Увеличилась надежность сближения и стыковки, существенно меньше топлива уходит при выполнении транспортным кораблем маневров сближения, а ведь каждый килограмм оставшегося на Земле топлива превращается в килограмм доставленного на орбиту полезного груза.

Применение БЦВК позволило по-новому решить задачи управления работой бортового комплекса и контроля за его работой. Достаточно лишь ввести в БЦВК «полетное задание», как система сама в нужное время начинает проводить последовательные операции: включает все необходимые приборы и агрегаты — и корабль выполняет различного рода

ориентации, маневры, а также сближение со станцией и стыковку. Во время управления производится сложный контроль за ходом операций, за работой систем. В случае обнаружения неисправности, БЦВК может либо переключить систему на резервные комплекты приборов, либо избрать запасной вариант выполнения данной операции, либо, наконец, выключить оборудование и прекратить все операции, если другого выхода нет. Обо всех своих действиях БЦВК информирует экипаж. Сообщения от БЦВК отображаются на приборной доске корабля благодаря системе обмена информацией БЦВК с экипажем. Космонавты имеют возможность использовать БЦВК в двух режимах — автоматическом и полуавтоматическом. В первом режиме БЦВК лишь информирует экипаж о своих действиях, а экипаж выполняет при этом функцию главного контролера, который всегда может вмешаться в ход процесса. Во втором режиме для выполнения каждого нового шага в программе управления БЦВК должен по-

лучить одобрение экипажа. В этом случае бортовой цифровой вычислительный комплекс зажигает на экране слово «хочу» и далее то, что он хочет автоматически сделать. Например, возникает надпись «хочу двигатель». Это означает, что БЦВК хочет и готов включить маршевый двигатель корабля для коррекции траектории его движения. Если пилоты согласны с решением БЦВК (у них есть свои критерии оценки своевременности и необходимости сделать это), то они подают команду, разрешающую БЦВК выполнить подготовленное действие — включить двигатель. Предусмотрен также случай полного отказа БЦВК. В этой ситуации экипаж включает ручной контур управления работой бортовых систем и выполняет операции аналогично тому, как это делалось на корабле «Союз». Помимо этого, БЦВК обрабатывает информацию от работающих систем корабля, в результате чего экипаж получает информацию в обобщенном виде, что уменьшает нагрузку экипажа и вероятность возник-

новения ошибок в управлении и контроле. Обработанная информация по телеметрическим каналам поступает на Землю, в Центр управления полетом. Это позволяет упростить громоздкую и дорогостоящую службу управления полетом, тем самым увеличив эффективность выполнения транспортных операций по доставке грузов на станцию. И, безусловно, применение БЦВК на корабле «Союз Т» существенно облегчает работу экипажа.

На корабле «Союз Т» применена новая двигательная установка. В ней маршевый двигатель и двигатели ориентации получают топливо из общих баков, что позволяет рационально использовать его запас. Существенному пересмотру подверглись система жизнеобеспечения и система электропитания корабля. Вот почему создание транспортного корабля «Союз Т» представляет собой новый важный шаг в космическом кораблестроении.

## СЛЕД ТАЙФУНА «ВИРДЖИНИЯ»

Экспедиция «Тайфун-78» (июль — октябрь 1978 года), организованная Государственным комитетом СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды продолжила начатые в 1975 году исследования реакции верхнего слоя океана на прохождение тайфуна. С 26 по 30 июня 1978 года через акваторию Тихого океана, ограниченную координатами  $22^{\circ}$ — $28^{\circ}$  с. ш. и  $143^{\circ}$ — $151^{\circ}$  в. д., прошел тайфун, названный «Вирджиния». С 1 по 6 августа были выполнены семь широтных гидрологических разрезов его следа (расстояние между разрезами 30 миль, гидрологические станции на каждом разрезе отстояли друг от друга тоже на 30 миль). В эксперименте использовались также буйковые автоматические станции с измерителями течений.

В. Д. Пудов (Институт экспериментальной метеорологии Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды), проанализировав данные экспедиции, нашел, что зона 75-часового воздействия тайфуна имела четкие границы с высокими горизонтальными градиентами темпера-

туры воды на поверхности океана. Самые большие градиенты здесь достигали  $2^{\circ}$  С на 10 км (максимальные градиенты на фронтальных разделах таких мощных течений как Куросио и Оясио всего  $1$ — $1,5^{\circ}$  С на 10 км). Столь ярко выраженные термические фронты в следе тайфуна по обе стороны от его траектории можно объяснить тем, что они лежат в зоне действия максимальных ветров. Радиус зоны максимальных ветров тайфуна, по оценке автора, 50—55 км.

Исследовалось изменение температуры океана и по вертикали. Охлаждение воды (на  $0,5^{\circ}$  С), вызванное тайфуном «Вирджиния», наблюдалось на довольно большой глубине — 800 м. Область же наибольшего охлаждения (на  $6^{\circ}$  С)

располагалась на глубине 20—40 м и представляла собой линзу толщиной около 20 м, вытянутую по широте более чем на 60 км. На глубине 250—540 м под центральной областью тайфуна падало ядро холодных вод.

После прохождения тайфуна «Вирджиния» в верхнем 1000-метровом слое океана возник гигантский циклонический вихрь. Об этом говорят данные о скорости течений, полученные с помощью автоматических буйковых станций. Вихрь перемещался на запад со средней скоростью  $12$ — $13$  см  $\cdot$  с $^{-1}$ . Интересны сделанные автором энергетические оценки взаимодействия океана и тайфуна «Вирджиния». Максимальное приращение потенциальной энергии в следе тайфуна относительно невозмущенного состояния океана достигало  $2,5 \cdot 10^9$  эрг  $\cdot$  см $^{-2}$ . Максимальное приращение энергии в «рягах» Гольфстрима, оцененное несколько лет назад, составляет  $3,5 \cdot 10^9$  эрг  $\cdot$  см $^{-2}$ . Следовательно, с энергетической точки зрения время «жизни» вихревого образования в следе тайфуна того же порядка, что и время «жизни» синоптических вихрей Гольфстрима.

Океанология, 1980, 1.





Академик  
ГИНЗБУРГ В. Л.

## Космология и философия

### Какова роль философии, астрономии и физики в решении актуальнейшей проблемы космологии — выборе адекватной действительности модели Вселенной?

Установление границ между философией и естествознанием есть, в известной мере, процесс размежевания. Вместе с тем для тех, кто не отрицает значение и роль философии в развитии естествознания, такое размежевание нужно для того, чтобы объединиться — обеспечить плодотворное сотрудничество между философами и естествоиспытателями.

Казалось бы, вопрос о границах между философией и естествознанием давно решен. Неоднократно подчеркивалось, что современная философия не представляет собой натурфилософию или «науку наук», не может и не должна диктовать естественнонаучные представления и законы. Например, в принятом для ВУЗов учебнике «Основы марксистско-ленинской философии» (М., 1979, с. 18) говорится: «философия марксизма-ленинизма служит руководством к познанию самых различных областей действительности, но она не подменяет и не может подменять частные науки. Она не дает готовых решений тех вопросов, которыми занимаются частные науки...».

Статья представляет собой несколько измененную часть доклада, подготовленного автором для III Всесоюзного совещания по философским вопросам естествознания (Москва, апрель 1981 года).

Однако такие совершенно справедливые положения не помешали, к сожалению, в свое время отрицать «с философских позиций» представление о генах и многое другое. В известной степени это касается также космологии и внегалактической астрономии в целом, успехи которых в нашем веке заслуженно признаются блестящими. Достаточно упомянуть об открытии расширения (нестационарности) Вселенной<sup>1</sup>, обнаружении радиогалактик, квазаров, теплового реликтового излучения.

Вопрос о выборе адекватной действительности космологической модели сложен, многогранен и еще далеко не решен. Тем не менее, с оговоркой, касающейся окрестности сингулярности, можно утверждать, что известные теоретические представления и данные наблюдений не противоречат выбору одной из нестационарных однородных и изотропных релятивистских моделей. Эти модели называют также моделями Фридмана — советского ученого, впервые рассмотревшего их в 1922 и 1924 годах; статическую модель такого типа исследовал А. Эйнштейн в 1917 году, что и положило начало развитию релятивистской космологии. В модели Фридмана (с нулевым  $\Lambda$ -членом) есть некоторое критическое значение плотности вещества:

$$\rho_{\text{крит.}} = \frac{3H^2}{8\pi G}$$

( $G=6,67 \cdot 10^{-8}$  см<sup>3</sup>/г·с<sup>2</sup> — гравитационная постоянная,  $H=75$  км/с·Мпс — по-

<sup>1</sup> Из некоторой разумной осторожности нужно говорить о наблюдаемой Вселенной или Метагалактике, что фактически всегда и подразумевается.

стоянная Хаббла), равное  $10^{-29}$  г/см<sup>3</sup>.<sup>2</sup> Если средняя плотность вещества Вселенной выше критической, то Вселенная представляет собой замкнутое трехмерное многообразие с постоянной положительной кривизной — трехмерную сферу. Ее объем

$V=2\pi^2 R^3$  ( $R = \frac{c}{H} \sqrt{\frac{\rho_{\text{крит.}}}{\rho - \rho_{\text{крит.}}}}$  — радиус кривизны,  $c=3 \cdot 10^{10}$  см/с — скорость света), очевидно, конечен и для нестационарной модели меняется со временем. Вместе с тем, разумеется, трехмерная сфера безгранична, подобно тому как двумерная сфера имеет конечную площадь поверхности ( $S=4\pi R^2$ ), но как двумерное многообразие лишена каких-либо границ. Если плотность вещества меньше критической, то Вселенная, сопоставляемая с моделью Фридмана, является открытой — трехмерное пространство с постоянной отрицательной кривизной, объем которого бесконечен. В обеих моделях, в применении к описанию реальной Вселенной, плотность вещества падает со временем, причем в прошлом в некоторый момент времени  $t=0$  (разумеется, выбор именно этого момента за нуль условен) плотность  $\rho = \infty$  «Точка»  $t=0$ ,  $\rho = \infty$  и называется сингулярной или особенной.

<sup>2</sup> Приведенные значения постоянной Хаббла и критической плотности вещества относятся к нашей эпохе; в прошлом, поскольку Вселенная расширяется, они были больше (величина  $H=75$  км/с·Мпс отвечает примерно среднему значению постоянной Хаббла, встречающемуся в современной литературе).

Одной из основных задач космологии, над решением которой бьются уже десятилетия, является выбор между замкнутой и открытой моделями. Как ясно из сказанного, для этого достаточно определить среднюю плотность вещества Вселенной. Есть и другие пути для выяснения вопроса, но все они еще не привели к окончательному результату. Правда, в последние годы чаша весов склоняется в пользу открытой модели, если не принимать во внимание возможность существования черных дыр и считать массу покоя нейтринно равной нулю или достаточно малой. В целом же, вопрос о выборе между закрытой и открытой моделями остается еще совершенно нерешенным. Однако, если обратиться к ряду философских сочинений, то создается впечатление, что выбор между упомянутыми моделями может быть сделан из философских соображений. В этих сочинениях (к ним относится и предыдущее издание учебника «Основы марксистско-ленинской философии») без всякой естественнонаучной аргументации отбрасывается закрытая космологическая модель. Тем самым вопрос о конечности или бесконечности объема трехмерного пространства возводится в какую-то априорную категорию. Физики и астрономы в подавляющем своем большинстве не видят для такого вывода никаких оснований и считают вопрос об объеме Вселенной естественнонаучным и подлежащим решению на основе наблюдений.

С этих позиций некоторые фразы о бесконечности пространства, встречающиеся в уже упоминавшемся учебнике (речь идет о последнем издании 1979 года), представляются расплывчатыми и неопределенными: «к числу всеобщих свойств пространства и времени относится их бесконечность», «материя бесконечна и в своих пространственных формах бытия» (с. 62). В отношении же времени учебник бескомпромиссен: «Всякие допущения конечности времени неизбежно ведут к религиозным выводам о сотворении мира и времени богом, что полностью опровергается всеми данными науки и

практики» (с. 62).<sup>3</sup> Под «конечностью времени» здесь, насколько можно судить, понимается существование сингулярности — некоторого «начального» момента времени  $t=0$  в релятивистских космологических моделях (как в моделях Фридмана, так и в других, значительно более общих).

Примитивные «возражения» против возможной конечности объема Вселенной были связаны, видимо, с тем, что конечность путали с ограниченностью — наличием границ. Между тем, как уже подчеркивалось, трехмерное замкнутое пространство конечно (имеет конечный объем и т. д.), но, разумеется, не имеет никаких границ (речь идет о трехмерном пространстве). Аналогично, наличие особой точки (сингулярности) при  $t=0$  и рассмотрение лишь расширения (времени  $t>0$ ) побуждает поставить вопрос: а что было раньше, «до» момента  $t=0$ ? Один из возможных ответов состоит в том, что до эпохи расширения происходило сжатие, то есть время при  $t<0$  имеет физический смысл и вовсе не является «конечным» (в том смысле, что точка  $t=0$ , хотя и особая, но не нарушает возможности говорить о времени на всем интервале значений от  $-\infty$  до  $+\infty$ ). Такая возможность, весьма привлекательная на наш взгляд, неоднократно обсуждалась и отвечает, в частности, осциллирующим космологическим моделям. Эти модели,

<sup>3</sup> Нужно подчеркнуть, что в нашей философской литературе имеются примеры и правильного, на мой взгляд, подхода к космологической проблеме. Таким образом, автор не имеет оснований и, разумеется, не собирается придавать своей критике какой-то обобщающий характер. Что же касается упомянутого учебника, то, хотя разбор содержащегося в нем раздела «Пространство и время» не входит в нашу задачу, нельзя здесь не отметить, сколь небрежно и нечетко написан этот раздел (тираж учебника 300 000 экз.!). Например, при упоминании о черных дырах (с. 61, 62) напутано буквально все (диаметр черной дыры с массой Солнца равен 6, а не 2,5 км; черные дыры еще надежно не обнаружены; всегда было известно и ясно, что статическое гравитационное поле вне черной дыры не исчезает).

однако, встречаются с большими и пока не преодоленными трудностями, в результате чего ни одной подобной последовательной и непротиворечивой модели вообще еще не построено. Поэтому в релятивистской космологии рассматриваются почти исключительно модели с «конечным» временем. Точнее, в закрытых моделях Фридмана имеются две особые точки, причем интервал времени между ними конечен; в открытых моделях интервал времени бесконечен, но начинается с точки  $t=0$  (важна здесь, разумеется, «полубесконечность» интервала времени, а не выбор именно значения  $t=0$  для конца этого интервала). При этом указывается на то, что область времени  $t<0$  физически бессмысленна. Последнее, что весьма важно, автоматически следует и из исходных уравнений общей теории относительности. Такое решение вопроса имеет свои слабости, но, во всяком случае, не абсурдно и не связано с «актом творения», как это можно было бы сказать о «модели», в которой время бесконечно (имеет смысл и до момента  $t=0$ ), а Вселенная существует лишь при  $t\geq 0$ . Ясно, что обсуждаемые в астрономии космологические модели с «конечным» временем ни в коей мере не «ведут к религиозным выводам о сотворении мира».

Любопытно, что здесь мы можем призвать в свидетели президента Ватиканской (папской) академии наук. Этим президентом с 1960 и до своей смерти в 1966 году был известный космолог (и католический священник одновременно) Г. Леметр. На посвященном космологии 11-м Сольвеевском конгрессе в 1958 году Леметр в своем докладе отметил: «В той мере, в какой я могу судить, такая теория (имеется в виду теория расширяющейся Вселенной с особой точкой — «началом» времени.— В. Л. Г.) полностью остается в стороне от любых метафизических или религиозных вопросов. Она оставляет для материалиста свободу отрицать любое трансцендентное Бытие. В отношении начала пространства — времени материалист может оставаться при том же мнении, которого он мог придерживаться в слу-

чае неособенных областей пространства — времени». Возможно, что в богословской и религиозной литературе мнение монсеньера Леметра не общепринято и какие-то современные космологические представления действительно привлекаются для подкрепления библейских легенд. Но зачем же соглашаться с этим и использовать пугало «поповщины» при выборе космологических моделей?

Теперь мы понимаем, что нестационарность Вселенной могла быть предсказана даже на основе ньютоновской теории всемирного тяготения. Нестационарность, по сути дела, это проявление того известного факта, что тяготеющие массы, если они не вращаются относительно друг друга (подобно планетам вокруг Солнца), должны либо падать (сталкиваться), либо при наличии достаточной начальной скорости удаляться друг от друга. По некоторым причинам нестационарность удалось сначала выявить на основе общей теории относительности — релятивистской теории тяготения. Самым поразительным следствием нестационарности, несомненно, является существование «начала» или «конца», соответственно, для расширения или сжатия. Здравому смыслу трудно примириться с таким выводом. Но мы хорошо знаем, что «здравый смысл» и развитие науки не раз вступали в конфликт. Достаточно вспомнить споры о шарообразности Земли и о гелиоцентрической системе. Здесь уместно отметить также, что критика гелиоцентрических представлений отнюдь не ограничивалась ссылками на Священное писание и церковные догматы, а велась также с определенных физических или, если угодно, эмпирических позиций. «Здравый смысл» подвел и английского философа Ф. Бэкона. В 1622 году он квалифицировал теорию Коперника «как спекуляции человека, который не заботится о том, какие фикции он вводит в природу, если только это отвечает его вычислениям». С аналогичных позиций и в наши дни известный физик Х. Альвен критикует модели «большого взрыва», как нередко называют нестационарные космологические модели (Земля и Все-

ленная, 1969, № 3, с. 5—11.— Ред.). Не могу не отметить, что замечания Альвена, как по содержанию, так и особенно по своему тону, произвели на меня очень тяжелое впечатление.

Утверждая (без всяких оснований и каких-либо аргументов), что наблюдательные данные, свидетельствующие в пользу существования «большого взрыва», якобы отпали, Альвен далее пишет: «Чем меньше существует научных доказательств, тем более фанатичной делается вера в этот миф. Как вам известно, эта космологическая теория представляет собой верх абсурда — она утверждает, что вся Вселенная возникла в некий определенный момент подобно взорвавшейся атомной бомбе, имеющей размеры (более или менее) с булавочную головку. Похоже на то, что в теперешней интеллектуальной атмосфере огромным преимуществом космологии «большого взрыва» служит то, что она является оскорблением здравого смысла: *credo quia absurdum* (верю, ибо это абсурдно)! Когда ученые сражаются против астрологических бессмыслиц вне «храмов науки», неплохо было бы припомнить, что в самих этих стенах подчас культивируется еще худшая бессмыслица» (сб. «Будущее науки». М., 1979, с. 64). Ситуация здесь довольно типичная. Вместо того, чтобы разобраться в сути дела, научная картина (модель Фридмана и т. п.) отождествляется с радикально отличной, хотя внешне похожей, выдуманной и действительно абсурдной моделью (взрыв бомбы в евклидовом пространстве). Затем уже наводится сокрушающая критика на собственную выдумку.

«Сообщество» космологов, да и всех астрономов в целом (индивидуальные отступления не способны изменить такой вывод) не может не признавать фактов — наблюдаемого удаления галактик, их эволюции, наблюдений реликтового излучения и т. д. В результате, если допустимы споры о том, насколько можно приблизиться (в смысле экстраполяции имеющихся данных) к «началу» (сингулярности), то само существование в прошлом плотной горячей фазы,

а тем самым и «большого взрыва» в физическом понимании этого термина, не вызывает сомнений. Последнее (то есть признание моделей с «большим взрывом») относится, насколько я могу судить, и к В. А. Амбарцумяну и его последователям, хотя они и занимают в современной астрономии особое место в силу приверженности к некоторому неклассическому, или бюраканскому направлению, причем «исследовательская программа бюраканского направления оказывается отличной от всех конкретных теоретических схем, объединяемых исследовательской программой классического направления, по самой своей основе» (сб. «Философские проблемы астрономии XX века». М., 1976, с. 41).

Признание, диктуемое фактами, существования в прошлом у Вселенной плотной и горячей фазы, а также в определенных пределах однородности и изотропности Вселенной «в среднем», отнюдь не тождественно признанию справедливости фридмановских моделей (вопрос о выборе между открытой и закрытой моделями для плотной фазы, отвечающей малым значениям времени, особой роли не играет). Чем ближе к «началу» (точке  $t=0$ ), имеющемуся в этих моделях, тем к большей экстраполяции приходится прибегать. Более или менее надежна сейчас экстраполяция до момента порядка  $10^{-4}$  секунды, когда плотность вещества составляла примерно  $10^{14}$  г/см<sup>3</sup> (порядка плотности вещества в атомных ядрах). Между тем в теории широко проводится и обсуждается экстраполяция до значений  $10^{-43}$  секунды и плотности  $10^{94}$  г/см<sup>3</sup>, когда становятся большими квантовые эффекты. По этой причине общей теорией относительности Эйнштейна (то есть вполне определенной теорией гравитационного поля, но теорией классической в смысле неучета квантовых явлений) пользоваться при столь малых значениях времени, вообще говоря, нельзя. Создание квантовой теории гравитации и, в частности, квантовой космологии — одна из основных задач современного естествознания. К чему приведет решение этой грандиозной задачи, ска-



зать заранее невозможно. Но уже давно многие питают надежду на то, что учет квантовых эффектов «ликвидирует» сингулярности и, конкретно, достижимая плотность вещества будет конечна.

Как в квантовой космологии будет решена проблема времени расширения, никто не знает. Не ясно, какой конкретный смысл имеет и само понятие времени, когда речь идет об интервалах времени  $10^{-43}$  секунды или даже, скажем,  $10^{-30}$  секунды, столь далеких от длительностей, с которыми нам пока приходилось сталкиваться. Возможно, например, что существование классической сингулярности при  $t=0$  должно рассматриваться, скорее, не как указание на конечность классического времени, а как свидетельство его неопреде-

ленности при квантовом подходе.<sup>4</sup>

Как можно надеяться, все сказанное убеждает в необоснованности критики современных космологических представлений или моделей «с философских позиций».

Итак, установление границ между

<sup>4</sup> Немало вопросов, требующих дальнейшего анализа, остается, впрочем, еще в рамках классической теории. Сюда относится, в частности, уточнение понятия о времени, как об измеримой физической величине, в экстремальных (хотя и классических) условиях, отвечающих приближению к сингулярности. Нужно упомянуть и о возможном, в принципе, существенном усложнении топологии пространства — времени (как «в большом», так и в «малом») по сравнению с топологией обычно рассматриваемых простейших (в частности, фридмановских) космологических моделей.

философией и естествознанием само представляет философскую проблему. Ее решение кажется, в принципе, достаточно ясным, однако еще требует уточнения. О последнем свидетельствует продолжающееся расхождение между некоторыми философами и естествознаками в вопросе о границах применения философии при обсуждении космологической проблемы. Материалистическая философия не накладывает и не может накладывать «табу» на выбор моделей Вселенной. Вопросы о конечности и бесконечности объема Вселенной, законах ее эволюции во времени и им подобные не являются философскими и должны решаться в свете данных астрономических наблюдений и современной физики.

## КОСМОС — ГЕОЛОГАМ

Применение результатов космических съемок в геологии — новое научное направление, позволяющее геологам быстрее и эффективнее решать теоретические вопросы развития земной коры, определять закономерности размещения полезных ископаемых, изучать зоны высокой сейсмичности для прогноза землетрясений (Земля и Вселенная, 1979, № 5, с. 7—12.— *Ред.*). Полученная с космических снимков информация используется не только для научных исследований, но и для практических нужд народного хозяйства. Сотрудники Всесоюзного научно-производственного объединения «Аэрогеология» Министерства геологии СССР создали «Карту линейных и кольцевых структур территории СССР» масштаба 1:5 000 000 под редакцией А. Д. Щеглова и В. Н. Брюханова. Космогеологическое картирование нашей страны в указанном масштабе осуществлено впервые. Для составления карты использовались результаты дешифрирования космических снимков, полученных с искусственных спутников Земли «Метеор» с предельным разрешением на местности около 1 км. На территории СССР выделены линейные и кольцевые структуры, рассмотрено их соотношение с известными геологическими объектами, проведен предварительный анализ пространственного распределения и взаимосвязей структур между собой.

СЕРГЕЕВ С. М.



## МЕРЗЛОТА НА МАРСЕ

Разработка проблемы запаса воды на Марсе (в виде льда) имеет большое значение. Но теоретические оценки глубины залегания мерзлых пород на этой планете неопределенные, а геофизические методы разведки, и тем более бурения, связаны с огромными трудностями.

Р. О. Кузьмин (Институт геохимии и аналитической химии имени В. И. Вернадского АН СССР), анализируя морфологию марсианских метеоритных кратеров по снимкам, сделанным «Викинг-1 и -2», получил интересный результат. Он обнаружил уникальные кратеры различного размера, не похожие ни на лунные, ни на меркурианские. Эти марсианские кратеры имеют специфические выбросы — радиально ориентированные «выплески» грунта с лопастевидными краями

(больше всего они напоминают селевые потоки на Земле). Выбросы, как считают специалисты, связаны с тем, что в момент образования кратеров лед, содержащийся в мерзлом грунте планеты, расплавился. Расплав растекался по поверхности и сформировал потоковидные образования.

По глубине минимального кратера, имеющего выбросы, автор оценил глубину залегания кровли мерзлых пород (или мощность поверхностного слоя «сухой» мерзлоты, не содержащего лед). Кроме того, оказалось, что минимальный диаметр кратера с выбросами уменьшается (более чем в 4 раза) от экватора к широте  $50-60^\circ$ . Это говорит о том, что в высоких широтах верхняя граница мерзлых пород лежит почти у поверхности.

Согласно оценкам, сделанным автором, верхняя граница мерзлых пород в экваториальной зоне Марса проходит на глубине 300—350 м и к полюсам постепенно поднимается (на широте  $40-50^\circ$  она уже не глубже 100 м). При современном климатическом режиме Марса за  $70$ -й параллелью лед стабильно существует на поверхности планеты. Поэтому, видимо, на широте  $50-70^\circ$  верхняя кровля мерзлых пород выходит на дневную поверхность.

Доклады АН СССР, 1980, 252, 6.



Доктор физико-математических наук  
НОВИКОВ И. Д.

## Возникновение структуры Вселенной

**На самых ранних стадиях эволюции Вселенной ее вещество было практически однородным. В нем могли возникать лишь малые хаотические неоднородности. Что способствовало развитию их в крупномасштабные возмущения плотности, приведшие к образованию скоплений галактик, галактик, звезд?**

Одна из важнейших особенностей Вселенной — ее **структурность** — наличие отдельных взаимодействующих элементов физической материи и их систем. Структурность Вселенной проявляется и в микро- и в макромире: от масштабов элементарных частиц материи (меньше  $10^{-13}$  см) до гигантских сверхскоплений галактик (размеры которых достигают десятков миллионов световых лет). Для структуры Вселенной характерна иерархическая последовательность все более сложных систем. Элементарные частицы составляют атомные ядра и атомы разной степени сложности, те в свою очередь объединяются в небесные тела — планеты, звезды, облака газа, а звезды и планеты — в системы небесных тел. Следующие по сложности структурные единицы — галактики и скопления галактик.

Эти надежные факты о строении Вселенной ставят перед наукой ряд вопросов, из которых мы выделим два принципиальных:

1. Простирается ли иерархическая лестница все более сложных систем до бесконечности? Иначе говоря, существуют ли системы небесных тел сколь угодно большого размера —

сверх, сверх, сверх... скопления галактик?

2. Как, когда и почему возникла именно наблюдаемая сегодня структурность Вселенной?

В решении этих вопросов, имеющих мировоззренческое значение, наука достигла больших успехов. Выдающийся вклад в их решение сделан советскими учеными.

### БЕСКОНЕЧНА ЛИ ИЕРАРХИЧЕСКАЯ ЛЕСТНИЦА?

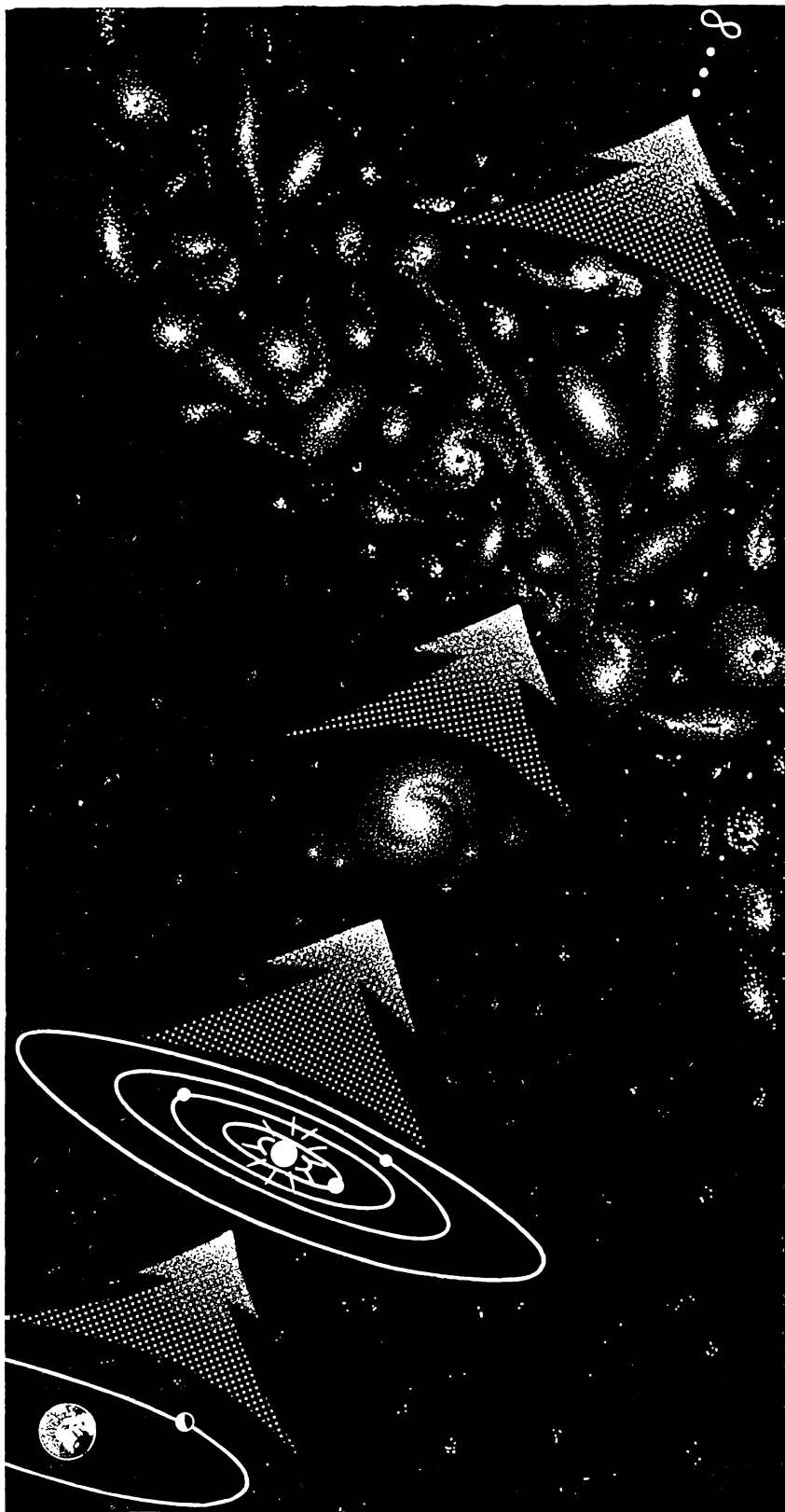
Чтобы ответить на этот вопрос, надо исследовать распределение вещества во все больших пространственных масштабах. Однако далекие и потому имеющие малую яркость галактики трудно сфотографировать даже на таких больших телескопах, как крупнейший в мире 6-метровый телескоп Специальной астрофизической обсерватории АН СССР. Кроме того, при изучении далеких скоплений галактик ближе расположенные слабые галактики проецируются на далекие, крайне запутывая всю картину. Поэтому лет 15 назад у астрофизиков не было единого мнения о том, как распределены галактики и их скопления в масштабах сотен миллионов световых лет и более.

В последнее десятилетие для решения вопроса о степени однородности Вселенной в больших масштабах астрофизики используют **реликтовое электромагнитное излучение** (Земля и Вселенная, 1979, № 6, с. 45—49.— Ред.). Это излучение возникло в далеком прошлом, около 15 миллиардов лет назад, в начале расширения Вселенной, когда не было отдельных звезд и галактик, а все ве-

щество представляло собой высоко-температурную плазму. В ходе расширения Вселенной излучение остыло и сегодня его температура около 3 К. Максимум интенсивности реликтового излучения соответствует длинам волн в доли миллиметра. Эти сверхкороткие радиоволны свободно, практически без поглощения, приходят к нам сегодня с самых больших расстояний. Интенсивность реликтового излучения одна и та же по всем направлениям на небе, что свидетельствует об удивительной одинаковости свойств Вселенной во всех направлениях. До сих пор с уверенностью удалось зафиксировать лишь незначительное увеличение интенсивности реликтового излучения в направлении на созвездие Льва и ослабление в противоположной половине неба<sup>1</sup>. Этот факт объясняется движением Солнечной системы в направлении созвездия Льва со скоростью 390 км/с относительно совокупности галактик. Из-за эффекта Доплера излучение, приходящее к нам с этих участков неба, оказывается более интенсивным. Как же можно с помощью реликтового излучения получать сведения о распределении материи в самых больших масштабах?

Предположим, что в масштабах, сравнимых со всей доступной наблюдению частью Вселенной (в масштабах  $l \sim ct$ ,  $c$  — скорость света, а  $t$  — время, протекшее с начала расширения Вселенной), имеются заметные

<sup>1</sup> Мы не рассматриваем здесь небольшие изменения интенсивности реликтового излучения при взаимодействии его с горячим газом больших скоплений галактик.



неоднородности распределения вещества — какие-то сверхскопления галактик. Тогда эти скопления должны создавать значительное гравитационное поле. Реликтовое излучение, родившееся в далеком прошлом в области таких сгущений, должно поступать к нам ослабленным. Дело в том, что, согласно общей теории относительности Эйнштейна, излучение, выходящее из области повышенного гравитационного поля, ослабляется, краснеет — испытывает гравитационное красное смещение. Этот эффект весьма точно измерен в лабораторных экспериментах. Следовательно, если бы во Вселенной существовали заметные сгущения вещества очень большого масштаба, то из областей неба, соответствующих направлениям на эти сгущения, реликтовое излучение приходило бы к нам несколько ослабленным, мы видели как бы «пятна» пониженной интенсивности реликтового излучения на небе. Тщательные поиски подобных «пятен», проведенные, в частности, на радиотелескопе РАТАН-600 (Земля и Вселенная, 1977, № 6, с. 40—47.—Ред.), оказались безуспешными. Расчеты показывают, что если бы в масштабах порядка миллиарда световых лет существовали сгущения с превышением в них плотности материи над средним уровнем хотя бы на 10%, то в интенсивности реликтового излучения появились бы «пятна», которые уверенно обнаружили бы современные радиотелескопы. Значит, в масштабах порядка миллиарда световых лет и больше заведомо нет сколь-нибудь заметных сгущений вещества. Таким образом, иерархическая лестница все более сложных систем небесных тел не простирается до бесконечности, она обрывается сверху.

Крупнейшие структурные единицы Вселенной — крупные скопления или сверхскопления галактик, имеющие размер до сотни миллионов световых лет. В больших масштабах распределение вещества во Вселенной однородно.

В изучении характерных особенностей сверхскоплений галактик велики заслуги советских астрофизиков и, в частности, астрофизиков Тарту-

ской астрофизической обсерватории АН ЭССР. Они обнаружили, что в сверхскоплениях галактики расположены преимущественно в тонких слоях, образующих как бы стенки ячеек, внутренности же ячеек почти пустые (Земля и Вселенная, 1978, № 3, с. 62—66.— Ред.). К аналогичным выводам пришли и американские астрофизики.

## ОТ МАЛЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ — К ЗАРОДЫШАМ ГАЛАКТИК

Наблюдения реликтового излучения показывают, что в самом начале расширения Вселенной горячая расширяющаяся плазма почти строго однородной и только в эпоху, сравнительно близкую к нам, она распалась на отдельные «комки», из которых впоследствии возникли галактики, их скопления и другие небесные тела. Если бы в начале расширения в горячей плазме существовали заметные сгущения, масса которых равнялась бы массе галактики или скопления галактик, то в сгущениях была бы и заметно большая температура. Реликтовое излучение, родившееся в этих горячих комках, приходило бы к нам сегодня с интенсивностью выше среднего уровня, и мы видели бы «горячие» пятнышки в распределении по небу реликтового излучения. Размеры таких пятнышек, как следует из расчетов, несколько угловых минут и более. Но таких пятнышек астрофизики не обнаружили. Значит, больших (по амплитуде) сгущений в плазме не было.

Однако небольшие (по амплитуде) неоднородности в плазме все же должны были существовать. Действительно, идеально однородный газ никогда бы не распался на отдельные комки и не возникли бы небесные тела. Эти небольшие неоднородности в горячей газе были **звуковыми волнами** (аналогично тому, как небольшие неоднородности в воздухе вызывают звуковые колебания). Пока в самом начале расширения Вселенной газ был очень горячим, он был ионизован и непрозрачен для реликтового излучения. Огромное давление излучения препятствовало

развитию малых сгущений в более плотные комки под действием сил собственного тяготения. Спустя миллион лет после начала расширения, газ охладился настолько, что из ионизованного стал нейтральным, прозрачным для реликтового излучения. Давление излучения уже не препятствовало росту неоднородностей под действием сил тяготения, и эти неоднородности, увеличиваясь, привели к распаду газа на отдельные комки, которые затем развились в скопления галактик, галактики и другие небесные тела. Такова наиболее вероятная картина образования структуры Вселенной.

Согласно расчетам, маленькие неоднородности газа успеют вырасти и сформировать к нашему времени галактики, если в эпоху, когда охлаждающийся газ стал нейтральным (через миллион лет после начала расширения), амплитуда «затравочных» звуковых колебаний составляла примерно  $10^{-5}$  от среднего значения плотности. И вот здесь теоретики столкнулись с трудной проблемой: откуда взялись эти «затравочные» звуковые волны в горячей газе?

Конечно, в любом горячем газе вследствие случайного движения атомов возникают малые хаотические неоднородности. Более того, в любом веществе обязаны существовать малые неоднородности из-за квантовых свойств материи. Но расчеты показали, что и первичные температурные неоднородности, и квантовые неоднородности совершенно ничтожны в масштабах, охватывающих массу галактики или скопления галактик. Эти неоднородности на много порядков меньше по амплитуде, чем требуемое для объяснения происхождения крупномасштабной структуры Вселенной значение амплитуды неоднородностей  $10^{-5}$ . Нужно было найти какой-то механизм предварительного усиления ничтожных квантовых и термических неоднородностей космической плазмы. И такой механизм предложили недавно советские теоретики.

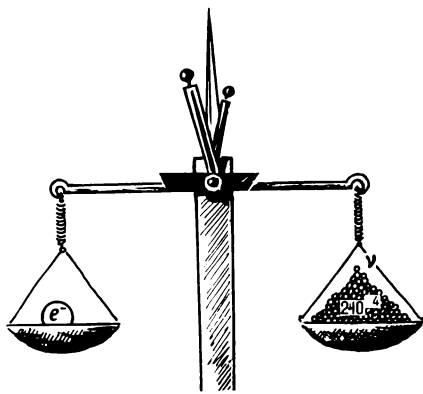
Для того, чтобы понять, как работает этот механизм, рассмотрим следующий простой пример. Представим себе замкнутую резонирующую

полость с газом, в котором есть звуковые волны. Если увеличивать объем резонатора (например, выдвигая поршень), то звуковые волны, попавшие в «такт» этому изменению (имеющие подходящую фазу и длину волны  $\lambda \approx v_{зв} \cdot t$ , где  $v_{зв}$  — скорость звука, а  $t$  — время существенного изменения плотности газа в резонаторе), могут при некоторых условиях усилиться. Нечто подобное происходило в прошлом и в расширяющейся горячей Вселенной, поскольку параметры газа в ней изменялись. Правда, аналогия со звуком весьма условна. Дело в том, что в самую раннюю эпоху расширения Вселенной в сгущениях, масса которых равнялась массе галактики или скопления галактик, силы тяготения много больше сил, вызванных перепадами давления из-за маленьких неоднородностей, а размеры весьма велики по сравнению с  $v_{зв} \cdot t$ . Общим и для Вселенной, и для замкнутого резонатора с газом является **«параметрический резонанс»** — усиление волн, попадающих в «такт» изменению параметров системы. Кстати, это же происходит, когда мы раскачиваемся на качелях, приседая в такт движению качелей.

Во Вселенной «в такт» с темпом расширения газа попадают все возмущения, длина волны которых  $\lambda > ct$ , где  $c$  — скорость света, а  $t$  — время, протекшее с начала расширения. Значит, все крупномасштабные неоднородности были усилены по амплитуде и, как показывают расчеты, при некоторых условиях могли оказаться достаточно большими (амплитуда порядка  $10^{-5}$ ), чтобы образовывать зародыши галактик в расширяющейся Вселенной.

## НЕЙТРИНО В РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ ВСЕЛЕННОЙ

Теперь нам предстоит ответить на следующий вопрос: если усиливаются все крупномасштабные возмущения, то почему возникают скопления галактик именно с наблюдаемыми характерными массами и размерами? Но прежде напомним об одном важном исследовании, результаты которого были опубликованы советскими



физиками в 1980 году. Речь идет о вероятном открытии массы покоя у нейтрино (Земля и Вселенная, 1980, № 5, с. 24—25.— Ред.).

Как следует из опытов, выполненных в Институте теоретической и экспериментальной физики в Москве, масса электронных нейтрино ( $6 \cdot 10^{-32}$  г) примерно в 20 000 раз меньше массы электрона, в несколько десятков миллионов раз меньше массы протона. Если эти выводы подтвердятся, то они окажут самое сильное влияние на наше понимание строения Вселенной.

Дело в том, что нейтрино во Вселенной очень много, гораздо больше, чем тяжелых частиц, из которых состоит обычное вещество. Это — реликтовые нейтрино, оставшиеся от эпохи горячей плазмы, когда нейтрино интенсивно рождались при бурных превращениях элементарных частиц. На одну тяжелую частицу во Вселенной (практически на каждый протон, так как водород — главный химический элемент Вселенной) приходится около миллиарда нейтрино. И хотя каждое нейтрино в десятки миллионов раз легче протона, в сумме миллиард нейтрино обладают массой, раз в тридцать большей, чем масса протона. **Значит, по массе нейтрино примерно в 30 раз превышает массу обычного вещества во Вселенной!** Энергия этих реликтовых нейтрино столь мала, что они практически не взаимодействуют с обычным веществом и могут быть обнаружены лишь благодаря силам тяготения, создаваемым их суммарной массой.

Теперь совершенно ясно, что при рассмотрении процесса образования галактик, возникающих из первичных комков вещества, надо учитывать тяготение нейтрино.

Попробуем нарисовать картину возникновения крупномасштабной структуры Вселенной. В самом начале расширения Вселенной очень небольшие случайные неоднородности распределения материи (включая нейтрино) были усилены «параметрическим резонансом». Эти затравочные неоднородности в обычном горячем веществе превратились в звуковые колебания. Иначе обстояло дело с неоднородностями распределения нейтрино. В начале расширения Вселенной нейтрино имели большую энергию, двигались со скоростью, почти равной световой, и поэтому могли свободно выходить из небольших по размерам сгущений. Эти нейтрино перемешивались с другими, пришедшими из соседних областей, и постепенно неоднородности в распределении нейтрино выравнивались. Чем больше проходило времени, тем большие по размеру неоднородности в распределении нейтрино успевали «рассосаться». Процесс «рассасывания» неоднородностей продолжался до тех пор, пока скорости нейтрино были близки к световой. По мере расширения Вселенной скорости нейтрино уменьшались и спустя 300 лет после начала расширения стали заметно меньше световой.

Начиная с этого момента оставшиеся сгущения нейтрино достаточно большого размера уже не рассасывались, так как медленные нейтрино не успевали из них вылететь. Сгущения нейтрино медленно нарастали под действием сил собственного тяготения, затем нейтринная среда распалась на отдельные сжимающиеся облака, в которых нейтрино удерживались их суммарным полем тяготения. Согласно расчетам, масса этих облаков примерно  $10^{15}$  солнечных. Так возникали крупнейшие структурные единицы Вселенной. Эти нейтринные облака, разумеется, невидимы, но обладают полем тяготения.

Что же происходило с обычным



веществом, которое мы сегодня наблюдаем? Когда вещество Вселенной было плазмой, непрозрачной для излучения, давление излучения препятствовало образованию сгущений, увеличению неоднородностей в плазме. Но через миллион лет после начала расширения газ стал нейтральным, давление в нем резко упало и в поле тяготения возникающих массивных облаков нейтрино формируются сгущения газа. Это обычное вещество, сосредотачиваясь в центральных частях невидимых нейтринных облаков, развивалось затем в большие скопления или сверхскопления галактик, которые мы сегодня наблюдаем. Масса нейтринных облаков около  $10^{15}$  солнечных. Суммарная масса галактик в больших скоплениях должна быть в несколько десятков раз меньше, около  $3 \cdot 10^{13}$  солнечных, что близко к наблюдаемым значениям. Подчеркнем, что в этой картине проясняется еще одна загадка, долго волновавшая астрофизиков. Давно подозревалось наличие в скоплениях галактик какой-то невидимой массы (Земля и Вселенная, 1975, № 3, с. 32—36.— Ред.), тяготение которой разгоняет галактики в скоплениях до больших скоростей. Теперь становится очевидным, что эта невидимая масса, вероятно, сосредоточена в нейтрино, собранных в облако. В его центральных частях и образуются видимые галактики.

Таковы в самых общих чертах современные представления о возникновении крупномасштабной структуры Вселенной. Конечно, не все стороны этого грандиозного процесса окончательно выяснены и проанализированы, многое еще предстоит сделать. Это — передний край науки.



Кандидат философских наук  
КАЗЮТИНСКИЙ В. В.  
Кандидат педагогических наук  
ЛЕВИТАН Е. П.

## Наука о Вселенной и мировоззрение

**Стремительный прогресс в исследовании Вселенной и начавшееся освоение ближнего космоса привели к тому, что снова, и притом с неменьшей остротой, чем во времена великой коперниканской революции, выдвинут на первый план ряд коренных проблем мировоззрения.**

Мировоззрение — это «система общенных взглядов на объективный мир и место человека в нем, на отношение людей к окружающей их действительности и самим себе, а также обусловленные этими взглядами их убеждения, идеалы, принципы познания и деятельности».<sup>1</sup> Материалистическое мировоззрение неразрывно связано с коммунистической идеологией, марксистско-ленинской философией, научным атеизмом. Мировоззрение советского человека определяет идейную направленность всей его жизни и деятельности.

В отчетном докладе ЦК КПСС XXV съезду партии Генеральный секретарь ЦК КПСС товарищ Л. И. Брежнев подчеркнул, что наше советское общество — «это общество, где господствует научное материалистическое мировоззрение».<sup>2</sup> В условиях усиления идеологической борьбы на международной арене формирование марксистско-ленинского мировоззрения представляет собой важную

составную часть огромной идеологической работы, проводимой КПСС. Именно поэтому в постановлении ЦК КПСС «О дальнейшем улучшении идеологической, политико-воспитательной работы» отмечено, что «сердцевинной идеологической, политико-воспитательной работы было и остается формирование у советских людей научного мировоззрения, беззаветной преданности делу партии, коммунистическим идеалам, любви к социалистической Отчизне, пролетарского интернационализма».<sup>3</sup>

В условиях современной научно-технической революции каждая крупная веха познания и практического преобразования мира становится ареной ожесточенной борьбы мировоззрений. Многие направления современной буржуазной философии переносят на космос неразрешимые противоречия капиталистического общества, рассматривая Вселенную как нечто абсурдное, иррациональное. С позиций религиозно-идеалистических направлений мир и человек предстают как продукты «творения», а не естественного саморазвития материи и т. п. Но **верх в этой борьбе непременно берет марксистско-ленинское мировоззрение, которое является единственно адекватной основой познания и преобразования мира.**

### МИРОВОЗЗРЕНИЕ И НАУЧНАЯ КАРТИНА МИРА

На протяжении длительного времени каждое из непримиримых миро-

воззрений — религиозное и материалистическое — было связано с определенной картиной мира. Существовали религиозная и научная, материалистическая, картины мира. Но развитие естествознания последовательно доказывало полное несоответствие религиозной картины мира научным данным. Вначале с «еретическими» взглядами велась беспощадная борьба. Хорошо известно, что в эпоху Возрождения учения, несогласные с буквой и духом Священного писания, запрещались, а их сторонников заставляли отречься от своих взглядов (как произошло с Галилеем) или сжигали на костре (Дж. Бруно). Но дальнейшее развитие науки наносило религиозным представлениям о мире все более жестокие удары, с которыми теологи не могли не считаться. Религиозное мировоззрение вынуждено было «предоставлять» естественным наукам все большую свободу в исследовании природы. В конечном счете это отступление зашло так далеко, что сейчас лишь часть теологов настаивает на существовании какой-то особой религиозной картины мира. Большинство же их ограничивается попытками интерпретации с позиций религиозно-идеалистического мировоззрения той картины мира, которую рисует современная наука. В этом отношении весьма показательным, что недавно глава католической церкви вынужден был официально дезавуировать приговор трибунала инквизиции по «делу» Галилея.

Борьба религиозного и научно-материалистического мировоззрений касается сейчас не самих по себе проблем структуры и эволюции ма-

<sup>1</sup> Советский энциклопедический словарь. М., 1979, с. 820.

<sup>2</sup> Брежнев Л. И. Ленинским курсом. Речи и статьи, т. 5, М., 1976, с. 548.

<sup>3</sup> О дальнейшем улучшении идеологической, политико-воспитательной работы. Постановление ЦК КПСС 26 апреля 1979. М., 1979, с. 9.

терии, а значения выводов естествознания для понимания места человечества в мире, осмысления возможностей и перспектив познания, а также практического преобразования мира.

Одна из важнейших особенностей современного подхода к разрешению мировоззренческих проблем наук о природе (например, астрономии) и любого из направлений научно-технического прогресса (включая космонавтику) состоит в том, чтобы, не предписывая науке картину мира (строить и уточнять ее — дело специально-научного исследования), формулировать определенные цели практической и исследовательской деятельности общества, давать оценку проблем, результатов, ожидаемых перспектив этой деятельности в их значимости для человека: само собой разумеется, все подобные цели и оценки носят социально обусловленный характер.

В этом смысле вполне естественно некоторое различие специально-научного и мировоззренческого подходов к миру в рамках их диалектической взаимосвязи. Скажем, все развитие астрономии происходило под знаком преодоления астрономического геоцентризма, а вместе с тем и антропоцентризма как представления о центральном положении человечества во Вселенной. Но поскольку наука призвана служить человеку, прогресс в исследовании и освоении Вселенной должен рассматриваться не с позиций какого-то безличного субъекта, а именно с точки зрения наших человеческих интересов, целей, потребностей, то есть в известном смысле с позиций мировоззренческого антропоцентризма.

Например, эволюционные процессы во Вселенной, по-видимому, лишь в определенных случаях способны приводить к условиям, в которых могут возникать различные формы жизни, разума, космические цивилизации. Это объективный вывод современной науки. Но в мировоззренческом аспекте условия и процессы, которые привели к появлению нашей, а также, возможно, других цивилизаций, представляют особую ценность, помогают глубже понять

место человечества в эволюционирующей Вселенной. В мировоззренческом плане вполне правомерно говорить, что появление человечества было важнейшим качественным скачком в общем процессе саморазвития форм материи во Вселенной.

Историческое изменение взаимоотношений мировоззрения и естествознания не всегда учитывается в должной мере. Критерием для выделения мировоззренческих вопросов в отдельных случаях служит устаревшее понимание мировоззрения как системы общих взглядов на мир. Соответственно, к числу мировоззренческих еще недавно относили многие из проблем, которые решаются средствами естественных наук, сохраняя, несомненно, первоисточник мировоззренческое значение (проблемы бесконечности Вселенной, распространенности жизни и разума в космосе и т. д.).

#### МИРОВОЗЗРЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОЙ АСТРОНОМИИ

Ожесточенная борьба мировоззрений вокруг современной астрономии вспыхнула вскоре после того, как стало выясняться, что теория расширяющейся Вселенной дает наиболее простое и естественное объяснение «красного смещения». Вселенная оказалась нестационарной, а отсюда вытекало существование ее «начала». «Диковинность» этих представлений, находившихся в резком противоречии с прежней картиной мира, была одной из причин, породивших попытки истолкования релятивистской космологии с позиций религиозного мировоззрения.

Многие буржуазные естествоиспытатели и философы, которые разделяя позиции физического идеализма, рассуждали о «крахе» материалистического мировоззрения в связи с придуманной ими «дематериализацией» атома, предприняли попытки истолковать релятивистскую космологию, как «научное доказательство» будто бы имевшего место «акта творения» материальной Вселенной демиургом (креационизм).

С другой стороны, некоторые материалисты (стоявшие, по сути дела,

на позициях старого, недиалектического материализма) утверждали, что релятивистская космология должна быть отвергнута, потому что она якобы находится в непримиримом противоречии с материалистическим мировоззрением. Ошибка состояла в том, что картина мира отождествлялась с мировоззрением, борьба между сторонниками ньютоновской и релятивистской космологии выдавалась за борьбу мировоззрений. Само собой разумеется, что подобный «подход» к выводам релятивистской космологии глубоко чужд духу материалистической диалектики. Материалистическое мировоззрение отнюдь нельзя смешивать с механистической (как, впрочем, и с любой другой) картиной мира и представлениями, основанными на так называемом «здоровом смысле». В. И. Ленин подчеркивал: «Это, конечно, сплошной вздор, будто материализм утверждал... обязательно «механическую», а не электромагнитную, не какую-нибудь еще неизмеримо более сложную картину мира, как движущейся материи».<sup>4</sup>

Открытия «диковинных» явлений при каждом новом прорыве науки в ранее недоступные исследованию области природы относятся к числу наиболее ярких подтверждений диалектических принципов бесконечного многообразия, неисчерпаемости и саморазвития материального мира. Нестационарность Вселенной в больших масштабах, ее расширение занимают в списке таких явлений одно из самых видных мест.

В рамках материалистической диалектики развиваются такие истолкования релятивистской космологии, которые позволяют дать обоснованную критику всяческого креационизма. Они различаются между собой решением вопроса: что представляет собой объект «Вселенная как целое», изучаемый средствами космологии. Наиболее распространена традиционная точка зрения, согласно которой Вселенная как целое — это весь материальный мир (то есть «все объективно существующее»), рассматри-

<sup>4</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 18, с. 296.

ваемый со стороны его физико-астрономических свойств; обычно Вселенная отождествляется с нашей Метагалактикой. Вселенная с этой точки зрения — единственная, других вселенных (метагалактик) нет, а модель пространственно-временной структуры Вселенной и ее изменения охватывают все пространство — время.

Но даже если принять подобную «глобальную» постановку космологической проблемы, то картина расширяющейся Вселенной, как подчеркивали, например, академики Я. Б. Зельдович и В. Л. Гинзбург, вовсе не нуждается в спекулятивном представлении об «акте творения» материального мира. Состояние сверхвысокой плотности «в начале» расширения Вселенной фиксирует предел, до которого возможно экстраполировать в прошлое современную систему физического знания. Но это не абсолютное «начало всего», а лишь одна из фаз бесконечного процесса саморазвития материи. Подобное состояние должно было возникнуть из других состояний и форм материи, пока еще не известных науке.

Возможна, однако, иная точка зрения. Суть ее в том, что Вселенная как объект космологии — это «все существующее» не в абсолютно всеобщем и окончательном смысле, а с точки зрения определенной ступени развития практической и научно-познавательной деятельности человечества. Ни одна из «моделей» Вселенной не охватывает и принципиально не сможет охватить глобальные свойства бесконечно многообразного, неисчерпаемого материального мира. Иными словами, космология изучает не материальный мир «как целое», а материальный мир в больших масштабах. Вселенная в рамках космологической теории выступает в качестве некоторой физической системы, гипотеза о свойствах которой формулируется теорией и подлежит сопоставлению с реально наблюдаемыми свойствами мира. Каждая из подобных вселенных представляет собой «существующее» с точки зрения данной теории (модели): «единственный пространственно-временной мир»

(если Вселенная, согласно теории, уникальна) или некоторый «ансамбль» миров — вселенных (если из теории вытекает представление об их множественности).

С этой точки зрения любые варианты креационистских истолкований релятивистской космологии выглядят тем более излишними. Если расширяющаяся Метагалактика охватывает не весь материальный мир, а его конечную и притом ограниченную область, то вопрос о ее генезисе в принципе едва ли должен сильно отличаться от вопроса о происхождении таких космических систем, как скопления галактик; и действительно, эти вопросы все чаще рассматриваются совместно.

Мировоззренческие аспекты проблемы развития Вселенной были поставлены также в современной астрофизике. Еще несколько десятилетий назад отнюдь не редкими со стороны буржуазных естествоиспытателей и философов были высказывания, что научные поиски ответа на вопрос, например, о происхождении Солнечной системы будто бы потерпели поражение; значит, ответ нужно искать не в науке, а... в Библии. Но блестящие успехи астрофизики, основной задачей которой стало изучение эволюционных процессов во Вселенной, совершенно изменили ситуацию. Многие проблемы формирования и эволюции космических систем уже можно считать в основном решенными; к решению других исследователи Вселенной вплотную приблизились. Принцип саморазвития материи (согласно которому движущей силой эволюционных процессов выступает взаимодействие, борьба противоположностей), как неоднократно подчеркивали академик В. А. Амбарцумян и многие другие советские астрономы, буквально пронизывает сейчас исследования Вселенной.

Заметим, что современные фидеисты, не ограничиваясь попытками креационистской интерпретации данных астрономии, нередко стремятся сконструировать симбиоз космологии и теологии, а затем и некую онаученную модель бога-творца. Стараясь спасти веру в сверхъестественные и

всемогущественные силы, якобы управляющие природой и обществом, богословы изобретают «новую теологию», в которой трудно узнать старого бога. Некоторые из современных богословов договариваются до того, что бог — это «абсолютно-относительная, посюсторонняя-потусторонняя, трансцендентная-имманентная, всеохватывающая-всепроникающая, действительнейшая действительность» (!)... Нужно ли комментировать подобные образчики творчества фидеистов XX века? Нужно ли говорить о том, что сам факт их появления должен рассматриваться как свидетельство несостоятельности религиозного мировоззрения?

## ЕДИНСТВО ЧЕЛОВЕКА И ВСЕЛЕННОЙ

Все развитие общественно-исторической практики и познания подтверждает и обогащает одно из основных мировоззренческих положений материалистической диалектики о глубоком единстве человека и мира (в частности, человека и эволюционирующей Вселенной) в рамках их коренного качественного различия как природного и надприродного (социального). Одно из проявлений этого единства состоит в том, что сама возможность возникновения жизни и разума на Земле была обусловлена глобальными свойствами эволюционирующей Метагалактики. Но типичен ли этот коренный качественный скачок для эволюции нашей и других галактик?

В настоящее время мало кто возражает против того, что условия, необходимые для возникновения жизни, встречаются во Вселенной достаточно часто. Но отрицательные результаты поисков каких-либо признаков деятельности внеземных цивилизаций способны породить пессимизм. Разрешение подобного «астросоциологического парадокса» одни ученые склонны видеть в ограниченности и неполноте имеющихся данных и несовершенстве средств исследования, другие, например член-корреспондент АН СССР И. С. Шклов-



ский,— в практической уникальности земной цивилизации. С последней точки зрения жизнь возникла на Земле вследствие редчайшего стечения множества маловероятных обстоятельств. Однако не исключено, что видимость «чуда» порождена тем, что нам пока недостаточно хорошо известны эволюционные законы, которые с неизбежностью должны приводить к возникновению жизни при определенных условиях. Если же считать, что существуют другие метагалактики или вселенные и в ходе эволюции в каждой из них с отличной от нуля вероятностью закономерно возникают разнообразные формы цивилизации, то концепции уникальности нашей цивилизации можно противопоставить концепцию множественности космических цивилизаций в потенциально бесконечном множестве вселенных. Это — дальнейшее обобщение идей Дж. Бруно и К. Э. Циолковского.

Не находят никакой опоры в современной астрономии и утверждения о неизбежности «тепловой смерти» Вселенной. Как известно, Ф. Энгельс первым подверг критике гипотезу «тепловой смерти» не только с философских, но и естественнонаучных позиций. Релятивистская термодинамика позволяет сделать вывод, что Вселенная никогда не придет в состояние «тепловой смерти» даже при неограниченном возрастании энтропии. Необратимое развитие нашей Вселенной никогда не прекратится. Любое состояние ее может оказаться конечным лишь в относительном смысле — как завершение определенного процесса развития, что приведет к порождению все новых состояний и форм движущейся материи. То же самое должно быть справедливым и по отношению к другим вселенным, существование которых можно предполагать, а тем более к потенциально бесконечной совокупности таких вселенных.

Значит, современная астрономия, в развитие которой большой вклад внесли советские ученые, оказывается в мировоззренческом плане совместимой только с принципом бесконечного саморазвития материи, а этот принцип представляет собой

один из краеугольных камней материализма.<sup>5</sup>

## КОСМОНАВТИКА И МИРОВОЗЗРЕНИЕ

Наша страна — родина космонавтики. Среди научных дисциплин, формирующих мировоззренческое отношение «Человек — Вселенная», космонавтика играет особую роль. Мировоззренческое значение космонавтики не ограничивается расширением возможностей познания. Ближний космос включается в сферу человеческой практики. Тем самым постановка проблемы места человека во Вселенной лишается налета созерцательности, «насыщается» новым содержанием, вытекающим, по существу, из выдвинутого впервые материалистической диалектикой принципа **практического** отношения человека к миру.

Космонавтика существенно определяет развитие этого отношения, интенсифицируя воздействие космоса на различные области социальной деятельности, в том числе и на духовную жизнь общества, его мировоззрение. Эта тенденция, которую часто называют **космизацией**, представляет собой одну из сторон диалектически противоречивого процесса, другая его сторона — «очеловечение космоса» (включение его в сферу не только познавательной, но и практической деятельности общества). Огромное мировоззренческое значение разветвляющейся в условиях современной научно-технической революции космической деятельности человечества неоднократно отмечали такие выдающиеся советские ученые, как академики С. П. Королев, М. В. Келдыш, Б. Н. Петров, В. П. Глушко, Р. З. Сагдеев.

Напротив, в современной буржуазной философии можно встретить

<sup>5</sup> Подробно эти вопросы изложены в кн.: Философские проблемы астрономии XX века. М., 1976 (см. также рецензию в ж. Земля и Вселенная, 1977, № 2, с. 91—95), Астрономия. Методология, Мировоззрение. М., 1979 (см. также рецензию в ж. Земля и Вселенная, 1980, № 3, с. 70—72).

односторонние концепции, зачастую противоречащие друг другу<sup>6</sup>. Помимо религиозно-философских концепций освоения космоса определенным влиянием пользуются концепции «астронавтического пессимизма» и «астронавтического оптимизма». Странники первой концепции утверждают, что направленная на освоение космоса деятельность общества во многом определяется целями демонстрации военного могущества, завоевания национального и политического престижа, но она недостаточно детерминирована насущными проблемами, стоящими перед человечеством (например, нехватка продовольствия, борьба с загрязнением среды обитания, сердечно-сосудистые и раковые заболевания и др.). Считается поэтому, что выход в космос уводит человечество от решения этих неотложных проблем, а кроме того порождает отрицательные последствия (например, экологические и технические). Следовательно, нужно... принять меры к свертыванию космических проектов!

С другой стороны, концепция «астронавтического оптимизма» справедливо считает, что прогресс космонавтики принадлежит к числу важнейших направлений человеческой деятельности, помогающих эффективно решать многие из стоящих перед человечеством проблем. Эта концепция склонна, однако, несколько гипертрофировать роль космонавтики в развитии общества, представлять ее как важнейший фактор, определяющий развитие человеческого общества и способный разрешать многие научно-технические, экономические, социальные проблемы — например, предотвращать не только голод, болезни, перенаселенность, но даже войны, революции (!).

Выполненный советскими учеными критический анализ упомянутых концепций с позиций марксистско-ленинского мировоззрения позволил выявить в них некоторые моменты, отражающие ряд реальных проблем,

<sup>6</sup> Подробнее об этом см.: Урсул А. Д. Человечество. Земля. Вселенная. М., 1977.

поставленных взаимодействием человечества и космоса. Вместе с тем была показана как односторонность каждой из этих концепций, так и несостоятельность самой дилеммы: «астронавтический пессимизм» или «астронавтический оптимизм»? Исследование и освоение космоса — сложный, многоплановый, противоречивый процесс, в котором реализуется не доминирующее, но одно из магистральных направлений современной научно-технической революции. Это не самоцель, а средство, содействующее разрешению важнейших проблем, подготовленных всем ходом социально-исторического развития человечества и с особой остротой поставленных в современную эпоху. К. Э. Циолковский впервые подчеркнул, что выход человечества в космос — это не «прихоть» и не «роскошь», без которой можно обойтись, а **закономерный и неизбежный этап прогресса человеческого общества**. Но прогресс космонавтики должен, во-первых, диалектически сочетаться с гармоническим развитием «земных» аспектов человеческой деятельности — только при таком сочетании он будет выступать как эффективное средство решения актуальных, научно-технических и экономических проблем. Во-вторых, как настойчиво подчеркивают марксисты, прогресс в области космонавтики будет по-настоящему содействовать решению человеческих нужд лишь в том случае, если он будет сопровождаться социальным прогрессом — социалистической и коммунистической перестройкой общественных отношений. Сохранив и упрочив мир на своей планете, навсегда покончив с голодом и страшными болезнями, коммунистическое общество Земли, став в буквальном смысле космической цивилизацией, сделает все для того, чтобы избежать в своем развитии каких бы то ни было тупиковых или смертельно опасных ситуаций и, опираясь на могущество космонавтики будущего, обессмертит человеческий род.

Доктор физико-математических наук  
МАРОВ М. Я.

## Мстислав Всеволодович Келдыш

(к 70-летию со дня рождения)

Лучше всего о человеке говорят его дела, его «след на Земле». И с этой точки зрения жизнь Мстислава Всеволодовича Келдыша, наполненная выдающимися свершениями, служит замечательным образцом жизни ученого и гражданина. Ее нельзя отделить от эпохи, в которой он жил и созидателем которой был. Его творческая деятельность была столь обширна и столь многогранна, что поистине достойно удивления, как много он успел сделать в области фундаментальных и прикладных исследований, в становлении и развитии целых направлений современной науки. Велики его заслуги в организации науки, в укреплении Академии наук СССР, президентом которой он был около 15 лет. Заслуги выдающегося советского ученого и организатора науки высоко оценены Советским правительством. Он трижды был удостоен звания Героя Социалистического Труда, ему были присуждены Ленинская и Государственные премии. Мстислав Всеволодович Келдыш избирался членом ЦК КПСС, депутатом Верховного Совета СССР.

М. В. Келдыш родился 10 февраля 1911 года в Риге. После окончания в 1931 году Московского университета он начал работать в Центральном аэрогидродинамическом институте, известном своими замечательными традициями, которые были заложены крупнейшими русскими учеными Н. Е. Жуковским и С. А. Чаплыгиным. Здесь М. В. Келдыш выполнил фундаментальные исследования по гидродинамике движения тел под поверхностью жидкости, волновому сопротивлению, теории удара тел о жидкость, теории винта и колеблю-

щегося крыла. В области математики им были получены важные результаты по теории функций комплексного переменного и их приложениям к гидродинамике, функциональному анализу, уравнениям с частными производными. Эти работы уходят своими корнями в близкие М. В. Келдышу проблемы аэрогидромеханики. Его блестящий талант математика проявился в умении находить в конкретной прикладной задаче лежащую в ее основе общую математическую теорию. Таковы, например, решенные им задачи, связанные с теорией потенциала и теорией краевых задач для гармонических функций, теорией несамосопряженных операторов, с выходящимися на границе уравнениями эллиптического типа и др.

Работы М. В. Келдыша всегда отличала четкая направленность, что особенно проявилось в исследованиях поведения авиационных конструкций при определенных режимах (явления флаттера и шимми). Им были найдены строгие аналитические решения и указаны конкретные способы устранения этих опасных явлений.

Мстислав Всеволодович предвидел и отлично понимал, какие громадные перспективы открывают перед наукой электронно-вычислительные машины, и всемерно способствовал становлению и развитию этого важнейшего направления. Он создал основы новых областей вычислительной математики, возникших из потребностей решения задач новой техники, в связи с необходимостью создания математических моделей различных явлений, конструкций и систем. Это позволяло находить оптимальные решения, значительно удешевляло



проектирование. Без предварительного «математического эксперимента» развитие многих направлений современной науки и техники было бы невозможно. М. В. Келдыш был не просто инициатором внедрения ЭВМ, но и автором многих идей и вычислительных методов, руководителем большого коллектива ученых, использовавших эти методы в решении крупных научных проблем. Он создал Институт прикладной математики Академии наук СССР, директором которого был в течение двадцати пяти лет.

М. В. Келдыш внес огромный вклад в решение сложнейшей проблемы овладения ядерной энергией. Но, пожалуй, самый глубокий след оставил Мстислав Всеволодович в области космических исследований, одним из инициаторов, вдохновителей и организаторов которых в нашей стране он оставался до конца своей жизни. Не случайно его называли Главным теоретиком космонавтики. Уже в середине 50-х годов им были созданы специальные группы, работавшие над проблемами вывода искусственных небесных тел на околоземные орбиты, полетов к Луне и планетам. Эти работы М. В. Келдыш проводил в тесном контакте с конструкторами — создателями различных агрегатов и систем ракет-носителей и космических объектов, с выдающимся ученым, Главным конструктором, академиком С. П. Королевым. Двух замечательных людей связывало не только тесное творческое общение, но и многолетняя дружба.

Успехи космонавтики привели к эпикальному достижению — запуску первого в мире искусственного спутни-



*Мстислав Всеволодович Келдыш (1911—1978)*

ка Земли, а спустя немногим более года — первым полетам космических ракет к Луне, фотографированию ее обратной стороны. Первый полет человека в космос стал новым историческим рубежом, ознаменовавшим вступление человечества в эру освоения космического пространства. В этом достижении громадная заслуга принадлежит М. В. Келдышу.

Больше двадцати лет М. В. Келдыш руководил научными исследованиями космического пространства. Ему была близка мечта К. Э. Циолковского о завоевании человечеством всего околосолнечного пространства. Хорошо понимая, каких затрат требуют космические исследования, Мстислав Всеволодович искал сам и призывал других искать наивыгоднейшие, оптимальные пути решения задач, выводимых космонавтикой, использовать оптимальную энергетику ракет-носителей. Такой подход нашел по-

нимание и горячий отклик у многочисленных энтузиастов, получил широкую поддержку партии и правительства. Обоснованная расчетами и экспериментами вера в огромные возможности автоматов позволила реализовать с их помощью эксперименты по доставке на Землю образцов грунта из различных районов Луны, посадить на лунную поверхность самоходные аппараты «Луноход» для проведения длительных комплексных исследований. Одновременно были сосредоточены усилия на осуществлении начатой еще С. П. Королевым программе околоземных пилотируемых полетов с целью создания орбитальных станций, что привело в конечном итоге к длительному функционированию орбитальных комплексов «Салют» — «Союз» — «Прогресс».

Под руководством М. В. Келдыша осуществлялась программа исследования ближайших к Земле планет — Венеры и Марса. Рассматривая эти планеты как аналоги Земли, хотя и с резко отличными от нее природными условиями, он связывал задачу изучения этих условий с необходимостью отыскания причинно-следственных связей и закономерностей, приведших к уникальности нашей планеты. С этой точки зрения его особенно привлекала Венера. Мстислав Всеволодович придавал огромное значение прямым методам исследований, измерениям непосредственно в изучаемой среде, что для Венеры, практически недоступной для изучения классическими методами оптической астрономии, оказалось наиболее эффективным. Велика роль М. В. Келдыша в реализации этой многолетней программы на всех ее этапах, в том числе в получении данных о структуре, химическом составе, динамике и оптических свойствах атмосферы Венеры, передаче первых фототелевизионных панорам ее поверхности, исследовании свойств грунта.

Большое внимание уделял М. В. Келдыш использованию космоса в практических, народнохозяйственных целях, развитию международного сотрудничества, объединению ученых для решения крупных научных проб-

лем, стоящих перед человечеством. Он много сделал для укрепления сотрудничества Академии наук СССР с академиями наук социалистических стран и национальными научными организациями США, Франции, Индии, Швеции.

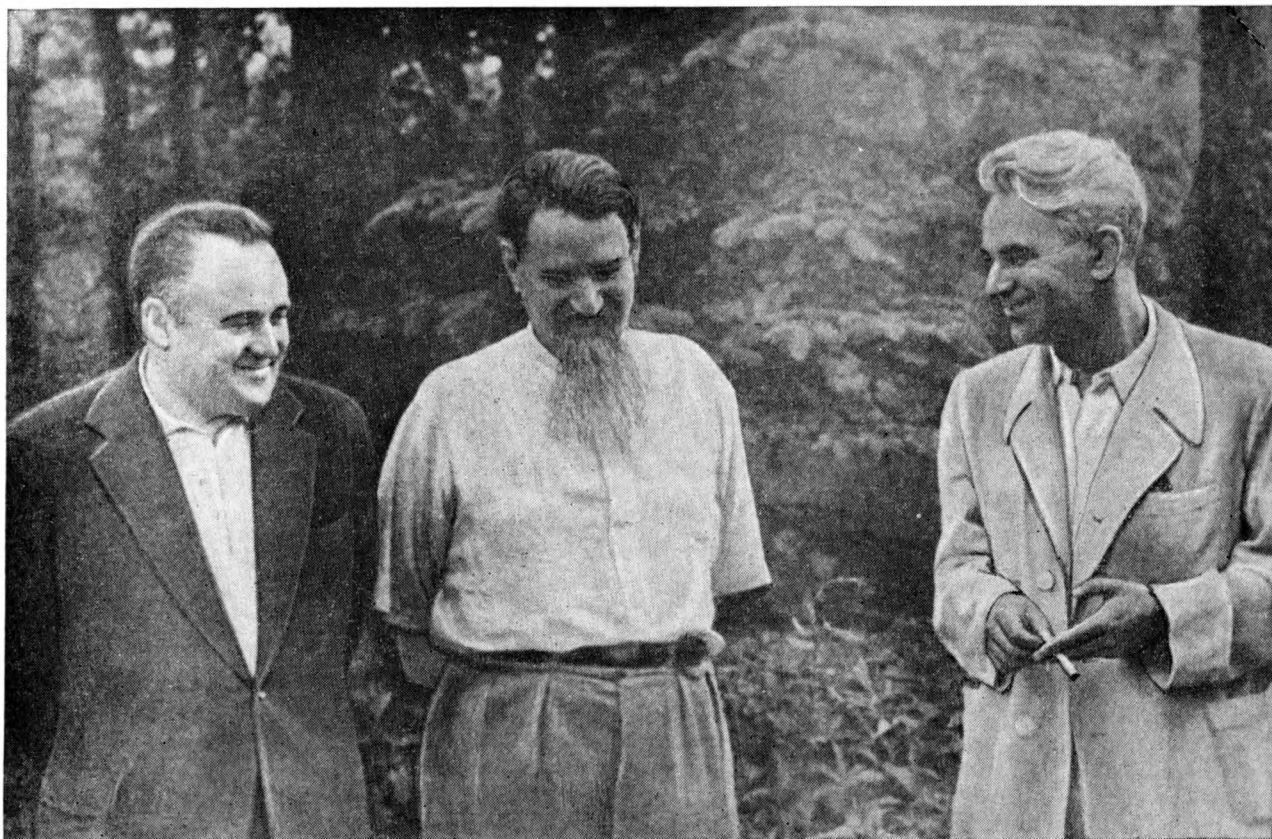
М. В. Келдышу были присущи необычайная глубина мышления, широта взглядов, огромная эрудиция и величайший талант организатора. Природа была воистину щедра, отпустив все это одному человеку. Эти его замечательные качества, неизменный энтузиазм и подкрепленная тщательным анализом вера в успех смелых проектов и дерзновенных мечтаний, всегда привлекали к нему ученых самых разных научных направлений, которых он умел сплотить единством цели.

Работать с Мстиславом Всеволодовичем было непросто, но неизменно интересно. Он относился с высокой требовательностью к себе и другим, не терпел неконкретных высказываний, пустословия и очковтирательства. Он умел быстро разобраться в сущности обсуждаемых проблем, найти главное звено, отбросив все второстепенное, неважное. Быть приглашенным на совещание к М. В. Келдышу всегда считалось большой честью, а выступление на совещании — громадной ответственностью. Он внимательно слушал каждого, не навязывая собственного мнения, но вместе с тем умел настолько аргументированно обосновать свою точку зрения, что она обычно находила понимание и поддержку большинства присутствующих. Столь же ясной аргументации он требовал от других, уважал в людях убежденность, настойчивость, собранность.

Авторитет Мстислава Всеволодовича был непререкаем именно благодаря его блистательной способности разобраться в самых запутанных и сложных вопросах, умению найти убедительное, верное решение. «Надо пойти посоветоваться к мудрому» — так часто говорили многие крупные ученые, главные конструкторы, руководители научно-исследовательских институтов. И жизнь не раз подтверждала, сколь справедливыми и верными оказывались советы М. В. Келды-

ша, в котором глубокие знания и широчайший кругозор сочетались с удивительной интуицией.

Не раз приходилось убеждаться в том, насколько ответственно и непредвзято подходил Мстислав Всеволодович к принятию решений. В их основе всегда были только интересы дела — все второстепенное не принималось в расчет. Но именно готовность открыто и честно обсудить любой вопрос питала то огромное уважение, которым пользовался М. В. Келдыш у самых разных людей — и тех, кому посчастливилось с ним встречаться и работать, и в многотысячных коллективах научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций страны. Привлекало к нему и то, что он не боялся принимать важные решения, внимательно изучив тот или иной вопрос, а таких вопросов у президента Академии наук СССР ежедневно накапливалось немало. Ни одна сколь-нибудь крупная проблема не проходила мимо его внимания, он всегда находил время, чтобы выслушать «из первых уст» и обсудить вместе со специалистами новые результаты, сформулировать задачи дальнейших исследований. Даже в самые напряженные, до предела насыщенные организаторской работой периоды своей жизни он регулярно вел семинары в Институте прикладной математики, в течение многих лет руководил семинаром, на котором обсуждались результаты исследований на искусственных спутниках Земли, лунных и планетных космических аппаратах. И конечно, очень многим памяты деловые, обстоятельные и вместе с тем демократичные обсуждения у М. В. Келдыша научных программ автоматических станций, предназначенных для полетов к Луне, Венере, Марсу, экспериментов на орбитальных станциях «Салют». На этих совещаниях докладывались результаты предварительных технических работок облика и возможностей космического объекта и намечаемого состава научных приборов. Вместе с авторами предлагаемых экспериментов приглашались и их оппоненты, в том числе те, чьи предложения по экспериментам не были одобрены



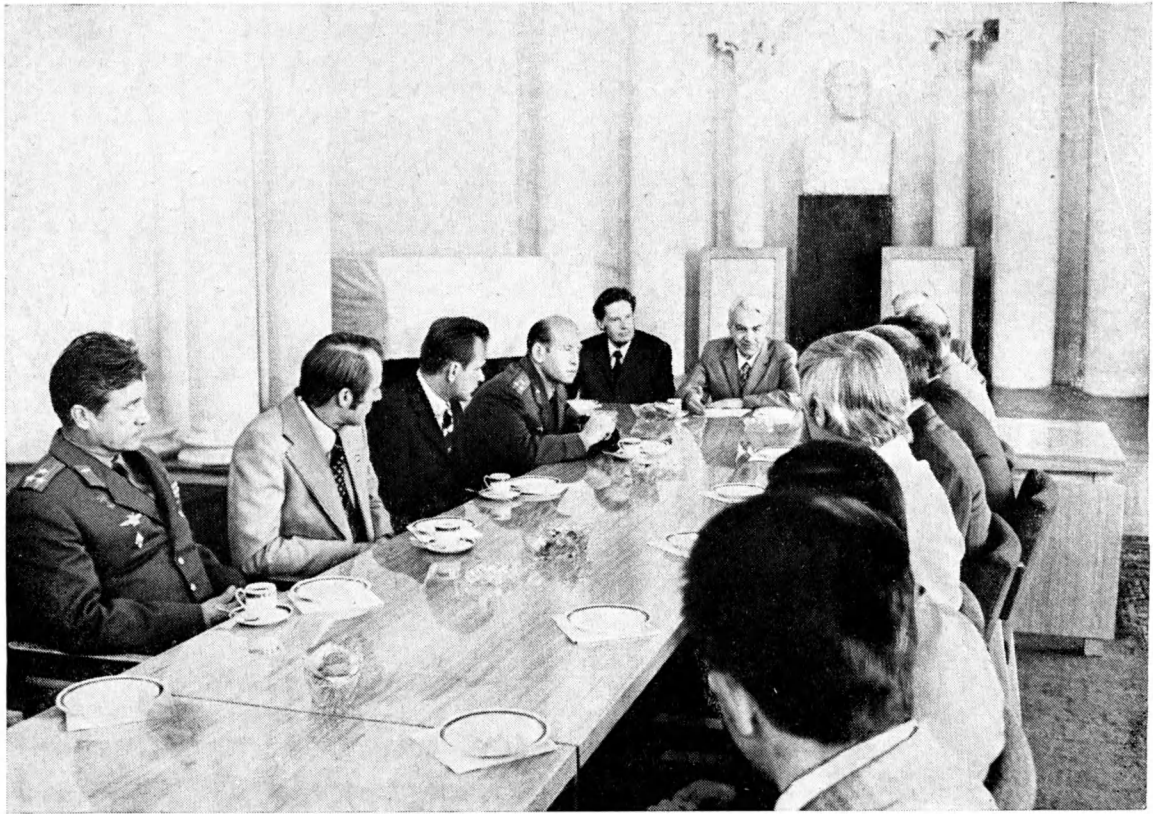
*Академики С. П. Королев,  
И. В. Курчатов и М. В. Келдыш*



на предварительных рассмотрениях. Всем предоставлялась возможность принять участие в обсуждении научной программы и представить дополнительную аргументацию в защиту своих предложений. В ходе обсуждения определялся и окончательно утверждался перечень экспериментов, формулировались технические требования к космическому объекту, которые должны были реализовать конструкторские организации.

М. В. Келдыш горячо откликался на интересные, оригинальные предложения, не жалел времени, чтобы вникнуть в существо новых идей и замыслов и сам активно стимулиро-

*Встреча в Президиуме АН СССР  
после второго космического  
полета С. П. Королева,  
летчик-космонавт СССР Г. С. Титов,  
М. В. Келдыш (1961 год)*



*Академики М. В. Келдыш и Б. Н. Петров во время встречи с советскими и американскими космонавтами (1974 год)*

АПН. Фото Ю. Сомова

вал руководителей конструкторских бюро и научно-исследовательских институтов на разработку смелых проектов. Мстислав Всеволодович подчеркивал, что в свое время фантастичными казались дальние плавания по морям и океанам, полеты самолетов с континента на континент. И уже совершенные к настоящему времени нашими космонавтами длительные полеты на околоземных орбитах действительно показали, что нет принципиальных трудностей даже для перелетов с одной планеты на другую.

На одной из встреч в Академии наук СССР Мстислав Всеволодович говорил, что, может быть, далеким

потомкам наши космические аппараты будут казаться крайне несовершенными, какими сейчас нам кажутся пироги и парусники первых мореплавателей. Но именно они создали основу для современных совершенных кораблей. Он подчеркивал, что уже в недалеком будущем на новых физических принципах будут строиться двигатели космических аппаратов, несравненно более эффективными станут системы управления, навигации, радиосвязи. Другими словами, развитие космических полетов зависит от успехов фундаментальных наук, и в этих полетах находит свое выражение концентрация их многих выдающихся достижений. М. В. Келдыш глубоко верил, что полеты в космос станут одним из величайших устремлений человечества. Вместе с тем он хорошо сознавал высочайшую ответственность за использование достижений науки в мирных целях, на благо всех людей на Земле, и был убежден, что овладение космосом

должно способствовать достижению этих целей. Вот почему в своем докладе на XXIV конгрессе Международной астронавтической федерации он говорил: «Непосредственное проникновение в космос оказывает громадное влияние на мировоззрение и психологию современного человека, на общественную жизнь. Человек перестал чувствовать себя ограниченными пределами нашей планеты. Выйдя в космическое пространство, он получил возможность взглянуть на Землю как бы со стороны. Принципиальная возможность достижения других планет, иных миров расширила сферу нашего мышления, внесла в него значительные изменения. Сознание безграничных возможностей науки и техники в овладении силами природы, укрепившееся с развитием космических исследований, несомненно, оказало благотворное влияние на усилившееся за последнее время чувство ответственности за судьбу всей нашей планеты».



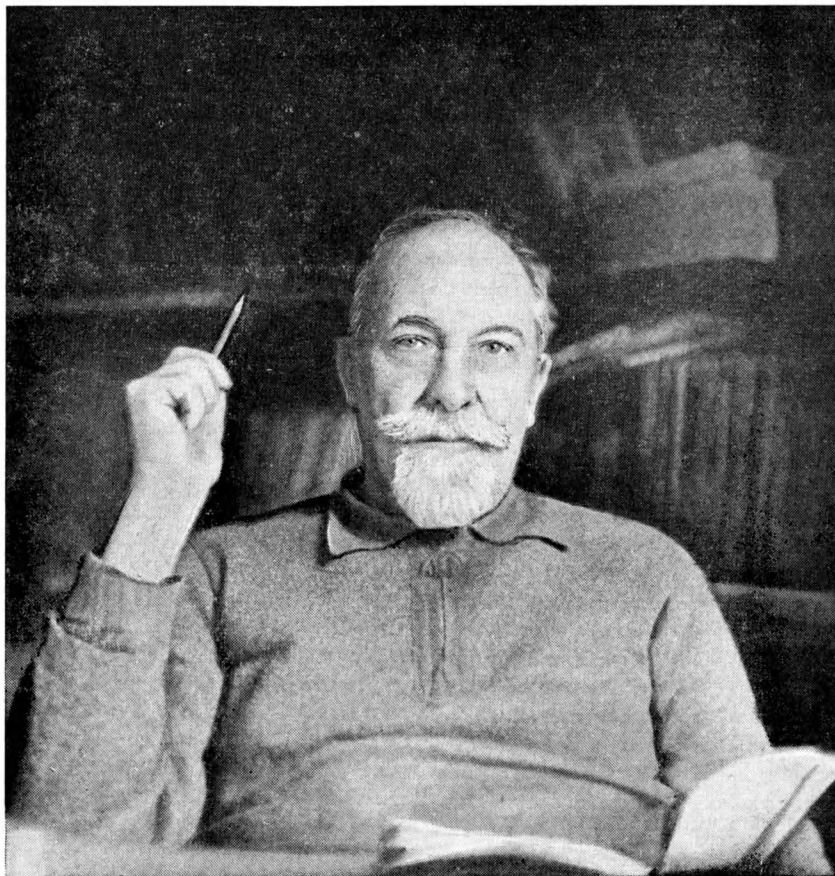
Доктор физико-математических наук  
СИТНИК Г. Ф.

## Сергей Владимирович Орлов (к 100-летию со дня рождения)

Сергей Владимирович Орлов — признанный глава советской школы кометной астрономии — был идейным преемником и продолжателем работ Ф. А. Бредихина (1831—1904), который создал механическую теорию кометных форм, получившую мировое признание. Однако перед С. В. Орловым стояла более сложная задача: в период бурного развития физики и астрофизики ему нужно было рассматривать комплекс механических и физических явлений в кометах. И с этой задачей С. В. Орлов справился блестяще.

Сергей Владимирович родился 18 августа 1880 года в семье известного в те времена врача 2-й Градской больницы Москвы. Среднее образование он получил в 1-й Московской гимназии. Ее воспитанниками в разное время были такие известные деятели русской науки, как В. Я. Цингер, М. Ф. Хандриков, Н. А. Умов, С. К. Костинский. Окончив гимназию, С. В. Орлов в 1899 году поступил на математическое отделение Московского университета. По свидетельству самого С. В. Орлова, только на втором курсе лекции профессора В. К. Цераского пробудили у него серьезный интерес к астрономии и он решил посвятить жизнь этой науке.

Научную работу С. В. Орлов начал в 1902 году еще студентом, поступив на университетскую обсерваторию в качестве сверхштатного ассистента. После окончания университета он продолжал работать на обсерватории и одновременно преподавал математику в реальном училище Фидлера. Во время русско-японской войны С. В. Орлов был мобилизован и на-



*Сергей Владимирович Орлов  
(1880—1958)*

правлен во Владивосток, где участвовал в военных действиях в чине прапорщика артиллерии. В 1906 году С. В. Орлов вернулся в Москву и стал преподавать математику в 1-й Московской гимназии, так как его место в обсерватории было уже за-

нято. В это время он осваивает фотометрию, спектроскопию, фотографию, изучает труды Ф. А. Бредихина по механической теории кометных форм. Следует заметить, что С. В. Орлов не был непосредственным учеником Ф. А. Бредихина и свои первые шаги в кометной астрономии он делал совершенно самостоятельно.

Фотографические наблюдения кометы Морхауза (1908 III), выполнен-

ные С. В. Орловым на частной обсерватории Аршинова, послужили основой для его первой научной работы по определению отталкивательных сил Солнца (1909 г.). Примечательно, что уже в этой работе С. В. Орлов отметил необходимость изучения физической природы комет. В 1910—1914 годах он исследует яркость комет и делает оценки масс кометных ядер. Предложенный им тогда эмпирический закон изменения яркости кометы в зависимости от расстояний до Солнца и Земли, а также плодотворный метод разделения отраженного солнечного света и собственного свечения ядра кометы применяются до сих пор. В этот же период С. В. Орлов усовершенствовал механическую теорию кометных форм.

Научную работу С. В. Орлова снова прервала война. В 1914 году он был мобилизован в армию и только в 1917 году был уволен с военной службы и смог вернуться в 1-ю Московскую гимназию, где до 1920 года работал преподавателем и заместителем директора.

На примере деятельности С. В. Орлова наглядно видна вся сложность работы ученого в царской России. Прежде всего, нужно было обеспечить себе пропитание, так как в подавляющем большинстве случаев научная работа не давала его. Далее, официальные обсерватории имели малый штат, а главное, их оборудование было крайне ограничено, что не позволяло широко привлекать к наблюдениям внештатных сотрудников. Наконец, общая отсталость страны и невнимание царских сановников к русской науке явились причиной низкого материально-технического обеспечения науки. Так, С. В. Орлов в своих дореволюционных статьях указывал, что он не располагал ни измерительными, ни другими приборами, необходимыми для определения положения и яркости комет.

Только после Великой Октябрьской социалистической революции научное дарование, организационные способности С. В. Орлова получили свое полное развитие. В 1919 году за научные труды С. В. Орлову предоставили право преподавания в высшей

школе. Как впоследствии говорил Сергей Владимирович автору статьи, это было важное событие в его жизни, которое могло произойти лишь в условиях Советской власти. В 1920—1922 годах он преподавал астрономию и физику, возглавлял две кафедры в Пермском университете.

В 1922 году С. В. Орлова пригласили в Москву в организационный комитет Главной астрофизической обсерватории. По совместительству он работал в Астрономо-геодезическом институте при Московском государственном университете. В 1923—1930 годах С. В. Орлов — заместитель директора, а затем директор Государственного астрофизического института, в 1931—1934 годах — заместитель директора Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга (ГАИШ). В тяжелые годы Великой Отечественной войны С. В. Орлов возглавлял ГАИШ. Он был директором института с 1943 по 1952 год, в самый ответственный период истории ГАИШа: возвращение из эвакуации в Москву, строительство здания и обсерватории на Ленинских горах, заказ нового оборудования.

Кроме основной работы в ГАИШе, С. В. Орлов состоял ученым секретарем Астрономического комитета при секторе науки Наркомпроса РСФСР, членом редколлегии «Астрономического журнала», научным консультантом Астрономической обсерватории в Душанбе, а также консультантом в научно-библиографическом отделе Всесоюзной библиотеки имени В. И. Ленина. С 1936 года он возглавлял комиссию по изучению комет и метеоров при Астрономическом совете АН СССР.

С. В. Орлов был талантливым педагогом. С 1926 года он читал лекции по общим и специальным астрономическим курсам в университете, а с 1936 года — лекции по теории кометных форм. Его лекции были глубоки и увлекательны по содержанию и блестящи по форме. В 1940 году в Московском университете была создана кафедра кометной астрономии во главе с Орловым, что способствовало развитию кометных исследований в нашей стране. К со-



жалению, в 1953 году кафедра была закрыта, и с тех пор в ГАИШе прекратились исследования комет и подготовка соответствующих специалистов.

Научная деятельность Сергея Владимировича разнообразна, но это разнообразие подчинялось одной цели — комплексному изучению комет. Ученый опубликовал свыше ста работ, в том числе четыре монографии. Он усовершенствовал механическую теорию кометных форм; изучал фотометрические характеристики комет, связь яркости комет с солнечной активностью, связь комет с малыми телами Солнечной системы и происхождение комет; выполнял спектральные исследования комет, определял величину отталкивательных ускорений в хвостах комет, создал теорию строения комет и теории головы комет; предложил методике кометных наблюдений и их обработки; создал инструменты для фотографирования комет и получения их спектров; разработал инструкции по наблюдению комет и метеоров. С. В. Орлов определил типы хвостов 37 комет, типы голов 30 комет, зарегистрировал аномальные хвосты двух комет, гало пяти комет и обнаружил кратность отталкивательных сил в хвостах комет. Он не только усовершенствовал механическую теорию кометных форм, но и создал единую теорию комет, в которой нашли связь их механические и физические особенности.

Вокруг С. В. Орлова собралась группа ученых, изучавших кометы: Н. Д. Моисеев, Б. А. Воронцов-Вельяминов, С. К. Всехсвятский, Ю. В. Филиппов, В. В. Федынский, С. М. Поло-

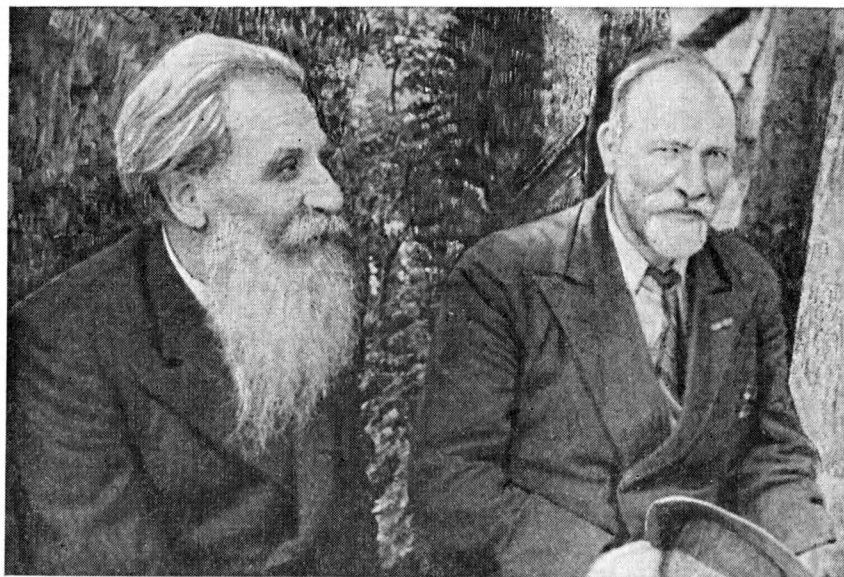


сков, Л. А. Катасев, П. Б. Бабаджанов. Их труды легли в основу советской школы кометной астрономии.

Заслуги С. В. Орлова высоко оценены партией и правительством. В 1927 году он получил премию от Главнауки за монографию «Механическая теория кометных форм». Труды С. В. Орлова «Кометы», «Природа комет», «Голова кометы и новая классификация кометных форм» были удостоены Государственной премии СССР в 1943 году. В том же году его избрали членом-корреспондентом АН СССР. Сергей Владимирович был награжден орденом Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени и медалями.

Научную деятельность С. В. Орлова можно охарактеризовать двумя словами: энтузиазм и увлеченность. Сергей Владимирович интенсивно работал даже в самых неблагоприятных условиях: многие из его выдающихся трудов написаны в тяжелые военные годы. Сергей Владимирович уделял большое внимание наблюдениям. Он часто повторял слова Ф. А. Бредихина: «Тот не астроном, кто не умеет наблюдать». И такое отношение к наблюдениям Сергей Владимирович стремился привить молодым сотрудникам ГАИШа. С. В. Орлов любил молодежь и придавал огромное значение подготовке молодых научных работников. Как руководитель он помогал им советами, заражал своим энтузиазмом и живым интересом к науке, увлекал на новые исследования. Молодые сотрудники ГАИШа старались подражать отношению Сергея Владимировича к научной работе.

С. В. Орлов умел отстаивать вопросы, в правильности решения которых он был убежден. Благодаря усилиям Сергея Владимировича удалось сохранить ГАИШ в конце 40-х годов. В Московском университете тогда появилось стремление ликвидировать все существовавшие при нем научные институты, заменив их научными штатами при кафедрах. С. В. Орлов как директор ГАИШа с этим не согласился, считая, что ликвидация единственного в Москве астрономического учреждения перечеркнет все достижения советского периода раз-



*Отто Юльевич Шмидт и  
Сергей Владимирович Орлов*  
Фото 1948 года

вития астрономии в Москве. Мнение директора поддержали ученый совет и партийная организация ГАИШа. Было решено обратиться за помощью к президенту Академии наук СССР С. И. Вавилову. Автор этих строк был в то время секретарем партийной организации ГАИШа и вместе с С. В. Орловым поехал на прием к президенту. С. И. Вавилов сразу же согласился с аргументами астрономов, и институт в числе немногих был сохранен при университете. Время подтвердило правильность такого решения.

Сергей Владимирович был обаятельным, добрым и скромным человеком. Его высокие человеческие качества неизменно проявлялись и на службе и в жизни. Сергей Владимирович всегда благожелательно относился к своим коллегам, охотно помогал им, интересовался их работой. Для его административной деятельности характерно тактичное отношение к сотрудникам, добросовестное — к делам, умение спокойно, без суеты улаживать недоразумения. Сергей Владимирович никогда не показывал

ни малейшей начальственности. Он разговаривал с любым человеком без какого-либо намека на свое положение. К нему запросто мог прийти молодой сотрудник, студент или любитель астрономии на консультацию и получить исчерпывающий ответ или помощь.

А каким изумительным рассказчиком и интересным собеседником был Сергей Владимирович! В его рассказах отражался богатый жизненный опыт и знакомство с различной средой — военной, учительской, чиновничьей, научной. Сергей Владимирович умел поддержать собеседника во всех его хороших начинаниях или тактично разуверить в ошибочном подходе к делу.

Жизнь и деятельность С. В. Орлова оставила неизгладимый след в истории русской и советской науки. Он имел полное право написать в своем последнем научном отчете в 1956 году: «Как ученый я выполнил долг перед Родиной — мне удалось в своих научных исследованиях по теории кометных форм догнать и перегнать зарубежных астрономов».

Умер Сергей Владимирович Орлов 12 января 1958 года.



Кандидат физико-математических наук  
СУРДИН В. Г.

## Обсуждаются проблемы физики галактик

В июне 1980 года Астрономический совет АН СССР и Абастуманская астрофизическая обсерватория АН ГрузССР провели в Боржоми Всесоюзную конференцию «Строение и физика галактик». Около ста ее участников представляли все ведущие обсерватории и астрономические центры Советского Союза. С докладами выступали также гости из ГДР и Болгарии.

Тематика конференции была ограничена четырьмя актуальными проблемами: активность ядер галактик, двойные и взаимодействующие галактики, скопления галактик и межгалактическая среда, крупномасштабное распределение вещества во Вселенной.

Проблема активности галактических ядер чрезвычайно многогранна: необходимо понять физические процессы как в самом источнике энергии активного ядра (размеры его — несколько астрономических единиц), так и в протяженных оптических и радиовыбросах, простирающихся иногда на сотни килопарсек от ядра галактики. В докладах члена-корреспондента АН СССР И. С. Шкловского и Л. И. Матвеевко обсуждалась проблема выброса из активных ядер потоков релятивистских частиц. Такие потоки наблюдаются, например, в ядре гигантской эллиптической галактики М 87 (Земля и Вселенная, 1978, № 1, с. 16—20.— Ред.) и в ядрах некоторых квазаров и радиогалактик. Движение заряженных частиц с околосветовыми скоростями, по мнению И. С. Шкловского, объясняет односторонний характер оптических выбросов. В то же время, как отметил Л. И. Матвеевко, в некоторых актив-

ных ядрах наблюдаются не только большие скорости разлета радиокомпонентов, но также и их сближение. Для объяснения этого явления требуется предположить сложную структуру магнитного поля в ядре радиогалактики и последовательный выброс нескольких облаков релятивистских частиц — плазмонов.

Доклад Э. А. Дибая, В. М. Лютого и В. Ю. Теребижа подвел итог многолетним наблюдениям ядер сейфертовских галактик. Распределение энергии в непрерывном спектре активных ядер и характер их переменности в оптическом и рентгеновском диапазонах позволили понять строение внутренней части ядер и сделать некоторые предположения об источнике их энергии. Непериодический характер переменности и сравнительно короткое время изменения потока в рентгеновском диапазоне свидетельствуют, по мнению авторов доклада, в пользу того, что основной источник энергии активных ядер галактик — горячий газ, падающий на массивную черную дыру. Этот газ появляется при разрушении звезд, которые пролетают вблизи черной дыры. Затем газ падает на черную дыру, разогреваясь до температуры в миллионы градусов и излучая энергию в основном в рентгеновском диапазоне. Часть энергии поглощается в окружающем межзвездном газе и переизлучается им в виде оптических эмиссионных линий. Переменность этих линий в спектрах сейфертовских галактик исследовали И. И. Проник и К. К. Чуваева. Анализ спектральных данных показал, что основная доля оптического излучения активных ядер возникает в их цент-

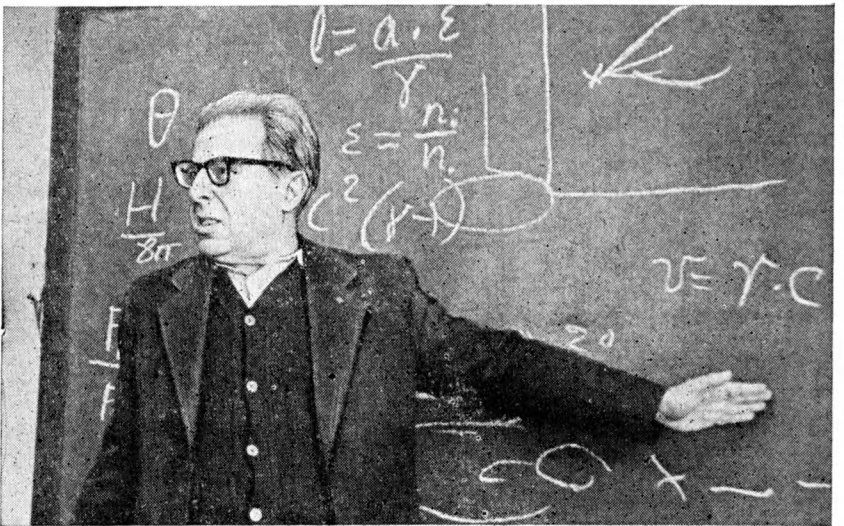
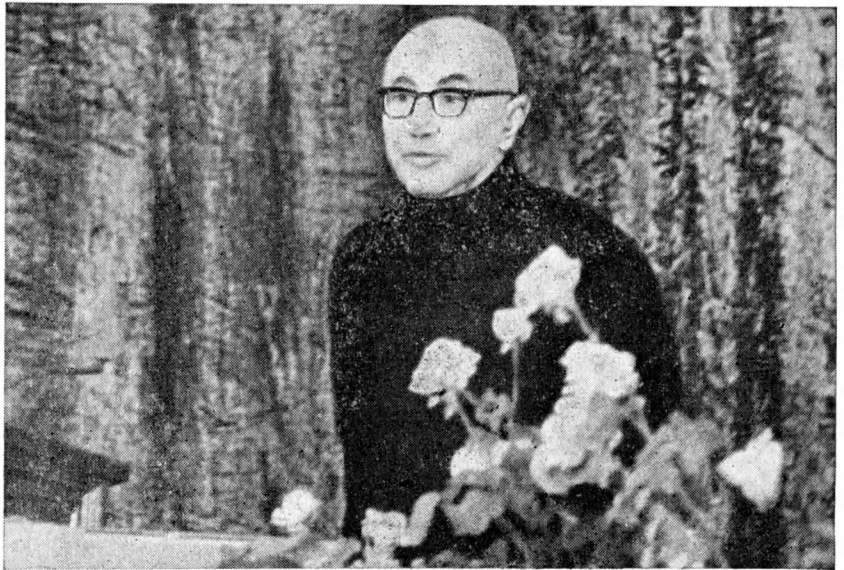
ральной области (поперечник  $10^{15}$ — $10^{17}$  см), заполненной сравнительно плотным газом. Центральная область погружена в более протяженное и менее плотное газовое облако размером в десятки парсек, в котором также образуются эмиссионные линии.

Несколько докладов на конференции было посвящено природе центрального источника энергии активных ядер галактик и квазаров. П. И. Колыхалов и Р. А. Сюняев представили результаты расчетов модели аккреционного диска вокруг сверхмассивной ( $2 \cdot 10^{10}$  солнечных масс) черной дыры. Спектр излучения такого диска хорошо согласуется со спектром одного из ближайших квазаров 3С 273. Л. М. Озерной рассмотрел различные физические процессы, возникающие при взаимодействии нормальных звезд с массивными черными дырами в ядрах галактик. В своих выступлениях Г. С. Бисноватый-Коган и автор статьи подчеркнули, что некоторые свойства активных ядер могут быть объяснены в модели плотного звездного скопления, состоящего, возможно, не из обычных, а нейтронных звезд и белых карликов.

Все больше свидетельств накапливается в пользу того, что активность ядра галактики связана с ее крупномасштабным строением. В. Л. Афанасьев, В. Ю. Теребиж, А. В. Засов, Б. В. Комберг и другие обратили внимание на то, что сейфертовские галактики встречаются значительно чаще среди гигантских спиральных галактик, в которых много газа и плотность звездного населения в центральных областях, по-видимому,

выше, чем у обычных спиральных галактик. Автор статьи привел данные, подтверждающие, что само плотное звездное ядро галактики формируется в процессе ее эволюции из остатков шаровых звездных скоплений. Таким образом, оказывается, что свойства ядра галактики связаны со свойствами и строением галактики в целом.

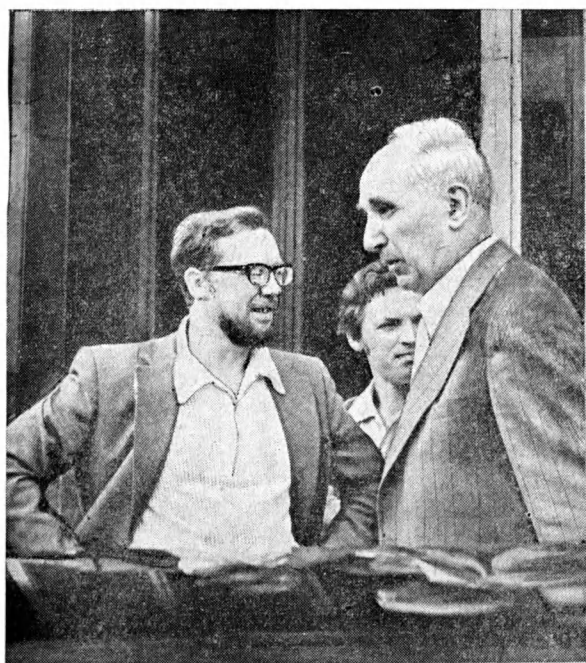
Новые интересные результаты получены при наблюдении **двойных и кратных галактик** на 6-метровом телескопе Специальной астрофизической обсерватории АН СССР. И. Д. Караченцев изучил галактики, входящие в состав изолированных пар, и показал, что они примерно в 3 раза ярче, чем такие же одиночные галактики (Земля и Вселенная, 1979, № 1, с. 5—9.—Ред.). Орбитальное движение галактик в парах указывает на отсутствие значительной скрытой массы в их гало до расстояний около 100 кпс от центра. Пока не ясно, как согласовать этот результат с тем фактом, что в гигантских одиночных галактиках и в скоплениях галактик скрытая масса проявляет себя. Любопытное подтверждение в мире галактик получил классический результат небесной механики, заключающийся в том, что движение трех взаимно притягивающихся тел в общем случае неустойчиво. Действительно, в окрестностях Солнца известно множество двойных звезд, но нет тройных систем, массы компонентов и расстояния между которыми были бы одного порядка. Выяснилось, что и в системах галактик проявляется эта же закономерность. В. Е. Караченцева и И. Д. Караченцев на основе математического моделирования показали, что большинство изолированных триплетов галактик представляет собой физическую пару галактик и третью, не связанную с ними галактику, которая проецируется рядом с



*С Докладами выступают:*  
академик Я. Б. Зельдович,

член-корреспондент АН СССР  
И. С. Шкловский,

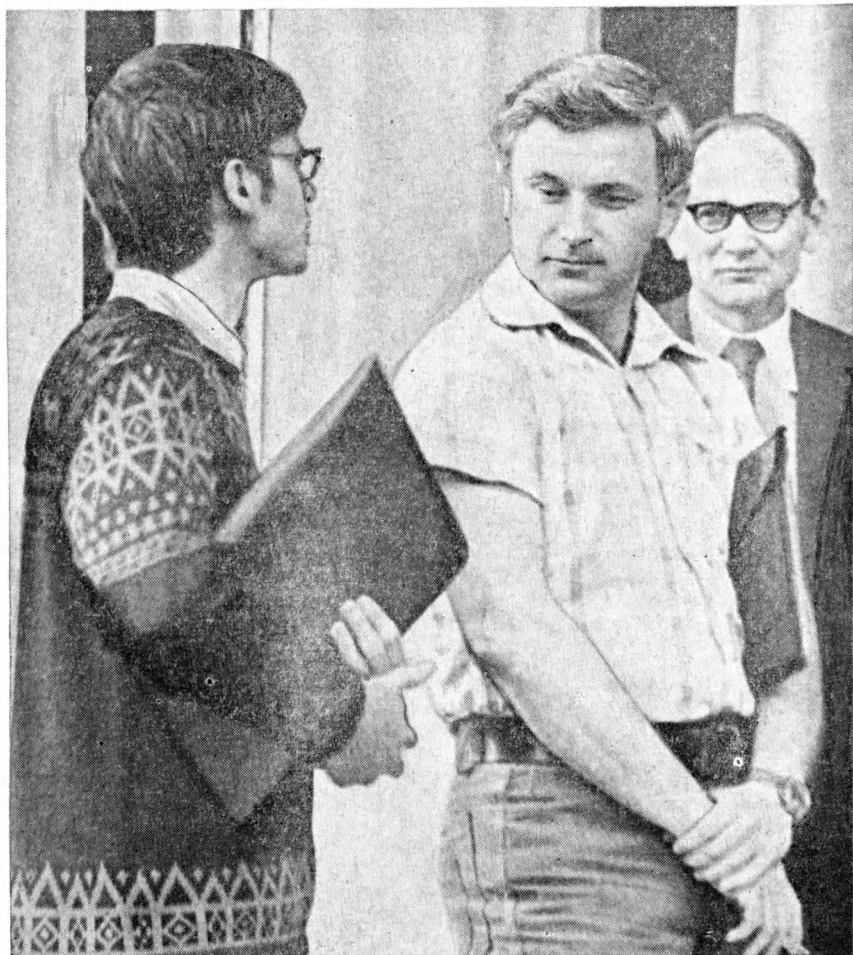
доктор физико-математических наук  
А. Г. Дорошкевич



*Во время бесед в кулуарах:  
кандидат физико-математических  
наук В. А. Гаген-Торн и доктор  
физико-математических наук  
В. Г. Горбацкий;*

*кандидат физико-математических  
наук  
И. Д. Караченцев и доктор  
физико-математических наук  
Р. А. Сюняев;*

*кандидат физико-математических  
наук  
А. А. Клыпин, доктор  
физико-математических наук  
Г. С. Бисноватый-Коган, доктор  
физико-математических наук  
Я. Э. Эйнасто*



этой парой. Такая же закономерность обнаружена и в большем масштабе масс — среди скоплений галактик.

В тематике конференции отразился значительный прогресс, достигнутый в последние годы как в наблюдениях, так и в теоретическом изучении **крупномасштабной структуры Вселенной**. Ведущая роль в этих исследованиях принадлежит советским ученым. В докладе, сделанном академиком Я. Б. Зельдовичем, отмечалось, что выводы адиабатической теории образования галактик (Земля и Вселенная, 1974, № 6, с. 18—22.—Ред.) хорошо согласуются с наблюдаемым неоднородным распределением галактик в пространстве. М. М. Йизвээр, Э. М. Саар и Я. Э. Эйнасто, проанализировавшие результаты наблюдений за последние годы, показали, что галактики и их скопления собраны в плоские взаимно пересекающиеся слои. Эти слои образуют **ячеистую структуру**, напоминающую мыльную пену. Такую же структуру предсказывают и модельные расчеты, проведенные группой астрофизиков под руководством Я. Б. Зельдовича (Земля и Вселенная, 1978, № 3, с. 62—66.—Ред.). Важное значение в связи с этой работой приобретает измерение советскими физиками массы покоя элементарной частицы нейтрино (Земля и Вселенная, 1980, № 5, с. 24—25.—Ред.). Если подтвердится, что энергия покоя нейтрино 30—40 эВ, факт этот будет иметь огромное значение для космологии. Ведь тогда основная масса вещества Вселенной должна содержаться в нейтрино, а видимое вещество галактик составит лишь небольшую добавку. В таком случае станет понятен источник скрытой массы в скоплениях галактик (нейтрино!), но, возможно, возникнут новые проблемы...

После окончания конференции ученые познакомились с работой Абастуманской обсерватории АН ГрузССР и посетили прекрасный памятник грузинской истории — пещерный город Вардзия. Участники конференции выразили искреннюю благодарность организаторам за теплый прием и прекрасные условия работы.



## РЕНТГЕНОВСКИЕ ИСТОЧНИКИ В ГАЛАКТИКЕ

Сейчас известно около ста ярких галактических рентгеновских источников со светимостью  $10^{36}$ — $10^{38}$  эрг/с. Вероятнее всего, это — двойные системы, где обычная звезда теряет вещество, а релятивистская захватывает. Есть среди ярких источников стабильные, есть и такие, которые видны недолго, — временные источники и барстеры. Часть стабильных источников отождествлена с массивными звездами (например, Лебедь X-1), другие — со звездами небольшой массы (например, Геркулес X-1). Каково происхождение ярких рентгеновских источников?

Советские астрофизики П. Р. Амнуэль и О. Х. Гусейнов разделили источники по типу их рентгеновских спектров. Источники с жестким спектром (температура излучения выше  $200 \cdot 10^6$  К), как правило, связаны с массивными звездами. Распределение этих источников в Галактике, максимальное на расстоянии 5—7 кпс от ее центра, совпадает с распределением газа и молодых звезд. Источники с мягким спектром (температура излучения меньше  $60 \cdot 10^6$  К) отождествляются в основном со звездами-карликами. Плотность числа таких источников увеличивается с приближением к центру Галактики. Их «родителями», скорее всего, были двойные системы, в которых одна из звезд в начале эволюции имела массу больше 12—15 солнечных, а другая, карликовая звезда — порядка солнечной. Массивная звезда, быстро завершив эволюцию, потеряла много вещества. Затем произошел коллапс и возникла релятивистская звезда в паре со звездой-карликом. Но и после этого минуло около  $10^9$  лет, прежде чем карликовая звезда начала интенсивно терять свою массу и появился яркий рентгеновский источник. Такого, вероятно, происхождение стабильных источников с

мягким спектром, а также барстеров и мягких временных источников. *Astrophysics and Space Science*, 1980, 68, 2.

## РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ЗВЕЗДНЫХ КОРОН

Корона Солнца, нагретая до миллиона градусов, — источник мягкого рентгеновского излучения (светимость в спокойном состоянии около  $10^{27}$  эрг/с, в активной фазе —  $3 \cdot 10^{29}$  эрг/с). Coronы других звезд могут быть рентгеновскими источниками, однако их излучение очень слабое и до недавнего времени обнаружить его не удавалось. Лишь несколько близких и ярких звезд были известны как рентгеновские излучатели, например Капелла и Сириус.

Запуск спутника НЕАО-В (Земля и Вселенная, 1979, № 4, с. 55.—Ред.), приборы которого в 1000 раз чувствительнее прежних, позволил провести систематический поиск рентгеновского излучения от звезд поздних спектральных классов и от субгигантов. Согласно расчетам, именно эти звезды должны обладать мощными горячими коронами. Были отобраны 105 звезд, и в направлении на 21 звезду из этого списка приборы спутника зарегистрировали слабые источники мягкого рентгеновского излучения. Сигналы в диапазоне от 0,15 до 2,8 кэВ настолько слабы, что их с трудом выделили на фоне неба. Среди обнаруженных источников были известные прежде Сириус и Капелла. Локализовать на небе новые источники удалось лишь с точностью до 2—3 квадратных градусов. Поэтому в каждом конкретном случае нельзя утверждать наверняка, что рентгеновский источник связан с излучением именно той звезды, которая выделялась для исследования. Однако все 21 совпадения не могут быть случайными. Это и дало основание американским ученым Ф. Вальтеру, Дж. Лински и другим предположить, что открыт новый обширный класс рентгеновских источников. Рентгеновская светимость звезд поздних спектральных классов и субгигантов составляет примерно  $10^{-4}$  от их полной светимости и колеблется между  $10^{28}$  и  $10^{32}$  эрг/с. *Astrophysical Journal, Letters*, 1980, 236, 3.



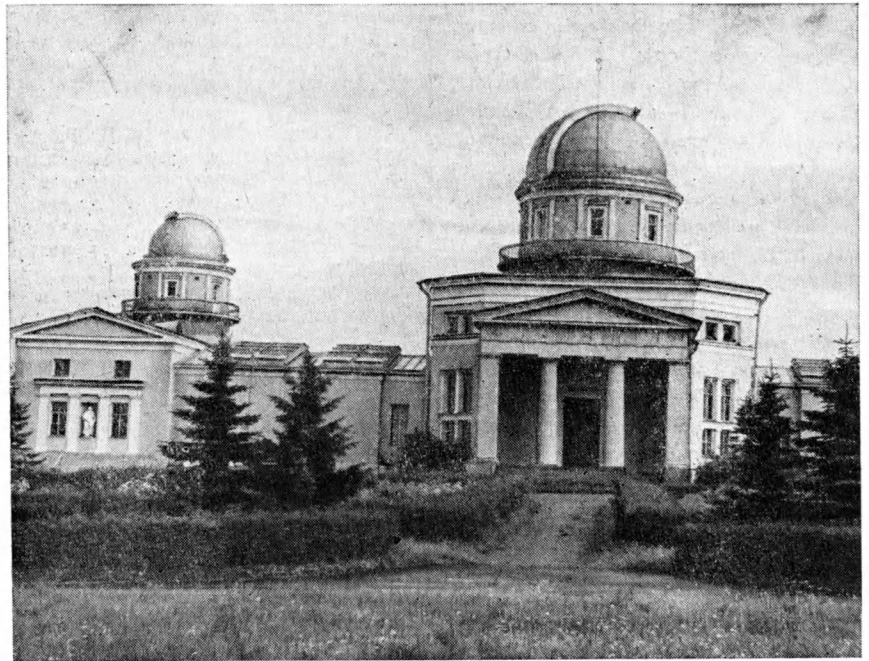
## ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ — XXVI СЪЕЗДУ КПСС

В 1976 году — в год проведения XXV съезда КПСС — в нашей стране вступил в строй крупнейший в мире 6-метровый телескоп Специальной астрофизической обсерватории АН СССР, через год начались наблюдения на другом совершенном астрономическом инструменте — радиотелескопе РАТАН-600. Используя эти уникальные инструменты, астрономы получили интереснейшие научные результаты (Земля и Вселенная, 1977, № 6, с. 40—48; 1979, № 6, с. 4—9; 1980, № 5, с. 31—35). Улучшилась оснащённость и многих других обсерваторий. Умелое сочетание новой техники наблюдений (в частности космической) с традиционными методами астрономии позволяет советским астрономам добиваться высокой эффективности исследований и вносить весомый вклад в развитие прикладных и фундаментальных наук.

## Главная астрономическая обсерватория АН СССР: закончено составление звездных каталогов всего неба

Пулковская обсерватория — одно из старейших научных учреждений нашей страны — в 1979 году отметила свое 140-летие.

С первых шагов обсерватория завоевала всеобщее признание своими выдающимися работами в области фундаментальной астрометрии. Работы эти и в настоящее время занимают ведущее место в ее разнообразных исследованиях. Одна из самых северных обсерваторий мира (широта почти  $60^\circ$ ) Пулковская обсерватория не в состоянии охватить своими наблюдениями небесные тела, расположенные в южном полушарии неба. Между тем наблюдения южных звезд в настоящее время особенно необходимы, так как их координаты и собственные движения известны с гораздо меньшей точностью, чем координаты и движения северных звезд. Это объясняется тем, что в южном полушарии Земли фактически есть всего лишь одна активно работающая астрометрическая обсерватория, которой не по силам соревноваться в объеме и точности своих работ с более чем десятью обсерваториями северного полушария. Вот почему в начале 60-х годов по



*Главная астрономическая  
обсерватория АН СССР*

инициативе и при основном участии члена-корреспондента АН СССР М. С. Зверева была организована южная астрометрическая экспедиция

(Земля и Вселенная, 1973, № 2, с. 16—23.— Ред.). За десять лет работы экспедиция, используя как местные инструменты, так и новые, специально для нее изготовленные, собрала свыше 250 000 высокоточных астрометрических наблюдений звезд южного неба.

Присоединив наблюдения звезд южного неба к выполненным в Пулковке еще в 50-х годах 250 000 наблюдениям звезд северного неба, мы впервые в истории отечественной астрометрии оказались обладателями уникального астрометрического материала, насчитывающего более полумиллиона наблюдений звезд, распределенных по всей небесной сфере от Северного до Южного полюса. Этот обширный наблюдательный материал нуждался в тщательной обработке, приведении в единую систему и всестороннем анализе.

Сначала обрабатывались наблюдения северных звезд, последние пять

лет были посвящены обработке и анализу наблюдений звезд южного неба. При этом к массиву наблюдений пулковских астрономов в порядке международного сотрудничества были присовокуплены наблюдения, выполненные по программе Пулковской обсерватории еще в 1928—1941 годах в Мельбурне. Эти наблюдения оставались необработанными, поскольку научная деятельность Мельбурнской обсерватории прекратилась — она стала музеем в 1944 году.

Обширная и исключительно важная в научном и практическом отношении работа пулковских астрометристов, дающая как бы современный слепок картины звездного неба, закончилась в 1980 году. В итоге получено двадцать звездных каталогов, фиксирующих высокоточные координаты примерно 50 000 звезд всего неба на современную эпоху.

Этот ценный научный материал бу-

дет использоваться в течение многих десятилетий в самых различных астрономических исследованиях. Уже сейчас он вошел как важнейшая составная часть в международный фундаментальный звездный каталог FK 5, принимаемый в качестве международного стандарта во всех астрономических и геодезических работах, требующих наивысшей точности.

Астрометристы Пулковской обсерватории рассматривают завершение этой многолетней работы как свой скромный вклад в подготовку всего нашего народа к достойной встрече XXVI съезда Коммунистической партии Советского Союза.

**Доктор физико-математических наук  
НЕМИРО А. А.  
Кандидат физико-математических наук  
ТАВАСТШЕРНА К. Н.**

## **Главная астрономическая обсерватория АН УССР и Абастуманская астрофизическая обсерватория АН ГрузССР: переменны ли обычные звезды?**

Во многих советских обсерваториях ведутся совместные исследования. В Главной астрономической обсерватории АН УССР и Абастуманской астрофизической обсерватории АН ГрузССР на основе договора о творческом содружестве изучалась переменность... обычных звезд.

Как известно, звезды главной последовательности не имеют видимых признаков переменности блеска и традиционно считаются постоянными. Однако недавно авторы пришли к выводу, что если не все, то большинство обычных звезд обладают переменным блеском с амплитудами в тысячные доли звездной величины.

Практика показывает, что даже при фотоэлектрических наблюдениях с большими телескопами трудно добиться точности определения блеска звезды лучше нескольких десятых процента. Поэтому при изучении микропеременности становится невозможным построение кривой блеска. Обнаруживать микропеременность, оценивать ее амплитудные и частотные свойства приходится с помощью специальных статистических методов обработки рядов наблюдений.

Шесть звезд главной последовательности спектральных классов A2V — K1V непрерывно наблюдались в течение двух-трех часов. Исполь-

зовался фотометр со счетчиком квантов, установленный на 48-сантиметровом телескопе Абастуманской астрофизической обсерватории. Статистический спектральный анализ флуктуаций яркости показал в большинстве случаев наличие маломасштабной переменности у обычных звезд.

Вариации блеска представляют собой сумму ряда гармоник с периодами от нескольких минут до часов и с амплитудами в тысячные доли звездной величины. Эти результаты получены со статистической достоверностью не меньше 95%. Микропеременность носит нестационарный характер. Отдельные гармоники удалось

наблюдать лишь однажды, другие устойчиво обнаруживаются на протяжении многих ночей.

При исследовании микропеременности важно учесть вариации атмосферной прозрачности. Для этого были проведены квазисинхронные наблюдения двух обычных звезд спектрального класса А. Сравнение спектров свидетельствует в пользу физического характера микропеременности, присущей самим звездам.

Авторы предполагают, что микропеременность обычных звезд связана с нерадиальными пульсациями. По-видимому, этот механизм объясняет также переменность звезд типа  $\delta$  Щита (Земля и Вселенная, 1977, № 4, с. 27—28.— Ред.), глобальные вариации поля скоростей на Солнце, открытые в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР под руководством академика А. Б. Северного (Земля и Вселенная, 1977, № 6, с. 36—

39.— Ред.). Если предположение подтвердится, то изучение микропеременности сможет стать эффективным наблюдательным средством для исследования внутреннего строения звезд.

**Кандидат физико-математических наук  
ЖИЛЯЕВ Б. Е.**

**Кандидат физико-математических наук  
ТОТОЧАВА А. Г.**



## **Бюраканская астрофизическая обсерватория АН АрмССР: наблюдения на 2,6-метровом телескопе**



В октябре 1976 года состоялось официальное открытие самого крупного телескопа Бюраканской обсерватории — 2,6-метрового рефлектора, изготовленного в Ленинградском оптико-механическом объединении. В первичном фокусе этого телескопа (поле 47', фокусное расстояние 10 м, масштаб снимков 21,4 секунды в 1 мм) можно получать прямые снимки небесных объектов. Телескоп имеет три фокуса Нэсмита (фокусное расстояние 40 м, масштаб 5 секунд в 1 мм), которые используются для электрофотометрических и спектральных наблюдений, и фокус куде с фокусным расстоянием 100 м.

Купол телескопа спроектирован и изготовлен в Бюраканской оптико-механической лаборатории. Диаметр купола — 21 м, масса — 125 т. Купол установлен на покрытых резиной 20 катках, четыре из них соединены с электродвигателями и вращаются, приводя во вращение купол. Благодаря такой конструкции огромный купол поворачивается плавно и бесшумно.

*2,6-метровый телескоп  
Бюраканской астрофизической  
обсерватории*



Наиболее интенсивно в первый период работы телескопа использовался его первичный фокус. На прямых снимках исследовалась структура обнаруженных в Бюракане галактик с избыточным ультрафиолетовым излучением, называемых галактиками Маркаряна. Полученные снимки позволили обнаружить двойные и кратные ядра у полутора десятков галактик Маркаряна (Земля и Вселенная, 1980, № 5, с. 31—35.— Ред.). Расстояние между компонентами ядер обычно около 3'' или несколько более, у галактики Маркарян 325 расстояние между компонентами ядра около 1,5''. Наличие двойных и кратных ядер указывает, по-видимому, на то, что в центральных частях этих активных галактик протекают весьма бурные процессы, приводящие к делению их ядер.

С помощью снимков, полученных на 2,6-метровом телескопе в процессе его наладки, была открыта разительная переменность одной кометообразной туманности (GMI-29). Если на картах «Паломарского атласа неба» видна очень слабая туманность с яркой звездой в ее голове и до-

вольно яркая струя, вытянутая в направлении от звезды, то на снимке 1976 года струя почти исчезла, но зато оказалась весьма яркой сама туманность. В дальнейшем струя стала чуть-чуть ярче, туманность же то несколько ослабевала, то снова уярчалась.

В последние два-три года бюраканские и пулковские астрономы успешно проводят на телескопе инфракрасные наблюдения звезд с аномальным химическим составом. В наблюдениях используется более десяти узкополосных фильтров в окнах прозрачности земной атмосферы от 1 до 2,5 мкм.

Систематические наблюдения большого количества звезд определенных типов выявили интересные статистические закономерности. Было, в частности, показано, что величина инфракрасного избытка, часто обнаруживаемого у углеродных звезд, зависит от обилия углерода в их атмосфере, а не от температуры поверхности. Этот результат ставит под сомнение распространенное представление о том, что пылинки околозвездных оболочек образуются пу-

тем конденсации из газа. Нет корреляции между инфракрасным избытком и температурой и у звезд с повышенным содержанием циркония. По своим цветовым характеристикам углеродные звезды заметно отличаются от звезд с нормальным химическим составом, что позволяет выявлять углеродные звезды без трудоемкого спектрального анализа их химического состава, на основе лишь инфракрасной фотометрии. Для красных гигантов спектрального класса M получена корреляция количества воды в их атмосферах с пространственно-кинематическими характеристиками: чем больше радиальная скорость звезд и чем дальше они от галактической плоскости, тем больше воды в их атмосферах.

Заместитель директора  
Бюраканской  
астрофизической обсерватории  
АН АрмССР  
доктор физико-математических  
наук  
ТОВМАСЯН Г. М.

## **Абастуманская астрофизическая обсерватория АН ГрузССР: массовая спектральная классификация звезд**

В Абастуманской астрофизической обсерватории АН ГрузССР завершилась обширная работа по массовой двумерной спектральной классификации относительно слабых звезд в Площадках Каптейна на основе спектров умеренной дисперсии.

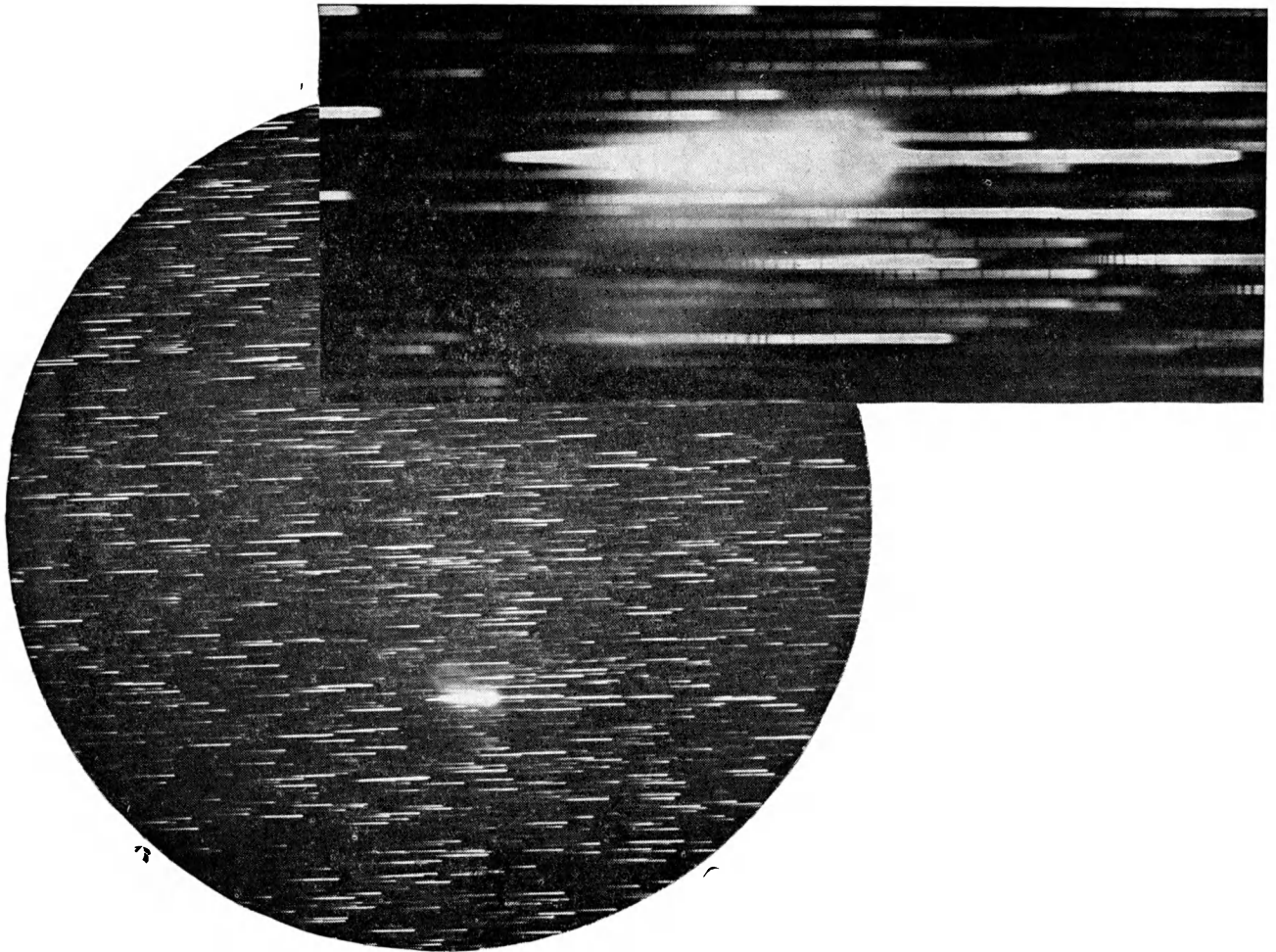
Результаты работы опубликованы в вышедших в 1980 году двух очередных выпусках «Бюллетеня Абастуманской обсерватории» (№ 50 и 51). В одном из них автор работы Р. А. Бартая излагает методику и интерпретирует полученные статисти-

ческие данные и выводы звездно-астрономического характера. В другом содержится Каталог спектральных классов и классов светимости 10 396 звезд в Площадках Каптейна № 2—43, составленный Р. А. Бартая на основе собственных многолетних наблюдений.

Работа Р. А. Бартая отличается высокой точностью и однородностью материала, чему способствовало высокое качество спектров, полученных в условиях благоприятного астрономического климата; тщательной раз-

работкой критериев двумерной классификации применительно к используемой аппаратуре (70-сантиметровый менисковый телескоп с восьмиградусной объективной призмой) и близостью к известной МК-системе классификации спектров; заведомо избранным расположением исследованных участков неба, что позволяет применять записанные на магнитной ленте данные Каталога для решения звездноастрономических задач.

Обстоятельно изложенная методическая часть работы вместе с крити-



леским обзором проблемы будет служить пособием научным работникам, специализирующимся в звездной спектроскопии. Методика, предложенная автором, используется в ряде обсерваторий, в том числе в обсерваториях НРБ и ГДР. Каталог на магнитных лентах хранится в центрах звездных данных.

Из выводов звездноастрономического содержания можно отметить следующее. Картина распределения звезд-гигантов показывает на высоких галактических широтах преобладание К, а не G-звезд, как это следует из видимого распределения звезд. Дефицит звезд-гигантов в спектральном интервале F — G5 на высоких галактических широтах фактически не проявляется. Звезды К и М на всех

галактических широтах представлены в основном гигантами. Во многих звездностатистических работах, в которых, как правило, не было данных двумерной МК-классификации, этим звездам недостаточно обоснованно приписывался класс светимости V.

Для звезд-гигантов характерна более слабая концентрация к плоскости Галактики, для карликов же — большая, чем это считалось до сих пор. Последний вывод важен, поскольку связан с проблемой «скрытой массы» Галактики (Земля и Вселенная, 1975, № 3, с. 32—36.— Ред.).

Построены функции светимости и плотности звезд для 42-х направлений в Галактике и исследована зависимость функции светимости от галактической широты. Получены функ-

*Спектры звезд, полученные на 70-сантиметровом телескопе с объективной призмой*

ции светимости звезд для отдельных классов.

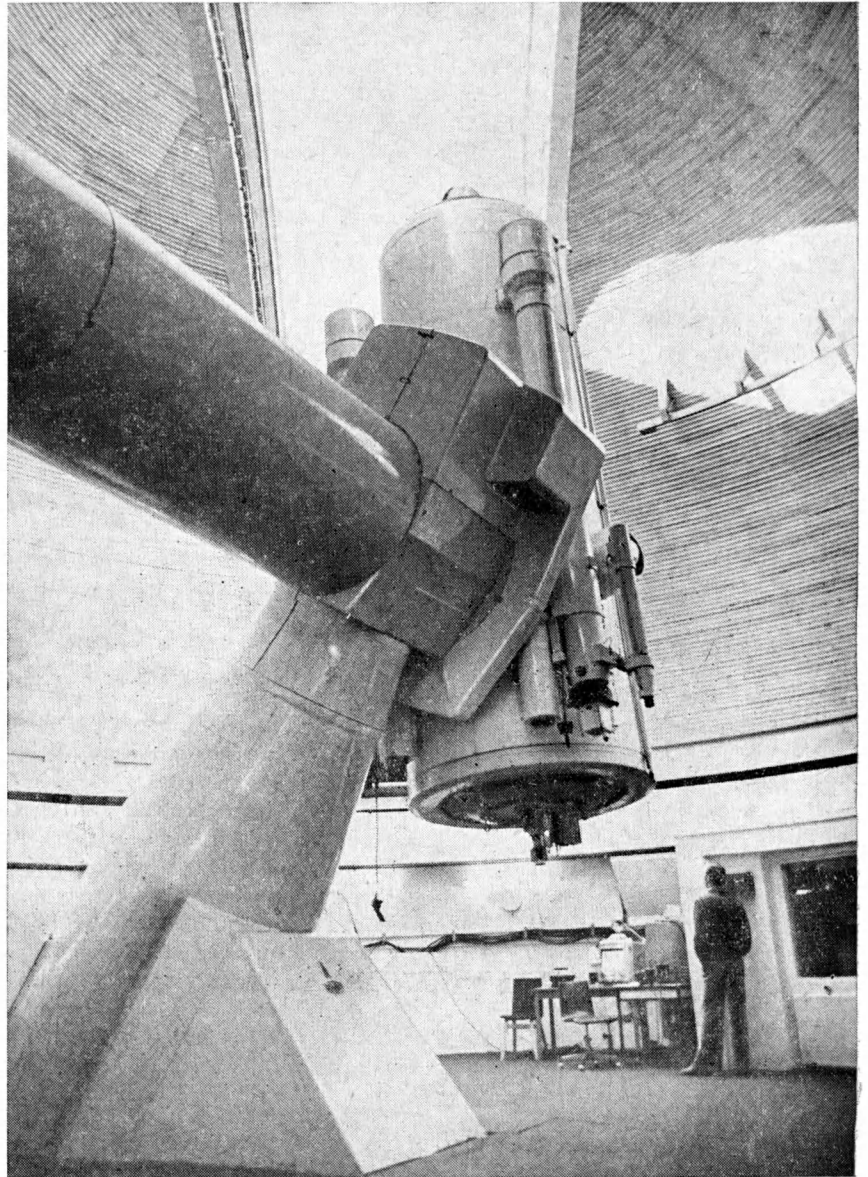
Разработанная методика выделения звезд с пекулярностями в спектрах позволила открыть десятки новых пекулярных звезд, исследованы характер их пространственного распределения в Галактике и положение звезд  $A_{r1}$ ,  $A_{r2}$  на диаграмме спектр — светимость.

**Директор Абастуманской  
астрофизической обсерватории  
АН ГрузССР  
член-корреспондент АН СССР  
ХАРАДЗЕ Е. К.**

# Тартуская астрофизическая обсерватория АН ЭССР: 1,5-метровый телескоп и опыт первых лет наблюдений

Для эстонских астрономов самым радостным днем последних лет можно считать 21 октября 1976 года, когда в Тыравере торжественно был введен в строй главный инструмент Тартуской астрофизической обсерватории имени В. Струве — 1,5-метровый рефлектор (АЗТ-12). Как и другие крупные телескопы нашей страны, новый рефлектор спроектирован и изготовлен в Ленинградском оптико-механическом объединении. Телескоп установлен в четырехэтажной башне. Проект ее купола был разработан в СКБ Академии наук ЭССР. На первом этаже башни находится комната для наблюдателей и измерительная аппаратура для обработки наблюдательных данных, на втором этаже помещается ЭВМ ЕС-1010, на третьем — система управления телескопом и мастерская, на четвертом — сам телескоп с пультами управления. Три этажа занимает помещение для большого спектрографа.

Телескоп имеет немецкую монтировку, главное зеркало диаметром 150 см изготовлено из ситалла. У телескопа три фокуса: первичный фокус (фокусное расстояние 5,28 м, относительное отверстие 1/3,5, масштаб снимков 1 секунда в 0,0256 мм), фокус Кассегрена (фокусное расстояние 24 м, относительное отверстие 1/16, масштаб снимков 1 секунда в



*1,5-метровый телескоп Тартуской  
астрофизической обсерватории  
АН ЭССР*

0,116 мм), фокус куде (фокусное расстояние 52,8 м, относительное отверстие 1/35,2, масштаб снимков 1 секунда в 0,256 мм). Работа проводится в основном в фокусах Кассегрена и куде, смена фокусов занимает 2-3 минуты.

Испытания оптической системы телескопа показали, что в фокусах Кассегрена и куде в кружке диаметром 0,75'' концентрируется 96 и 89% энергии, соответственно. Этого вполне достаточно, чтобы практическое разрешение телескопа определялось только качеством атмосферного изображения в месте установки телескопа. Поскольку было известно заранее, что в Тыравере низкое атмосферное разрешение и переменная прозрачность атмосферы, телескоп используется в основном для спектральных наблюдений со светосильными спектрографами. В летние белые ночи наблюдения ведутся с инфракрасным фотометром. Система

управления телескопом работает надежно.

Программа наблюдений охватывает спектроскопию переменных звезд, звезд поздних спектральных классов и галактик. По данным наблюдений астрономы определяют строение звездных атмосфер, изучают эволюционные эффекты в звездах. Наблюдения галактик пока ограничиваются измерением красных смещений.

Спектры регистрируются на фотопластинках и с помощью телевизионной системы ОМА, которая выдает интенсивности спектра в 500 каналах в цифровом виде. Благодаря использованию телевизионной системы спектры звезд 10-й величины с дисперсией 12 Å/мм получаются за 30 минут, спектры галактик 14-й звездной величины с дисперсией 200 Å/мм — примерно за час, спектры объектов, в которых видны эмиссионные линии, регистрируются (в зависимости от интенсивности линии)

значительно быстрее.

Хотя сам телескоп АЗТ-12 работает уже несколько лет, комплекс телескоп — анализаторы и регистраторы излучения нельзя считать законченным. В Ленинградском оптико-механическом объединении строится большой спектрограф, который предназначается для работы в фокусе куде. Этот спектрограф мы надеемся получить в 1985 году. Ведутся работы по внедрению новых чувствительных и стабильных приемников излучения, создается система автоматической обработки наблюдений.

**Заместитель директора  
Института астрофизики  
и физики атмосферы АН ЭССР  
кандидат физико-математических наук  
ЛУУД Л. С.**

## **Астрофизический институт АН КазССР: исследования атмосфер Юпитера и Сатурна**

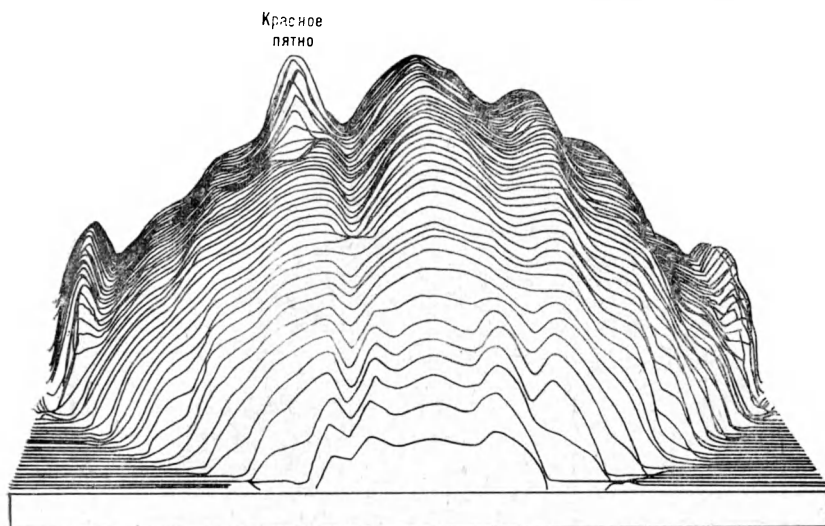
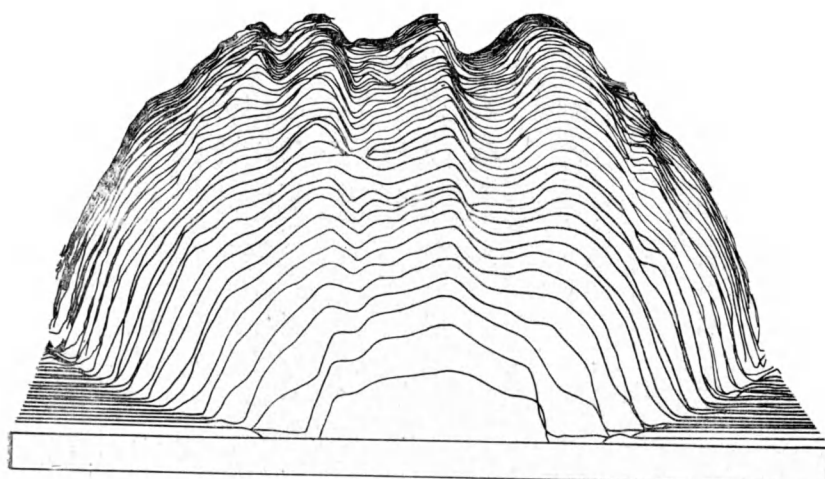
Две крупнейшие планеты Солнечной системы — Юпитер и Сатурн интенсивно исследуются с Земли и из космоса. В нашей стране работы по изучению этих планет координируются Астрофизическим институтом Академии наук КазССР.

В последние годы в Планетной лаборатории института выполнена обширная программа спектрофотометрических наблюдений Юпитера и Сатурна в широком спектральном интервале — от 0,3 до 1,1 мкм. В наблюдениях использовались спектрограф с электронно-оптическим преобразователем и дифракционный сканирующий спектрометр, позволя-

ющий получать как фотоэлектрические записи спектра отдельных участков диска планеты, так и фотометрические разрезы диска в любых длинах волн и в любых направлениях.

По измерениям в непрерывном спектре и в полосах поглощения метана определены оптические характеристики облачных поясов Юпитера и Сатурна, исследованы вариации с широтой плотности облачного покрова и оптической толщины надоблачной атмосферы. Оказалось, что на обеих планетах аэрозольная составляющая простирается значительно выше теоретической границы конвективной зоны, образуя сравнительно разрежен-

ную дымку над более плотным слоем аммиачных облаков. В экваториальном поясе Сатурна верхняя граница распространения аэрозоля примерно на 8—13 км выше, чем в умеренных широтах. Такой результат вытекает как из наблюдаемых изменений интенсивности молекулярных полос поглощения, так и из различий в отражательной способности поясов Сатурна в ультрафиолетовых лучах. На Юпитере также наблюдаются изменения интенсивности молекулярных полос поглощения с широтой, особенно заметные в полосах метана, расположенных в ближней инфракрасной области спектра. Эти из-



*Распределение яркости по диску Юпитера в изометрическом изображении. Измерения выполнены с помощью сканирующего спектрометра и обработаны на ЭВМ В. Д. Вдовиченко. Верхнее изображение получено по измерениям в непрерывном спектре (длина волны 6600 Å), нижнее — в центре полосы поглощения метана с длиной волны 9870 Å. Повышенная яркость вблизи полюсов Юпитера в полосе поглощения метана связана с присутствием аэрозоля в верхней атмосфере. Красное Пятно выделяется своей яркостью на изображении в полосе метана*

менения связаны с колебаниями высоты верхней границы облаков и их плотности. Большое Красное Пятно на Юпитере кажется очень ярким при наблюдении в полосах поглощения метана, что скорее всего обусловлено более высокой объемной плотностью аэрозольного вещества в Пятне, чем в окружающих участках облачного покрова.

В полярных областях Юпитера обнаружены особенности отражательных свойств, свидетельствующие о том, что в этих областях аэрозоль находится и на больших высотах в атмосфере. Сильно поглощая ультрафиолетовое излучение, аэрозоль в

верхней атмосфере значительно понижает отражательную способность Юпитера на высоких широтах, так что в отличие от низкоширотных поясов молекулярное (релеевское) рассеяние в надоблачной атмосфере оказывается почти не ощутимым. Этот результат подтверждается наблюдениями затмений спутников Юпитера и фотометрическими измерениями с борта космического аппарата «Вояджер-2» в более далеком участке ультрафиолетового спектра (длина волны 2400 Å). Сходные особенности отмечаются и в полярных областях Сатурна, яркость которых в ультрафиолетовых лучах значительно меньше, чем яркость краевых участков диска планеты на умеренных и низких широтах. Аэрозоль в верхней атмосфере над полярными областями Юпитера и Сатурна может иметь либо фотохимическое происхождение, либо метеорное, образуясь при распаде проникающих в атмосферу метеорных тел или пылевого вещества из околопланетного пространства. Поглощая солнечную радиацию, этот аэрозоль может вызывать дополнительный нагрев верхних слоев атмосферы в полярных районах, что, кстати и наблюдается при измерениях теплового излучения этих областей на волне около 12 мкм.

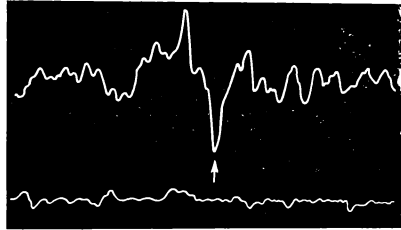
**Кандидат физико-математических наук  
ТЕЙФЕЛЬ В. Г.**

# Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга: радиоастрономический обзор неба

В Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга создана радиоастрономическая лаборатория РАТАН-600. Совпадение названий лаборатории и уникального радиотелескопа Специальной астрофизической обсерватории АН СССР не случайно. Основная задача лаборатории — полный обзор неба на РАТАНе-600 для составления каталога дискретных источников космического радиоизлучения.

Все существующие в настоящее время каталоги радиоисточников, охватывающие значительные области неба, основаны на наблюдениях, которые проводились в диапазонах от дека- до дециметровых волн. На более коротких волнах выполнялись обзоры лишь ограниченных участков неба.

Уже первые оптические отождествления радиоисточников показали, что большинство их имеет внегалактическое происхождение. Следовательно, обзоры неба важны не только для обнаружения отдельных интересных объектов и их дальнейшего изучения методами современной астрофизики, но и для исследования проблем космологии. Другим важным результатом обзоров явилось установление того факта, что по мере уменьшения длины волны меняются средние спектральные характеристики радиоисточников. Если в длинноволновом диапазоне преимущественно обнаруживаются радиоисточники с нормальным спектром, то есть источники, поток которых падает с уменьшением длины волны, то в коротковолновом диапазоне увеличивается число источников с пекулярным спектром (искривленным, пло-



*Фрагмент записи обзора неба на длине волны 3,45 см до (вверху) и после (внизу) обработки на ЭВМ. Стрелка указывает положение нового источника Z 0748+020 (Z обозначает Зеленчук, цифры — координаты источника: прямое восхождение  $7^h 48^m$  и склонение  $+2^\circ$ )*

ским, растущим). Свойства этих источников, в частности пространственное распределение и характер зависимости их численности от плотности потока радиоизлучения, могут отличаться от свойств источников с нормальным спектром.

Обзор всего неба на южном секторе РАТАНа-600 решено проводить в сантиметровом диапазоне и одновременно на нескольких волнах. Подобная работа осуществляется впервые в мире и позволяет получать дополнительную информацию о мгновенных спектрах обнаруженных радиоисточников.

В 1978—1979 годах в лаборатории был изготовлен специализированный радиоастрономический комплекс. Он включает радиометры диапазонов 2,05, 3,45 и 7,6 см, созданные группой В. Р. Амирханяна, систему сбора информации, разработанную под руководством М. Г. Ларионова, и ЭВМ М-

400. Поступающие в ЭВМ данные обрабатываются в режиме реального времени по алгоритмам, предложенным автором статьи. Современные методы регистрации сигналов позволяют полностью использовать возможность радиотелескопа.

С марта 1979 года начались регулярные наблюдения и к маю 1980 года ими была охвачена полоса неба в интервале склонений  $0-6^\circ$ . Большинство ранее неизвестных источников (200 из 600!) открыто на волне 7,6 см. Среди новых источников много протяженных объектов, по-видимому, галактик. Все 32 новых объекта, обнаруженные на волне 3,45 см, обладают пекулярным спектром в полном соответствии с прогнозами. Скорее всего, это — квазары. Окончательное заключение о природе обнаруженных радиоисточников можно будет сделать только после оптического отождествления.

В настоящее время обзор неба продолжается. Хотя первые результаты и дают пищу для размышлений, но в основном пока идет накопление информации для дальнейших исследований. Ожидается, что в ближайший год-два количество обнаруженных источников будет достаточно для изучения их пространственного распределения. Обзор всей видимой на РАТАНе-600 части неба займет даже при благоприятных условиях примерно десять лет.

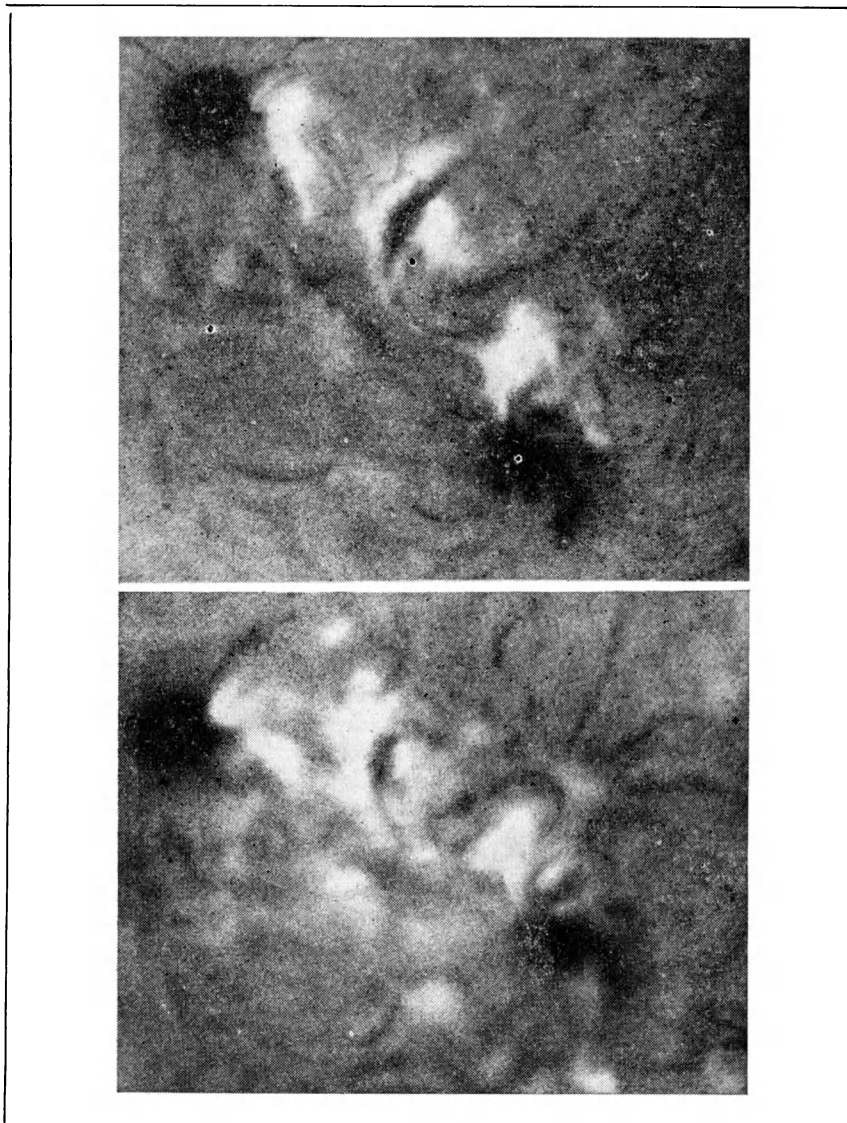
Кандидат физико-математических наук  
ГОРШКОВ А. Г.



## Саянская солнечная обсерватория: эволюция активного комплекса на Солнце

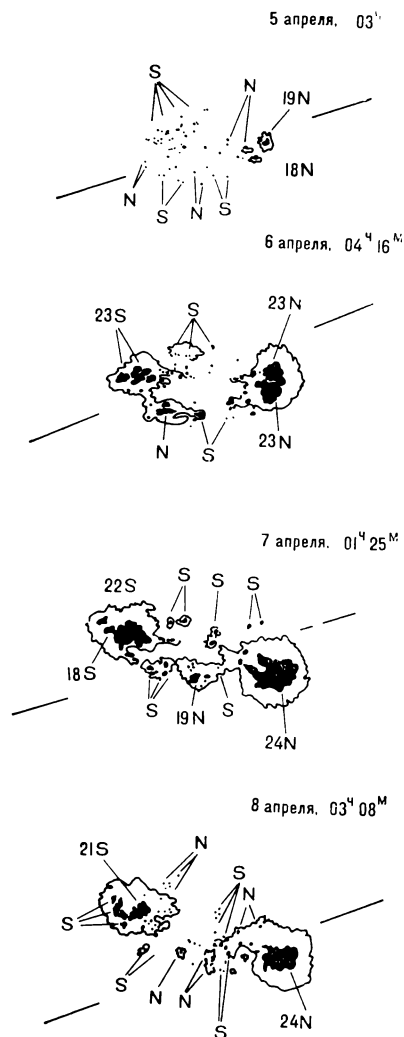
Читатели журнала знают, насколько важен для практической жизни прогноз вспышечной активности Солнца. Сейчас наблюдения вспышек ведутся по международной программе «Год солнечного максимума» (Земля и Вселенная, 1980, № 4, с. 33—37.— Ред.). В период действия программы «Высвобождение энергии во вспышках» (СЕРФ) 4—9 апреля 1980 года на диске Солнца наблюдался активный комплекс. Он состоял из двух групп пятен с суммарной площадью 1240 мдп (мдп — миллионная доля солнечной полусферы — единица измерения площади пятен), в которых произошло несколько больших вспышек. Вспышки наблюдались на Саянской обсерватории Сибирского института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн Сибирского отделения АН СССР (наблюдения проводили с помощью горизонтального солнечного телескопа АЦУ-5 В. С. Башкирцев и Г. П. Машнич).

2 апреля 1980 года на Солнце наблюдалась группа пятен № 2363 (нумерация международного центра в Годдарде, США), градиенты магнитных полей в которой были менее 0,5 Гс/км. 3 апреля погода не благоприятствовала наблюдениям. 4 апреля солнечная хромосфера над пятнами отличалась повышенной активностью, а линия раздела полярностей магнитных полей (нейтральная линия) проходила параллельно солнечному экватору. В следующие сутки группа № 2363 по-прежнему принадлежала к «закрытому» типу, причем конфигурация магнитных полей свидетельствовала о вспышечной активности группы.



Фотографии солнечной вспышки в линии  $H_{\alpha}$ , полученные 8 апреля 1980 года в 00<sup>ч</sup> 17<sup>м</sup> Всемирного

времени (вверху) и в 03<sup>ч</sup> 20<sup>м</sup> (внизу)



*Эволюция магнитных полей в активной области № 2372 с 5 по 8 апреля 1980 года. Числа соответствуют напряженности магнитных полей в сотнях гаусс (N — поле северной, S — южной полярности)*

5 апреля вблизи этой группы пятен началось зарождение новой, впоследствии получившей № 2372. В 03<sup>ч</sup>00<sup>м</sup> (здесь и далее время Всемирное) появились многочисленные поры с зачаточными полутеньями. Всего через четыре часа сформировалось головное пятно и поры в хвостовой части группы, объединенные общей полутенью. Наблюдения в ли-

нии водорода H $\alpha$  показали, что в хромосфере светится яркий компактный флоккул, свечение которого испытывает быстрые изменения. Интересно, что за сутки до этого хромосфера в области появления группы № 2372, как отмечали наблюдатели, была совершенно спокойной. 5 апреля Консультативный центр по проведению программы «Год солнечного максимума» (Иркутск) указал на развивающуюся группу № 2372 как на цель дальнейших наблюдений всей мировой сети обсерваторий.

6 апреля группа № 2372 выглядела как мощная развитая активная область с двумя большими главными пятнами сложной структуры и ярким компактным флоккулом, светящимся в хромосфере. В 04<sup>ч</sup>16<sup>м</sup> наблюдатели Саянской обсерватории визуально обнаружили вспышку в белом свете близ хвостового пятна этой группы, которая продолжалась не менее 75 минут. Консультативный центр в Иркутске оповестил все обсерватории мира о редком событии — вспышке в белом свете относятся к числу мощных проявлений активности Солнца и наблюдаются обычно 2—3 раза в течение 11-летнего цикла. После вспышки в белом свете на протяжении дня в этой группе были замечены субвспышки малой мощности.

7 апреля в той же активной области произошла новая вспышка, наблюдавшаяся в линии водорода H $\alpha$ . 8 апреля активная область № 2372 «генерировала» еще две большие вспышки (00<sup>ч</sup>13<sup>м</sup> и 03<sup>ч</sup>08<sup>м</sup>), следовавшие друг за другом с интервалом в 3,5 часа. В этот же день в 03<sup>ч</sup>04<sup>м</sup> был зарегистрирован радиовсплеск на волне 5 см длительностью 20 минут.

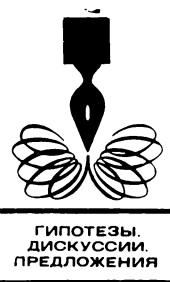
Вспышки на Солнце 6 и 8 апреля 1980 года были первыми самыми мощными вспышками в 21-м цикле солнечной активности.

**БАШКИРЦЕВ В. С.**

Кандидат физико-математических наук  
**КАСИНСКИЙ В. В.**

**МАШНИЧ Г. П.**

Кандидат физико-математических наук  
**ТОМОЗОВ В. М.**



## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЦИВИЛИЗАЦИИ

К настоящему времени укоренилось представление о практических безграничных возможностях внеземных цивилизаций, особенно, в производстве энергии. В частности, принималась как сама собой разумеющаяся возможность создания мощных генераторов для передачи позывных радиосигналов. Однако никто не пытался оценить реальность таких генераторов с точки зрения требований законов физики, биологии и материальных ресурсов цивилизации.

Неограниченные энергетические возможности цивилизации выводились на основе экстраполяции развития земной цивилизации по принципу постоянного развития, которое рассматривалось как непрерывно экспоненциальное. Так, по энергетическому признаку возникло представление о характере развития цивилизации. От цивилизации типа нашей, обладающей энергией в масштабе своей планеты (ВЦ I) и цивилизации, владеющей энергией своей звезды (ВЦ II), до цивилизации, которая овладела энергией своей галактики (ВЦ III).

Становится очевидным, что эта абстрактная схема не дает представления о реальных путях и возможностях развития цивилизации. Действительные пути развития цивилизаций нельзя предсказывать простым экстраполированием современных темпов развития тех или иных параметров нашей цивилизации. Между тем изучение закономерностей раз-



## Почему не обнаружены сигналы внеземных цивилизаций?

вития внеземных цивилизаций возможно, если принять два основных положения: во-первых, **цивилизация антропоморфна (человекообразна) и основана на технологии и, во-вторых, изучаются предельные возможности развития, допускаемые физическими и биологическими закономерностями и другими ограничениями.** Несомненно, к ограничениям нужно отнести и необходимость сохранения окружающей среды, в том числе и околозвездной. По существу — это требование современной биологии и науки о человеке. С такой точки зрения ясно, что использование энергии на планете ограничено величиной допустимого перегрева планеты. В самом деле, наша Земля получает от Солнца непрерывно  $10^{17}$  Вт энергии, что обеспечивает существующий тепловой режим планеты и действие всех процессов на Земле. Увеличение этой энергии всего на один процент повысит среднюю температуру планеты на  $0,8$  °С и существенно повлияет на климат, что недопустимо из-за неконтролируемости этих изменений. Итак, предел производства энергии на Земле может составлять не более тысячной доли энергии, получаемой от Солнца, то есть около  $10^{14}$  Вт. Сейчас производится примерно  $10^{13}$  Вт. Увеличение энергопроизводства сверх предельного возможно только при освоении пространства около своей звезды и выносе энергетических процессов за пределы планеты обитания. Однако и здесь существует предел. Сохранение условий межпланетной среды не в меньшей, а может быть, и в большей степени необходимо, как и сохранение сложившихся природных

условий на планете. Следовательно, недопустимо производство большой дополнительной энергии сверх того, что дает своя звезда. Принимая ту же норму (одну тысячную), получим, что наша Солнечная система может выдержать производство энергии не более  $10^{23}$  Вт. Это — огромная величина. Однако мы можем не производить другой энергии, а лишь улавливать солнечную и трансформировать ее по своему усмотрению. При этом сколько мы возьмем, столько и возвратим. Если мы заберем энергию полностью, то изменим, перераспределим пространственно и спектрально всю энергию солнечной радиации. Тогда коренным образом изменятся условия среды обитания на планетах и в околосолнечной системе. Вероятно, без ущерба можно использовать не более все той же тысячной доли энергоязыка звезды.

Могут возразить, что есть еще и межзвездное пространство, что можно выйти с энергозатратами достаточно далеко за пределы Солнечной системы. Но надо помнить, что всякий вынос процессов и производств в космос от среды обитания требует применения космического транспорта, а это, как оказывается, самый энергоемкий вид деятельности. Простые подсчеты убеждают, что для реального освоения космического пространства около своей звезды необходим транспорт по крайней мере с миллисветовой скоростью (значит, снова потребуются огромная энергия). Перемещение какой-либо массы с такой скоростью заставит сжечь такую же массу водородного горючего в термоядерной реакции. Затраты энергии на космический

транспорт могут составить значительную долю солнечной энергии, но они не должны превышать тысячной доли этой энергии опять-таки из соображений сохранения межпланетной среды и недопустимости ее энергозасорения.

Все же допустим, что будут осваиваться ближайшие звезды. Прежде всего договоримся, что означает термин «осваиваться». Конечно, ни о каком массовом переселении не может быть и речи. Для этого не хватит энергоресурсов всей Солнечной системы. Отдельные экспедиции, даже если найдут подобие нашей планеты, не смогут развиваться в цивилизацию, так как не смогут ни удерживать все знания, ни развить на их основе технологию. Но если все же вообразить бурное развитие цивилизации около новой звезды, то она и далекая родительская цивилизация не образуют единой цивилизации. Цивилизация как единое целое может функционировать только в том случае, если занимает пространств размерами не более нескольких световых дней, то есть в ближайшей окрестности своей звезды.

Итак, мы приходим к выводу, что максимальное энергопроизводство цивилизации ограничено мощностью своей звезды — около  $10^{23}$  Вт. Правда, всегда найдется оппонент, который заметит, что импульсно, короткое время, например несколько часов в месяц, можно производить энергию и много большей мощности, не превышая в среднем за все время ее генерации допустимое количество. Нетрудно видеть и здесь ограничения, так как импульсная волна достаточно большой энергии, например порядка солнечной, может нанести серьезные повреждения не только планете, но и космической околозвездной среде.

Теперь мы подготовлены к тому, чтобы рассмотреть вопрос о возможности создания в какой-либо внеземной цивилизации достаточно мощного всенаправленного радиомаяка для подачи позывных в пределах своей Галактики.

## ПРОБЛЕМА ПЕРЕДАЧИ ПОЗЫВНЫХ

Есть два пути подачи сигналов, чтобы обратить внимание других цивилизаций на свое существование. Первый — направление сигналов к определенным звездам, второй — всенаправленный сигнал. Очевидно, что второй путь дает существенно большую вероятность обнаружения.

Рассмотрим возможность и условия создания такого всенаправленного радиомаяка, который обеспечил бы максимальную искусственность сигнала и возможность его обнаружения при современной технике приема. Сигнал можно считать искусственным, если он строго монохроматичен, что в естественных условиях не наблюдается. Для передачи и приема должна быть выбрана волна 21 см, известная всем цивилизациям. Простые подсчеты показывают, что для связи нужно излучать во всех направлениях мощность порядка мощности светового излучения средней звезды, то есть  $10^{20}$ — $10^{26}$  Вт. Чтобы излучить столь большую мощность, антенная система должна быть достаточно велика. Большие размеры антенн совершенно необходимы, чтобы рассеять мощность потерь в ней и в генераторах, которая приводит к нагреву антенны и генератора. Из этого принципиального положения следует, что антенная система маяка должна состоять из отдельных антенн (расположенных, например, на сфере), которые перекрывают диаграммами направленности все окружающее пространство. В общем случае размеры такой сферической антенной системы будут определяться тем, какую мощность, перешедшую в тепло, нужно удалить из системы. Для размещения антенн нельзя использовать Землю, хотя бы из-за поглощения волн в атмосфере Земли. Несмотря на то, что это поглощение ничтожно — всего 2%, при мощности передатчика  $10^{21}$  Вт оно приведет к рассеянию в атмосфере Земли  $10^{19}$  Вт. Это в 100 раз превышает мощность, получаемую Землей от Солнца! В силу сказанного, антенную систему вместе с генераторами необходимо поместить в космосе. Ее

охлаждение может осуществляться только излучением, поэтому должны быть предусмотрены радиаторы, находящиеся в тепловом контакте с антеннами и генераторами. В качестве их будет служить поверхность сферы, где расположены и передатчики. Наконец, такой маяк должен находиться в космосе на достаточно большом расстоянии от планеты обитания, чтобы приходящая от него на Землю энергия была, например, в 1000 раз меньше получаемой от Солнца. Нетрудно подсчитать, что при передатчике в Солнечной системе мощностью  $10^{26}$  Вт его удаление от Земли должно составить не менее 30 а. е. Иначе говоря, он должен быть вынесен на орбиту Нептуна. Однако, если учесть предельно допустимую биологическую дозу облучения, то вывести его придется гораздо дальше. (См. таблицу.)

Расчет всенаправленного маяка

Дальность действия маяка, св. лет	Необходимая мощность маяка, Вт	Радиус сферической антенны, км	Необходимое удаление маяка от Земли, а. е.
10	$2 \cdot 10^{12}$	45	0,1
100	$2 \cdot 10^{14}$	150	1
1000	$2 \cdot 10^{16}$	1500	10
10 000	$2 \cdot 10^{18}$	$15 \cdot 10^3$	100

Сделаем расчет необходимых параметров маяка, если прием проводится на антенну с площадью приема  $A=200$  м<sup>2</sup> (диаметр параболоида 20 м) с шумовой температурой приемника  $T=20$  К и полосой частот одного канала приема  $\Delta f=200$  Гц. Всего приемник должен иметь около  $10^4$  таких каналов, чтобы перекрыть полосу неопределенности частоты около  $2 \cdot 10^8$  Гц из-за неизвестности относительной скорости приемника и передатчика. Эти параметры приемной системы определяют минимальный пороговый сигнал:

$$S = kT \sqrt{\Delta f} / A \text{ Вт/м}^2.$$

Для создания такого потока необходима мощность излучения передатчика:

$$P = 10^{33} l^2 S \text{ Вт},$$

где  $l$  — расстояние от передатчика до приемника в световых годах.

Найдем теперь радиус  $R$  сферической антенны, исходя из требования, чтобы допустимый нагрев антенны не превышал  $T_a$  градусов Кельвина. Пусть  $\beta$  — доля поверхности сферы, покрытая радиаторами, и  $\eta$  — общий КПД передающей системы. Используя уравнение баланса рассеянной в сфере и излученной ею энергии, будем иметь, согласно закону Стефана — Больцмана:

$$4\pi R^2 \beta \sigma T_a^4 = \frac{1-\eta}{\eta} \cdot P.$$

С другой стороны, мощность излучения Солнца  $P_\odot$  связана с его температурой  $T_\odot$  и радиусом  $R_\odot$  тем же законом:

$$4\pi R_\odot^2 \sigma T_\odot^4 = P_\odot,$$

где  $\sigma$  — постоянная Стефана — Больцмана. Из этих двух выражений находим удобное соотношение:

$$R = R_\odot \frac{T_\odot^2}{T_a^2} \sqrt{\frac{P}{P_\odot} \cdot \frac{1-\eta}{\beta \eta}}.$$

Сделаем теперь расчет основных параметров всенаправленного маяка на волну 21 см при различных дальностях связи. Примем, что нагрев передающей антенны не превышает  $T_a=300$  К и  $\beta=1$ . Возьмем очень высокий КПД генератора (еще не достигнутый в настоящее время)  $\eta=0,9$ , чем заведомо снижаем величину  $R$ .

Необходимое удаление маяка от Земли может определяться в принципе двумя условиями. Первое условие — энергетическое. Поток от маяка около Земли, скажем, не превышает тысячной доли от предельно допустимого потока производства энергии. Иначе говоря, он в  $10^8$  раз меньше мощности светового потока от Солнца. Второе условие, скорее, биологическое: поток не должен превосходить потока от Солнца на волне маяка. Во втором случае поток от маяка должен составлять на Земле  $10^{-18}$  полного потока от Солнца. Мы примем среднегеометрическую величину, а именно  $10^{-12}$ . Соответственно этому, рассчитано расстояние, при котором поток от маяка будет все же в  $10^6$  раз больше потока от Солнца вблизи волн 21 см (в полосе  $10^7$  Гц).

Чтобы оценить возможности построения какого-либо реального мая-



ГИПОТЕЗЫ.  
ДИСКУССИИ.  
ПРЕДЛОЖЕНИЯ

ка, рассмотрим сроки постройки маяка для дальности в 1000 световых лет, то есть мощностью  $2 \cdot 10^{16}$  Вт и радиусом антенной сферы 1500 км. Для этого оценим величину необходимой энергии космического транспорта. Поскольку сфера должна быть достаточно жесткой и прочной, примем ее средний объемный вес  $100 \text{ кг/м}^3$ . Полная масса металла сферы будет  $m = 10^{18} \text{ т}$  — всего в 15 000 раз меньше массы Земли. Транспортировка металла ракетами с миллисветовой скоростью потребует примерно той же массы ядерного горючего. При этом должно быть выделено около  $mc^2 \cdot 0,007 = 10^{36}$  Дж. Как уже говорилось выше, мощность выделения энергии в межпланетной среде, где будет строиться маяк, должна быть существенно меньше мощности излучения звезды. Как мы видим, для Солнечной системы это всего  $10^{23}$  Вт. При такой мощности космического транспорта, занятого на строительстве антенны, потребуется время, равное  $10^{36}/10^{23} = 10^{13}$  с — около трети миллиона лет! Для генерации мощности  $2 \cdot 10^{16}$  Вт необходимо будет сжигать не менее  $10^6$  т ядерного горючего в год. Для перевозки его потребуется постоянно действующий транспортный мост. Очевидно, что мощность этого транспорта должна быть существенно больше мощности передатчика. Трудно поверить, что какая-либо цивилизация будет создавать подобные сооружения. Таким образом, не следует ожидать сверхмощных сигналов цивилизаций, посылаемых непрерывно всенаправленным маяком. Скорее, возможна более экономичная посылка направленных сигналов по-

очередно к выбранным звездам. В этом случае затраты мощности существенно снижаются, но ценой такого же уменьшения времени облучения каждой звезды и, следовательно, вероятности обнаружения.

Из приведенных соображений ясно, что ведя поиск сигналов в расчете на технические средства, требующие от передающей стороны неприемлемо больших мощностей, мы обрекаем себя на неудачу. Применяя недостаточно чувствительные технические средства приема, мы переносим все трудности связи на передающую сторону, и эти трудности оказываются непреодолимыми даже для крайне развитой цивилизации, владеющей термоядерной энергией и космическим транспортом с миллисветовой скоростью. Вот почему мы не наблюдаем искусственных сигналов, которые вправду были бы называть «космическим чудом». Энергетический уровень «космического чуда» — сигнала, который может быть реально создан, недостаточен для восприятия применяемыми нами средствами обнаружения. Реально расстояние, с которого можно еще наблюдать «чудо» в мощнейшие современные радиотелескопы, составляет, по-видимому, не более 100—1000 световых лет.

Таким образом, вопреки утверждению члена-корреспондента АН СССР И. С. Шкловского о том, что если мы не наблюдаем «космических чудес», то значит в Галактике наша цивилизация единственная, мы говорим, что энергетический уровень «чудес» не может быть достаточно высоким, чтобы его заметили современными средствами. Цивилизаций

может быть много, но трудности сигнализации и связи чрезвычайно велики.

Из рассмотренного вытекают определенные выводы о стратегии СЕТИ. Необходимо теоретическое исследование предельных стадий развития цивилизаций, которые определяются физическими и биологическими законами на данном уровне знания. Реальность может только снизить полученные таким образом оценки. Далее, необходимо конкретное проектирование для уточнения предельных энергетических, пространственных, транспортных и других основных характеристик цивилизации. Особенно необходимо проектирование крупных систем обнаружения планет у ближайших звезд, систем маяка для сигнализации и поиска сигналов внеземных цивилизаций и т. п. Все это позволит выработать более правильную стратегию СЕТИ. Расчеты показывают, что необходимо сосредоточиться на поисках сигналов от звезд в радиусе до 100—1000 световых лет, используя для этого (при непрерывном наблюдении) самые большие антенны, многоканальные спектроанализаторы и т. п.

В последнее время появились идеи проведения наблюдений в выделенных природой направлениях, например в направлении замечательных объектов Галактики, а также синхронизации начала наблюдений с выдающимися событиями в Галактике, например вспышками новых. Все это повышает вероятность обнаружения. Эти идеи, высказанные недавно советским ученым П. В. Маковецким, по существу аналогичны идее Дж. Коккони и Ф. Моррисона о выделенной природой волне связи в 21 см. Все это будет способствовать повышению вероятности приема сигналов внеземных цивилизаций.



Руководитель Клуба любительского  
телескопостроения  
СИКОРУК Л. Л.

## Новосибирский клуб имени Д. Д. Максимова



В ноябре 1973 года я выступил по Новосибирскому телевидению с рассказом о предстоящем прохождении кометы Когоутека. В ходе передачи показал 100-миллиметровый рефлектор, который сделал когда-то для дочери-первоклассницы, и обещал помочь желающим построить телескоп. Кто бы мог подумать, что на мое предложение откликнется 400 человек! Материалы, необходимые для постройки телескопов,— абразивы, 110-миллиметровые заготовки для зеркал, 45-градусные призмы, линзы для окуляров — помогли достать декан оптического факультета Новосибирского института инженеров геодезии, картографии и аэрофото съемки доцент О. А. Майер и начальник бюро внешних связей Новосибирского приборостроительного завода имени В. И. Ленина Ю. Ф.

Фавстов. Так неожиданно-негаданно в Новосибирске начал действовать Клуб любительского телескопостроения, объединивший и школьников и взрослых.

Первые два-три года не хватало материалов, не было станков и даже помещения для занятий, поэтому число членов клуба сокращалось. И все-таки около 30 телескопов было построено. Конечно, это были в основном примитивные инструменты, часто даже без монтировки, но они давали прекрасное изображение.

Как только Новосибирский городской Дворец пионеров и школьников предоставил клубу постоянное помещение для занятий, мы сразу же приступили к организации **механической мастерской**. В ней собрано все, что может точить, сверлить, фрезеровать, плавить. Недавно в отдельной комна-

*Участники первой астрономической экспедиции Клуба имени Д. Д. Максимова.*

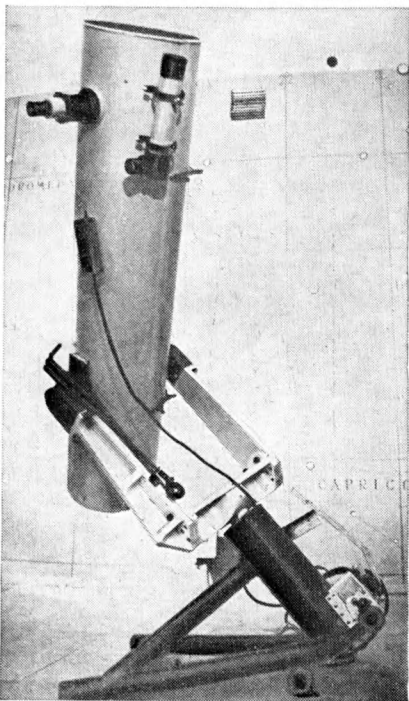
*Слева направо: Вячеслав Бак, Ирина Дементьева, Александр Зайцев, Александр Голенков, Владимир Семин, Сергей Большаков, Сергей Семин, Евгений Бакианский, Андрей Семин, Андрей Белкин, Александр Матюшкин (1976 год)*

те была оборудована **оптическая мастерская**, где установили печь, в которой спекаются заготовки для зеркал. Здесь же находятся шлифовально-полировальные станки, вертикальный шпиндель для шлифовки линз, сферометры, теневые приборы, оптическая скамья.



*130-миллиметровый кометоискатель. Объектив инструмента имеет фокусное расстояние 1000 мм. Чтобы сделать трубу короче, в оптической схеме кометоискателя использованы два плоских зеркала*

*250-миллиметровый рефлектор системы Ньютона. На нижнем конце полярной оси установлен часовой механизм*



Оборудование, которым мы располагаем, кроме, быть может, шлифовального станка З-ШПЗ50М, недавно подаренного Новосибирским институтом инженеров геодезии, картографии и аэрофотосъемки, имеют Станции юных техников и Дворцы пионеров или могут сделать сами ребята. Любителю телескопостроения многое по силам. Инженер В. С. Будько и актер театра «Красный факел» А. Н. Болтнев построили несколько печей, в которых спекают стеклянные заготовки диаметром до 400 мм. Телескопы В. С. Будько снабжены червячными колесами, их он легко нарезает с помощью крупных метчиков. А. Н. Болтнев создал замечательный станок — вертикальный шпиндель для шлифовки и полировки небольших линз и призм. Теперь на изготовление одной линзы диаметром 15—25 мм мы тратим полчаса-час. Много интересного предложили и школьники: рациональные способы отливки смоляного полировальника, литье из алюминия и бронзы, применение эпоксидной смолы для изготовления легких и жестких труб из стеклоткани и бумаги.

Первые пять телескопов, построенных в мастерской клуба, были 110-миллиметровые рефлекторы системы Ньютона. Их сделали Андрей Белкин, Александр Зайцев, Вячеслав Бак, Александр Голенков, Сергей, Андрей и Владимир Семины, Евгений Бакшанский, Сергей Большаков, Александр Матюшкин. Эти телескопы и теперь постоянно используются для наблюдений. При хороших атмосферных условиях они позволяют увидеть щель Кассини в кольцах Сатурна.

Для наблюдений туманностей, звездных скоплений, галактик и комет Олег Мельничук построил 130-миллиметровый кометоискатель. С самодельным широкоугольным окуляром он дает поле зрения  $2,3^\circ$  при увеличении  $27\times$ . Второй подобный кометоискатель имеет диаметр 160 мм и поле зрения  $2^\circ$  при увеличении  $32\times$ . Сергей Большаков изготовил 145-миллиметровый телескоп. Этот короткофокусный параболический рефлектор, идею которого предложил в начале века С. Уокден (США), спо-

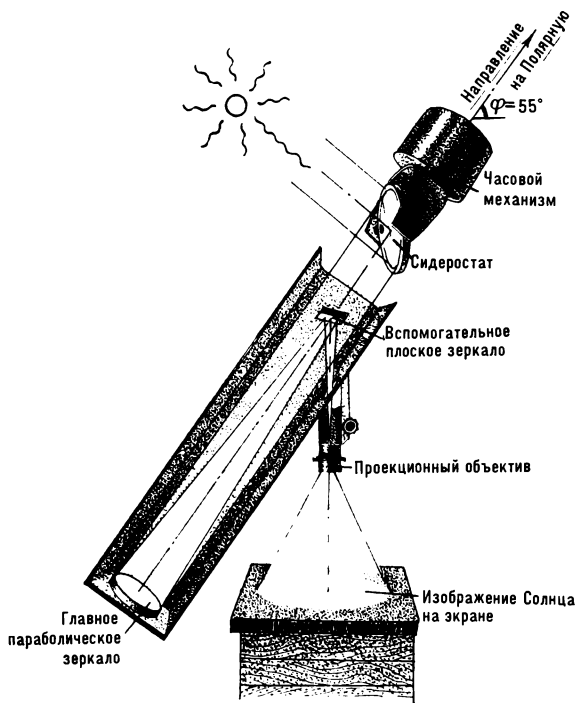
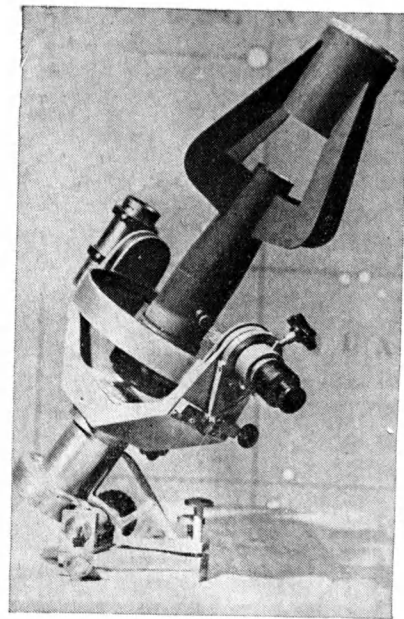
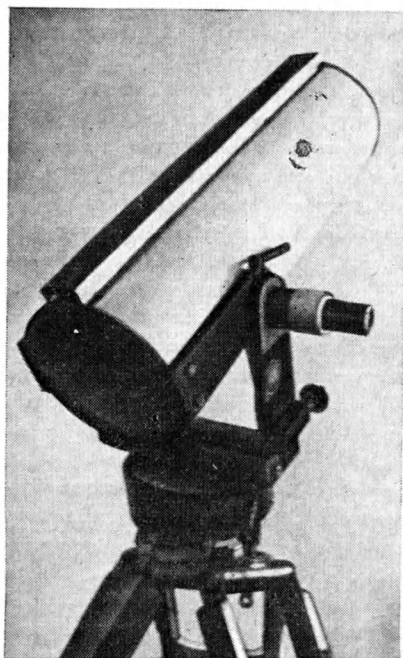
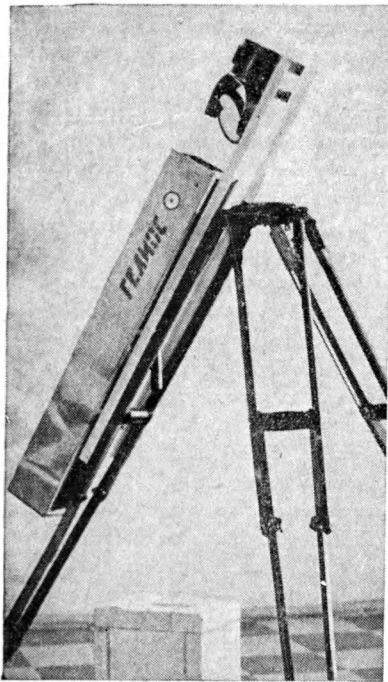
собен «показать максимально возможное число звезд в Млечном Пути за один «черпок».

В 250-миллиметровый рефлектор системы Ньютона вложен труд многих школьников. Его вилочная монтировка снабжена тонкими движениями по обеим осям: по склонению — вручную, по прямому восхождению — с легкого переносного пульта. Часовой механизм приводится в движение электродвигателем мощностью 15 Вт. Первый объект, на который мы направили этот телескоп в августе 1977 года, было шаровое скопление М 13 в созвездии Геркулеса. Трудно представить себе более феерическое зрелище! Хорошо были видны спиральные рукава галактики М 31 в созвездии Андромеды и ее спутники — галактики М 32 и NGC 205. Даже расположенные в августе низко над горизонтом галактики М 81, М 82 и М 101 выглядели в телескоп великолепно!

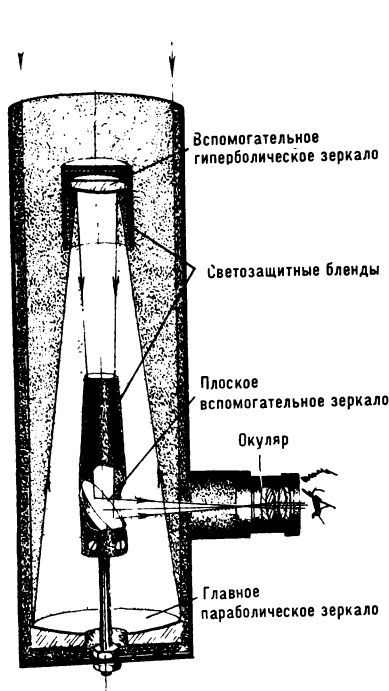
Недавно десятиклассники Александр Голенков и Вячеслав Бак построили 165-миллиметровый телескоп системы Кассегрена — Нэсмита. Его фокусное расстояние 2650 мм. Оптику для этого рефлектора сделал в 1979 году Андрей Белкин. Телескоп смонтирован на вилке с короткой полярной осью, многие детали монтировки литые. Конструкция телескопа легкая, компактная, инструмент можно переносить в чемодане. Телескоп имеет простые и надежные механизмы тонких движений.

В клубе действует правило: **в каждом телескопе — что-то новое!** Новым может быть конструкция телескопа или хотя бы небольшой ее узел.

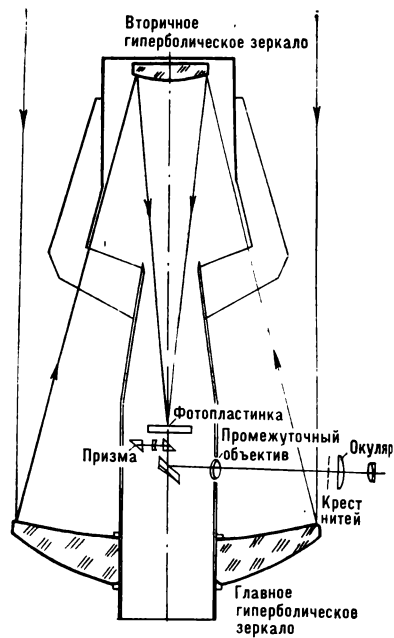
Весной 1976 года я предложил в качестве несущей конструкции использовать светозащитные бленды телескопа системы Кассегрена. Александр Зайцев немедленно начал постройку этого телескопа, но осенью из журнала «Sky and Telescope» (1976, 52, 4) мы узнали, что американский любитель астрономии Д. Дилуорд создал телескоп с подобной «трубой». Телескоп, построенный в нашем клубе, — 250-миллиметровый рефлектор системы Ричи — Кретьена с относительным отверстием  $1/6$ . Гидирование ведется по звезде, рас-



Внешний вид и схема полярного солнечного телескопа



Внешний вид и схема 165-миллиметрового рефлектора системы Кассегрена — Ньютона



Внешний вид и схема 250-миллиметрового рефлектора системы Ричи — Кретьена. Свет, отражаясь от главного и вторичного гиперболического зеркал, падает на фотопластинку. Оптическая схема из двух призм промежуточного объектива и окуляра с крестом нитей, используется для гидирования

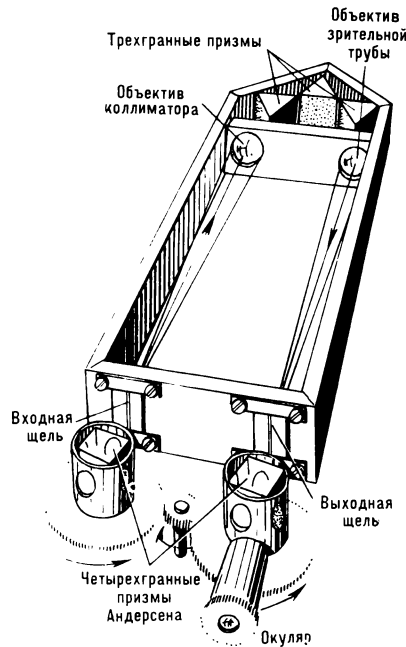
положенной на краю поля зрения. С помощью несложной оптической системы свет звезды выводится в полую ось склонений, где расположен окуляр с крестом нитей. Так как гиперболическое зеркало телескопа сделано из плоско-выпуклой конденсорной линзы, оно имеет большую толщину в центре и минимальную на краях. Это позволило укрепить зеркало прямо на бленде, просверлив в центре зеркала отверстие. Самое удивительное у нашего телескопа, выполненного из алюминиевых и магниевых сплавов, — его масса около 10 кг.

Сергей Грязев, Евгений Бакшанский, Владимир Семин, Илья и Юрий Авдеевы, Константин Севрюков построили два однотипных телескопа на спрингфилдской монтировке. Большое преимущество этих телескопов в том, что окуляр при любом положении трубы остается неподвижным (Земля и Вселенная, 1980, № 3, с. 76—77. — Ред.).

Братья Семины, Сергей Большаков, Андрей Руденко и Михаил Остроменский создали полярный солнечный телескоп с плоским зеркалом (сидеростатом), которое направляет солнечный свет в неподвижную трубу телескопа системы Ньютона. Труба направлена на полюс мира. Сидеростат приводится в действие пружинным часовым механизмом. Весь телескоп, кроме сидеростата, помещается в палатке, так что изображение Солнца, спроецированное на горизонтальный стол, защищено от прямого солнечного света.

Андрей Белкин начал, а Константин Бобринецкий продолжает постройку спектрогелиоскопа, с помощью которого можно наблюдать в линии водорода  $H_{\alpha}$  флоккулы, вспышки и другие образования на Солнце. Спектрогелиоскоп может быть установлен на любом телескопе, в том числе и на 80-миллиметровом школьном рефлекторе.

Татьяна Кудашева и Елена Шабурова изготовили спектроскоп для наблюдения солнечного спектра. Звездные спектры они собирают с помощью фотографияровать с помощью объективной призмы, которая имеет преломляющий угол  $45^{\circ}$ . Призма установ-



*Устройство самодельного спектрогелиоскопа*

лена перед объективом самодельного астрографа диаметром 50 мм и фокусным расстоянием 300 мм.

В мастерской клуба сделано несколько астрографов. Олег Мельничук собрал патрульный астрограф из двух фотоаппаратов «Смена». Пружинный часовой механизм автоматически ведет астрограф вслед за суточным вращением неба. На фотопленке регистрируются звезды до  $10,5^m$ .

Ирина Дементьева построила астрограф, объектив которого имеет фокусное расстояние 210 мм при относительном отверстии  $1/4,5$ . В астрографе использованы объектив старого проектора и кассетная часть фотоаппарата «Фотокор».

Клуб располагает еще двумя астрографами. Объектив одного из них — триплет фирмы «Карл Цейсс» с фокусным расстоянием 500 мм и относительным отверстием  $1/4,5$ , объектив другого — «Уран-12», фокусное расстояние которого 500 мм при относительном отверстии  $1/2,5$ .



Хорошее качество изображения у астрографов с самодельной оптикой. Владимир Семин и Евгений Бакшанский построили упрощенный вариант камеры Шмидта. Камера имеет зеркало диаметром 165 мм и 110-миллиметровую диафрагму, которая помещена в центре кривизны зеркала. Фокусное расстояние камеры 378 мм. Сергей Большаков и Михаил Остроменский строят модификацию камеры Шмидта — камеру Райта. У нее труба вдвое короче, чем у камеры Шмидта, и плоская фокальная поверхность. У нашей камеры Райта 315-миллиметровое зеркало и коррекционная пластина диаметром 260 мм. Фокусное расстояние камеры 1000 мм, диаметр поля зрения  $5^{\circ}$ .

Конечно, это далеко не все инструменты, созданные в клубе, и строительство телескопов не ограничивается деятельностью его членов.

Для начинающих любителей телескопостроения Новосибирское телевидение выпустило серию научно-популярных фильмов «Телескопы». Всю работу по изготовлению самодельных инструментов, которые потребовались для съемок, выполнили члены клуба, они же стали и героями этих фильмов.

Сейчас мы приступили к организации музея телескопостроения, в котором будут собраны интересные и курьезные конструкции и детали самодельных телескопов, сведения о профессионалах и любителях телескопостроения. Весной 1979 года 11 школьников — члены клуба — посетили Пулковскую обсерваторию, где узнали много подробностей о жизни выдающегося строителя телескопов Дмитрия Дмитриевича Максимова (1896—1964), имя которого



ПО ВЫСТАВКАМ  
И МУЗЕЯМ

Директор Постоянной выставки  
работ АН СССР на ВДНХ СССР  
КУЗЬМИН В. И.

## Экспозиция, посвященная XXVI съезду КПСС

«Ученые Академии наук СССР — от съезда к съезду» — таков девиз выставки на ВДНХ СССР в павильоне «Космос». Она подготовлена Академией наук СССР совместно с промышленными министерствами Советского Союза. Это — наиболее полная из всех выставок, созданных в СССР и за рубежом за последние годы.

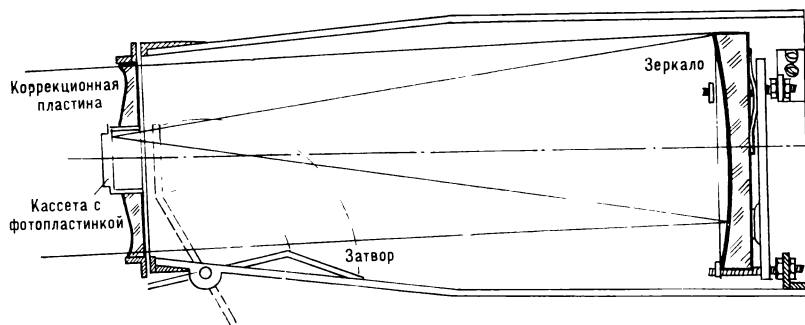
Вводный зал посвящен истории развития ракетной техники и космонавтики. Здесь представлены портреты выдающихся ученых и конструкторов, внесших особо ценный вклад в дело освоения космоса. Почетное место отведено основоположнику теоретической космонавтики К. Э. Циолковскому, основоположнику практической космонавтики, главному

конструктору ракетно-космических систем академику С. П. Королеву, первому в мире космонавту Ю. А. Гагарину.

Экспозиция следующего зала подробно знакомит с исследованием космоса с помощью искусственных спутников Земли и автоматических межпланетных станций. Первый искусственный спутник Земли, ставший символом космической эры, — один из экспонатов выставки. Посетители увидят спутники серий «Электрон», «Прогноз» и «Космос». Интересен раздел, рассказывающий о практическом использовании космической техники. Связные, метеорологические, навигационные спутники открыли новые возможности в решении

народнохозяйственных задач. Пример тому — создание в Советском Союзе системы космической связи. В павильоне демонстрируются спутники связи «Молния-2», «Экран» и впервые показан спутник связи «Горизонт». По соседству с ними навигационный спутник «Космос-1000», позволяющий морским судам определить свое местоположение в любой точке Мирового океана независимо от погодных условий.

Другой пример практического использования космического пространства — советская космическая метеорологическая система «Метеор», которая построена на базе спутников «Метеор» и наземной системы для приема, обработки и передачи ме-



Устройство камеры Райта

носит наш клуб. Кандидат физико-математических наук Н. Н. Михельсон, инженер Ю. С. Стрелецкий, известный любитель телескопостроения

А. С. Фомин поделились воспоминаниями о Д. Д. Максудове и подарили экспонаты для нашего музея: детали первых телескопов Фомина и небольшой осколок, который образовался при сверлении отверстия с тыльной стороны зеркала 6-метрового телескопа, и др. Мы хотим, чтобы

наш музей стал методическим центром, где любитель астрономии мог бы найти подходящую для него конструкцию, технологию изготовления телескопа, познакомиться с историей советского и зарубежного телескопостроения — профессионального и любительского.

Пользуюсь случаем и обращаюсь ко всем любителям с просьбой присылать в Новосибирский городской Дворец пионеров и школьников материалы о своих телескопах, детали устаревших инструментов с кратким их описанием, фотографии телескопов и фотографии неба, полученные с их помощью, забавные и поучительные истории из вашей практики. Наш адрес: 630102, Новосибирск 102, ул. Кирова 44, Новосибирский городской Дворец пионеров и школьников, Клуб имени Д. Д. Максудова.





*В павильоне «Космос»  
ВДНХ СССР*

теоинформации. Спутник «Метеор-2», представленный в экспозиции, — это метеорологический спутник второго поколения.

Советская космонавтика дала мировой науке такие превосходные

средства изучения Луны, как автоматические станции, способные доставлять на Землю образцы лунного грунта, и автоматические самоходные аппараты. На выставке демонстрируется самоходный аппарат «Луноход-2», предназначенный для проведения длительных комплексных научных исследований на поверхности Луны, и автоматическая станция «Луна-24». Она оснащена буровым уст-

ройством, которое позволило взять лунный грунт с глубины двух метров.

Здесь же показаны автоматическая станция «Венера-4», впервые осуществившая плавный спуск в атмосфере другой планеты и передавшая данные о характеристиках ее атмосферы; спускаемый аппарат станции «Венера-7», впервые осуществивший мягкую посадку на поверхность Венеры;

*Навигационный спутник  
«Космос-1000»*

*Автоматическая станция  
«Прогноз-2»*

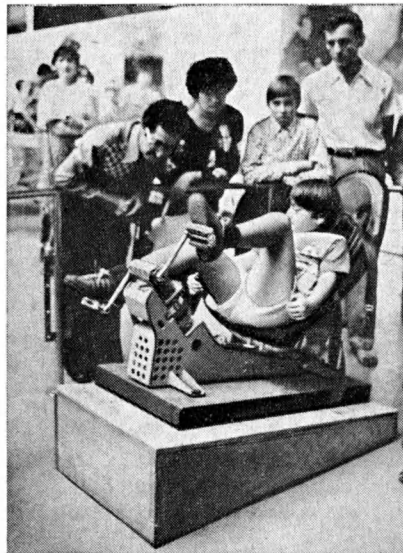
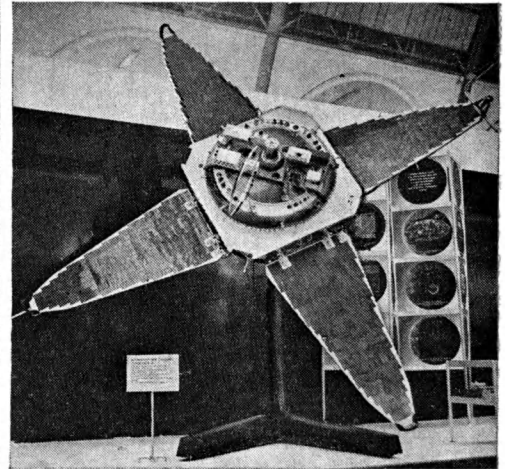
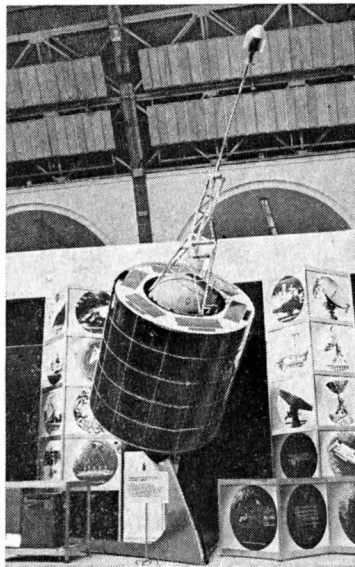
«Венера-10», которая вместе со станцией «Венера-9» выполнила принципиально новые комплексные исследования Венеры.

Рядом расположена автоматическая станция «Марс-3», спускаемый аппарат которой в 1971 году впервые совершил мягкую посадку на поверхность Марса, а станция стала искусственным спутником планеты.

С каждым годом исследования космического пространства приобретают все более интернациональный характер. Об этом рассказывает следующий раздел выставки. В нем демонстрируются спутники серии «Интеркосмос», геофизическая ракета «Вертикаль», которые запускаются в Советском Союзе в соответствии с программой «Интеркосмос». Привлекает внимание спутник «Ореол», с помощью которого проводился советско-французский эксперимент по изучению природы полярных сияний. Дополняют экспозицию фотоматериалы, отражающие результаты совместных научных исследований советских ученых с учеными стран социалистического содружества, Франции, Индии, США и Швеции.

Третий, последний, зал павильона, знакомит с наиболее крупными достижениями отечественной космонавтики в области пилотируемых полетов, осуществленных на космических кораблях «Восток», «Восход», «Союз» и орбитальных научных станциях «Салют»; рассказывает об основных элементах конструкции космических средств и полученных научно-технических результатах. Открывает экспозицию легендарный космический корабль «Восток», на котором в 1961 году совершил первый в мире полет в космос Ю. А. Гагарин.

В центре зала находится один из наиболее интересных и впечатляющих экспонатов выставки — орби-



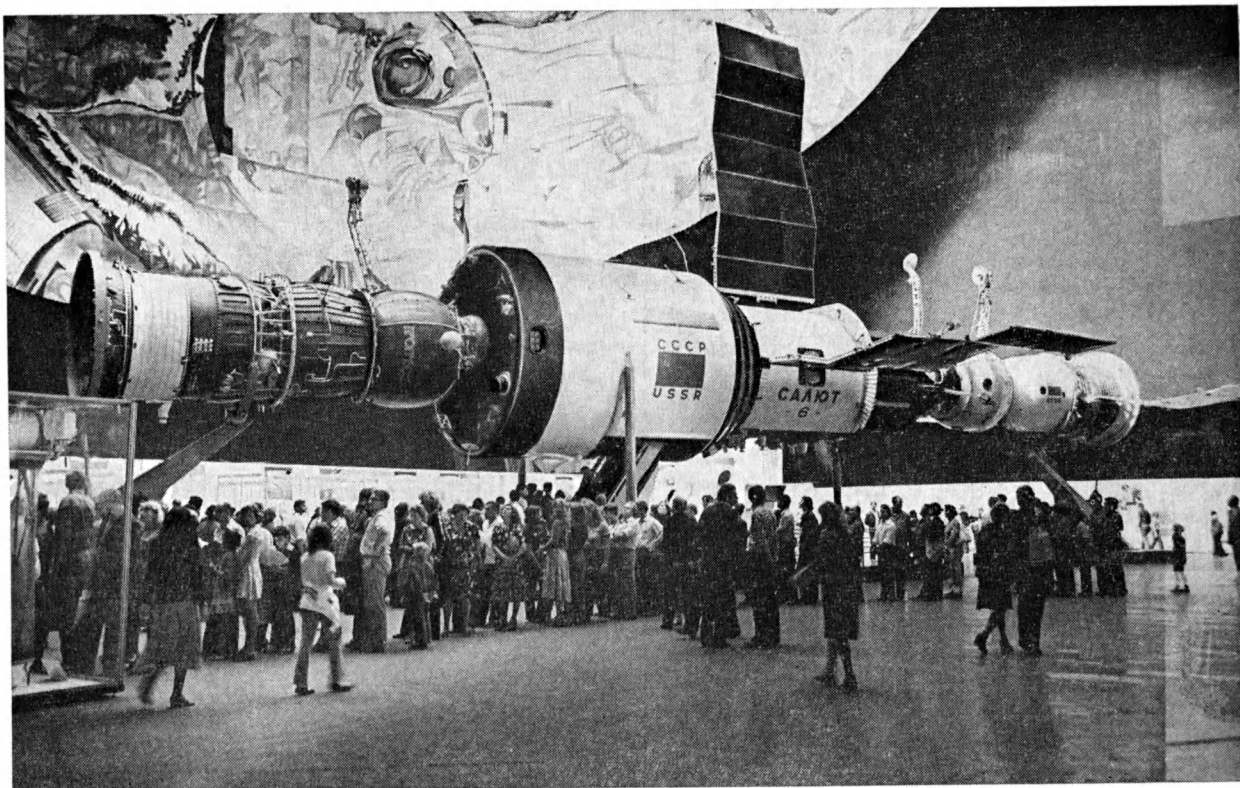
*Посетители павильона «Космос»  
«осваивают» велоэргометр и  
«бегущую» дорожку*

тальный научно-исследовательский комплекс «Салют-6» — «Союз» — «Прогресс».

Впервые в мировой практике на борту станций «Салют» появился своего рода «министадион»: «бегущая

дорожка и велоэргометр. С ними, а также с применяющейся на станции «Салют-6» душевой установкой, можно познакомиться в павильоне «Космос».

Привлекает внимание специальная экспозиция, в которой представлены результаты фотографирования земной поверхности с борта орбитальных станций «Салют». Полученные снимки наглядно свидетельствуют о высокой эффективности космического



*Орбитальный научно-исследовательский комплекс «Салют-6» — «Союз» — «Прогресс»*

фотографирования для решения научных и народнохозяйственных задач. Заключительный раздел выставки

рассказывает об отборе, тренировках и подготовке космонавтов к полету. Космонавты много времени проводят в комплексном тренажере — точной копии того корабля, на котором будет совершен полет. На нем космонавты отрабатывают все этапы предстоящего полета. Такой тренажер представлен в экспозиции павильона.

Выставка «Ученые Академии наук СССР — от съезда к съезду» — яркое свидетельство неустанной заботы Коммунистической партии и Советского правительства о непрерывном развитии науки, техники, культуры, о благе советского народа.

Фото В. Машатина

## **К ПРЕДСТОЯЩЕМУ ЗАТМЕНИЮ**

31 июля 1981 года в восточной части Черного моря, в 150 км от Сухуми, взойдет необычное Солнце. Его восход почти совпадает с наибольшей фазой полного затмения. Там, в точке с координатами 42°02' с. ш. и 39°46' в. д., в 5 часов 17,7 минут по московскому времени тень Луны коснется Земли и помчится по земной поверхности. Пол-

ное затмение будет продолжаться в Советском Союзе в течение двух часов, продвигаясь вдоль полосы протяженностью 8250 км. Эта узкая полоса, где только и можно будет наблюдать полное затмение, простирается от побережья Грузии через Северный Кавказ, Казахстан и Южную Сибирь до восточных границ Советского Союза. К северу и югу от полосы полного затмения на большей территории нашей страны (кроме ее самых западных районов) будет видно частное затмение.

Предстоящее затмение уникально: в нынешнем веке уже не будет столь благоприятных условий для наблю-

дения затмения с территории Советского Союза. Этому затмению посвящена книга «Солнечное затмение 31 июля 1981 года и его наблюдение» (Наука, 1980). Она написана авторским коллективом (Бронштейн В. А., Дагаев М. М., Кононович Э. В., Румянцева Л. И.) и выпущена под редакцией академика А. А. Михайлова. В книге подробно описаны обстоятельства затмения для различных пунктов нашей страны и рассказывается о тех наблюдениях, которые могут выполняться во время затмения любители астрономии.



Член-корреспондент АН СССР  
КАПИЦА А. П.

## Космический эксперимент «Радуга»

В 1980 году издательство «Наука» выпустило книгу «Союз-22» исследует Землю». Это совместное издание Академии наук СССР и Академии наук ГДР посвящено эксперименту «Радуга». По программе сотрудничества «Интеркосмос» ученые, инженеры и техники обеих стран подготовили и осуществили многозональную фотосъемку поверхности Земли при полете космического корабля «Союз-22» с 15 по 23 сентября 1976 года. Командир корабля — дважды Герой Советского Союза В. Ф. Быковский, бортинженер — дважды Герой Советского Союза В. В. Аксенов (Земля и Вселенная, 1977, № 2, с. 10—15.—Ред.).

Книга написана большим коллективом авторов из СССР и ГДР, один перечень которых занимает почти страницу. Ответственные редакторы — академики Р. З. Сагдеев (СССР) и Х. Штиллер (ГДР).

Эксперимент «Радуга» был чрезвычайно сложным научно-техническим экспериментом, в процессе которого пришлось сконструировать принципиально новую аппаратуру для съемки Земли и дешифрирования полученных снимков, оборудовать космический корабль, подготовить экипаж, обеспечить полет, обработать и интерпретировать результаты.

В книге «Союз-22» исследует Землю» показано, как шаг за шагом проводились эти работы. Сначала — научно-методическое обоснование эксперимента, выборы параметров аппаратуры, зон спектральной чувствительности будущей многозональной фотокамеры МКФ-6. Затем определили круг задач в изучении природ-



ных ресурсов Земли, которые можно выполнить, используя эту аппаратуру. Подготовительная работа опиралась на опыт аэро- и космического фотографирования, накопленный к этому времени.

Большой интерес представляет глава, рассказывающая о космическом корабле «Союз-22», установке на нем съемочной камеры, системе пилотирования корабля при фотографировании.

Важное место занимает описание многозональной фотоаппаратуры, которая включает многозональный космический фотоаппарат МКФ-6 и многозональный синтезирующий проектор МСП-4. Эту аппаратуру разработали совместно ученые и специалисты Советского Союза и Германской Демократической Республики, а изготовили ее в ГДР на народном предприятии «Карл Цейсс Йена».

В книге детально освещены подготовка фотоаппаратуры, выбор баллистических характеристик и управление полетом, осуществление программы полета и основные результаты, полученные при съемке с борта «Союза-22». Рассказ о химико-фотографической обработке пленки для получения цветных изображений дополнен описанием машинных методов обработки многозональной фотоинформации.

Многих специалистов привлекут результаты тематического дешифрирования съемок территории СССР и ГДР — опыты геолого-геоморфологического исследования, изучение растительности диких и культурных ландшафтов, примеры экономико-географического районирования и ряд других исследований.

В монографии приведены официальные документы, связанные с осуществлением эксперимента «Радуга», хроникальные материалы полета космического корабля «Союз-22», стенограммы радиопереговоров экипажа корабля с Центром управления полетом, записи в боржурнале и дневник полета.

Книга превосходно иллюстрирована и издана. Великолепные цветные фотографии, выполненные с помощью МКФ-6, украшают ее. Многочисленные схемы и графики очень хорошо дополняют основной текст и делают книгу интересной и для неспециалиста. Ее с удовольствием прочтут ученые самого различного профиля — как специалисты, так и неспециалисты в области изучения Земли из космоса.

Несмотря на обилие авторов, редакционной коллегии удалось добиться однородного изложения материала и его общедоступности. И хотя выход книги несколько затянулся, мне хочется поздравить коллектив авторов с большой удачей. Отметим заслуги издательства «Наука» и его 2-й типографии в превосходном оформлении и издании книги.

Я думаю, что эта книга, изданная на высоком научном и полиграфическом уровне, положит начало серии монографий, посвященных крупным успехам советской науки — таким, как эксперимент «Радуга».

ТАБЛИЦЫ, ПОКАЗЫВАЮЩИЕ ДОСТИЖЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КОСМОНАВТИКИ В ПЕРИОД МЕЖДУ XXV И XXVI СЪЕЗДАМИ КПСС

I. ИСКУССТВЕННЫЕ СПУТНИКИ ЗЕМЛИ

№ п/п	Наименование	Назначение	Число спутников за период I.I.1976—31.VIII.1980	Общее число
1	2	3	4	5
1.	«Космос»	Исследование Земли, околоземного и дальнего космоса, медико-биологические и научно-технические эксперименты, отработка конструкторских и перспективной космической техники	422 «Космос-787» — «Космос-1208»	1208
2.	«Метеор»	Получение оперативной глобальной информации о состоянии атмосферы, облачности и земной поверхности для анализа текущих атмосферных процессов, составления прогнозов погоды, изучения и охраны окружающей среды, проведения научных исследований	11 В том числе: «Метеор» — 7 «Метеор-2» — 4	35 В том числе: «Метеор» — 30 «Метеор-2» — 5
3.	«Молния»	Обеспечение передачи на большие расстояния телевизионного изображения, телефонной, телеграфной и фототелевизионной информации, программ радиовещания. Спутники «Молния» выводятся на высокоапогейные эллиптические орбиты	27 В том числе: «Молния-1» — 16 «Молния-2» — 2 «Молния-3» — 9	78 В том числе: «Молния-1» — 47 «Молния-2» — 17 «Молния-3» — 13 «Молния-1С» — 1 <sup>1</sup>
4.	«Радуга»	Обеспечение передачи на большие расстояния телевизионного изображения, телефонной, телеграфной и фототелевизионной информации, программ радиовещания. Спутники выводятся на геостационарные орбиты	5	6
5.	«Горизонт»	Обеспечение передачи на большие расстояния телевизионного изображения, телефонной, телеграфной и фототелевизионной информации, программ радиовещания. Спутники выводятся на геостационарные орбиты	4	4
6.	«Экран»	Обеспечение передачи черно-белых и цветных программ Центрального телевидения в районы Сибири и Крайнего Севера. Спутники выводятся на геостационарные орбиты	5	5
7.	«Радио-1, -2» <sup>2</sup>	Обеспечение радиоловительской связи, проведения студентами вузов научно-технических экспериментов и учебных работ	2	2
8.	«Прогноз»	Исследование процессов солнечной активности и их влияния на параметры межпланетной среды и магнитосферы Земли	3	7
9.	«Интеркосмос»	Исследование Земли и космического пространства, проведение медико-биологических и научно-технических экспериментов в рамках международной программы сотрудничества «Интеркосмос»	6	20
10.	«Снег-3»	Французский спутник, запущенный советской ракетой-носителем для проведения исследований в области рентгеновской и гамма-астрономии, регистрации ультрафиолетового излучения Солнца	1	1
11.	«Магион» <sup>3</sup>	Чехословацкий спутник, предназначенный для проведения совместно с «Интеркосмосом-18» исследований пространственной структуры низкочастотных полей в околоземном космосе	1	1
12.	«Бхаскара»	Индийский спутник, запущенный советской ракетой-носителем для изучения природных ресурсов с помощью аппаратуры дистанционного зондирования	1	1

<sup>1</sup> 29.VII.1974 в качестве эксперимента спутник «Молния-1С» был выведен на геостационарную орбиту.

<sup>2</sup> Спутники «Радио-1, -2» выведены на орбиту одной ракетой-носителем вместе со спутником «Космос-1045».

<sup>3</sup> Спутник «Магион» выведен на орбиту одновременно со спутником «Интеркосмос-18».

**II. ПИЛОТИРУЕМЫЕ ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ОРБИТАЛЬНЫЕ СТАНЦИИ (С 1.1.1976 ПО 26. XI. 1980)**

№№ п/п	Наименование, даты запуска и прекращения существования	Основные экипажи и экипажи посещения	Дата доставки экипажа на станцию, транспортный корабль	Дата эвакуации экипажа, транспортный корабль	Общее время работы на орбитальной станции	Транспортные грузовые и беспилотные корабли, даты стыковки и расстыковки
1	2	3	4	5	6	7
1.	«Салют-5» 22.VI.1976– 8.VIII.1977	Первый основной экипаж: Б. В. Волюнов, В. М. Жолобов Второй основной экипаж: В. В. Горбатко, Ю. Н. Глазков	7.VII.1976 «Союз-21» 8.II.1977 «Союз-24»	24.VIII.1976 «Союз-21» 25.II.1977 «Союз-24»	48 сут  17 сут	
2.	«Салют-6» 29.IX.1977	Первый основной экипаж <sup>1</sup> : Ю. В. Романенко, Г. М. Гречко Экипаж посещения: В. А. Джанибеков, О. Г. Макаров Международный экипаж посещения: А. А. Губарев (СССР) В. Ремек (ЧССР)	11.XII.1977 «Союз-26» 11.I.1978 «Союз-27» 3.III.1978 «Союз-28»	16.III.1978 «Союз-27» 16.I.1978 «Союз-26» 10.III.1978 «Союз-28»	95 сут 4 час 4 сут 18 час 6 сут 17 час	«Прогресс-1» 22.I.1978– 6.II.1978
		Второй основной экипаж: В. В. Коваленок, А. С. Иванченко	17.VI.1978 «Союз-29»	2.XI.1978 «Союз-31»	138 сут 10 час	«Прогресс-2» 9.VII.1978– 2.VIII.1978
		Международный экипаж посещения: П. И. Климук (СССР) М. Гермашевский (ПНР)	28.VI.1978 «Союз-30»	5.VII.1978 «Союз-30»	6 сут 17 час	«Прогресс-3» 10.VIII.1978– 21.VIII.1978
		Международный экипаж посещения: В. Ф. Быковский (СССР) З. Йен (ГДР)	27.VIII.1978 «Союз-31»	3.IX.1978 «Союз-29»	6 сут 16 час	«Прогресс-4» 6.X.1978– 24.X.1978
		Третий основной экипаж: В. А. Ляхов, В. В. Рюмин	26.II.1979 «Союз-32»	19.VIII.1979 «Союз-34» <sup>3</sup>	173 сут 20 час	«Прогресс-5» 14.III.1979– 4.VI.1979
		Международный экипаж посещения <sup>2</sup> : Н. Н. Рукавишников (СССР) Г. Иванов (НРБ)	«Союз-33»			«Прогресс-6» 15.V.1979– 8.VI.1979
		Четвертый основной экипаж: Л. И. Попов, В. В. Рюмин	10.IV.1980 «Союз-35»	11.X.1980 «Союз-37»	183 сут 15 час	«Прогресс-7» 30.VI.1979– 18.VII.1979 «Союз Т» <sup>4</sup> 19.XII.1979– 24.III.1980
		Международный экипаж посещения: В. Н. Кубасов (СССР) Б. Фаркаш (ВНР)	27.V.1980 «Союз-36»	3.VI.1980 «Союз-35»	6 сут 16 час	«Прогресс-8» 29.III.1980– 25.IV.1980
		Экипаж посещения: Ю. В. Малышев, В. В. Аксенов	6.VI.1980 «Союз Т-2»	9.VI.1980 «Союз Т-2»	2 сут 17 час	«Прогресс-9» 30.IV.1980– 20.V.1980
		Международный экипаж посещения: В. В. Горбатко (СССР) Фам Туап (СРВ)	24.VII.1980 «Союз-37»	31.VII.1980 «Союз-36»	6 сут 16 час	«Прогресс-10» 1.VII.1980– 18.VII.1980
		Международный экипаж посещения: Ю. В. Романенко (СССР) Арпальдо Тамайо Мендес (Куба)	19.IX.1980 «Союз-38»	26.IX.1980 «Союз-38»	6 сут 16 час	«Прогресс-11» стыковка 30.IX.1980

<sup>1</sup> 9.X.1977 к станции «Салют-6» стартовал корабль «Союз-25». Экипаж: В. В. Коваленок, В. В. Рюмин. Из-за нарушения режима причаливания стыковка была отменена. «Союз-25» произвел посадку 11.X.1977.

<sup>2</sup> Стыковка со станцией «Салют-6» не состоялась из-за нарушения в работе двигательной установки корабля «Союз-33». «Союз-33» произвел посадку 12.IV.1979.

<sup>3</sup> Корабль «Союз-34» стартовал без экипажа 6.VI.1979, 8.VI.1979 состыкован со станцией.

<sup>4</sup> Корабль «Союз Т» стартовал 16.XII.1979, 19.XII.1979 — стыковка со станцией, 24.III.1980 — расстыковка, 26.III.1980 — посадка на Землю. Полет проводился в беспилотном варианте.

III. АВТОМАТИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛУНЫ И ПЛАНЕТ (С 1.I.1976 ПО 31.VIII.1980)

№№ п/п	Наименование аппарата, основные этапы полета	Цели запуска	Основные результаты экспериментов
1.	«Луна-24» <sup>1</sup> 9.VIII.1976 – старт с Земли 18.VIII.1976 – посадка на Луну 19.VIII.1976 – старт с Луны 22.VIII.1976 – посадка на Землю	Проведение глубинного бурения поверхности Луны, доставка образцов пород на Землю	Проведено бурение в юго-восточном районе Моря Кризисов. Буровая штанга достигла глубины 225 см. На Землю доставлен образец грунта массой 170 г. Длина колонки 160 см. Полученный образец завершает серию проб геологического разреза: Море Кризисов («Луна-24») – его древнее материковое обрамление («Луна-20») – Море Изобилия («Луна-16»)
2.	«Венера-11» <sup>2</sup> 9.IX.1978 – старт с Земли 25.XII.1978 – мягкая посадка спускаемого аппарата на планету	Проведение тонкого химического анализа состава атмосферы, изучение ее теплового баланса, исследование облачного слоя планеты, ультрафиолетового излучения верхней атмосферы, солнечного ветра	Зарегистрировано наличие в атмосфере, наряду с основными компонентами (углекислым газом и азотом), малых составляющих: водяного пара, хлора, серы, угарного газа, кислорода, неона, аргона, криптона и др. Получены данные о спектральных характеристиках дневного неба, угловом распределении яркости солнечного излучения. Обнаружено низкочастотное радиозлучение, связанное, по-видимому, с грозовой активностью атмосферы
3.	«Венера-12» 14.IX.1978 – старт с Земли 21.XII.1978 – мягкая посадка спускаемого аппарата на планету		

<sup>1</sup> К 31.VIII.1980 запущены 24 автоматические станции серии «Луна».  
<sup>2</sup> К 31.VIII.1980 запущены 12 станций серии «Венера».

**НОВЫЕ КНИГИ**

**НОВОЕ ИЗДАНИЕ КНИГИ  
Н. С. ШКЛОВСКОГО**

Вышло в свет 5-е переработанное и дополненное издание книги члена-корреспондента АН СССР И. С. Шкловского «Вселенная, жизнь, разум» (Наука, 1980). Первое издание этой широко известной книги было выпущено в 1962 году и приурочено к пятилетию запуска первого советского искусственного спутника Земли.

В предисловии автор отмечает, что комплексная проблема множественности обитаемых миров оказалась значительно более сложной, чем это казалось прежде: «от эпохи «подросткового оптимизма», недавно носившего тотальный характер... исследователи приступают к более зрелому анализу...». И про-

должает: «чем больше мы углубляемся в ее понимание, тем яснее становится, что разумная жизнь во Вселенной — феномен необыкновенно редкий, а может быть, уникальный. Тем большая ответственность ложится на человечество, чтобы эта искра сознания благодаря его неразумным действиям не погасла, а разгорелась бы в яркий костер, наблюдаемый даже с далеких окраин нашей Галактики».

«Введение» к книге представляет собой краткий очерк истории развития взглядов на множественность обитаемых миров.

Первая часть книги («Астрономический аспект проблемы») посвящена обзору современных данных астрофизики, внегалактической астрономии, космогонии и космологии.

Вторая часть книги («Жизнь во Вселенной») содержит анализ условий, необходимых для возникновения жизни на планетах Солнечной системы.

Третья часть книги («Разумная жизнь во Вселенной») знакомит читателей с вопросами, связанными с возможностью тех или иных про-

явлений разумной жизни во Вселенной, с проблемой контактов между цивилизациями, с представлениями о темпах развития и космическом характере деятельности цивилизаций. Последний параграф этой главы и всей книги («Где вы, братья по разуму») автор заканчивает выводом «о нашем одиночестве во Вселенной (если не абсолютном, то практическом)» и еще раз подчеркивает морально-этическое значение этого вывода: «Знание того, что мы есть как бы «авангард» материи если не всей, то огромной части Вселенной, должно быть могучим стимулом для деятельности каждого индивидуума и всего человечества... Предельно ясной становится недопустимость атактистических социальных инструментов, бессмысленных и варварских войн, самоубийственного разрушения окружающей среды».



ОТВЕТЫ  
НА ВОПРОСЫ  
ЧИТАТЕЛЕЙ

**Читатель Л. В. Григорьев (Днепропетровск) просит сообщить, какие кометы были открыты советскими астрономами. На этот вопрос отвечает кандидат физико-математических наук В. А. БРОНШТЭН.**

Астрономы и любители астрономии нашей страны обнаружили около 20 комет. Первые из этих открытий были сделаны еще в дореволюционные годы. Так, 28 сентября 1911 года астроном Симеизской обсерватории (впоследствии член-корреспондент АН СССР и директор Пулковской обсерватории) С. И. Белявский открыл яркую комету, видимую невооруженным глазом. Она получила обозначение 1911 IV<sup>1</sup>. Орбита кометы близка к параболе, поэтому после периода ее видимости в 1911—1912 годах она больше не наблюдалась.

3 сентября 1913 года другой астроном Симеизской обсерватории (в последующие годы — ее директор, а затем — директор Пулковской обсерватории) Г. Н. Неуймин открыл короткопериодическую комету из семейства Сатурна, ее период обращения вокруг Солнца был определен в 17,77 года. Поскольку Г. Н. Неуймин обнаружил несколько периодических комет, ее принято называть кометой Неуймина I (1913 III). В дальнейшем она наблюдалась в 1931, 1948 и 1966 годах.

Свою вторую комету Г. Н. Неуймин открыл 24 июня 1914 года. Но эта

<sup>1</sup> Обозначение кометы состоит из года ее прохождения через перигелий и римской цифры, соответствующей порядку прохождения через перигелий в данном году. Этот год может не совпадать с годом открытия кометы.

комета (1914 III) имела почти параболическую орбиту и после декабря 1914 года уже не наблюдалась.

Месяцем раньше любитель астрономии В. М. Златинский, проживавший в Митаве (ныне Елгава Латвийской ССР), заметил на небе яркую комету. Она быстро приближалась к Солнцу и 5 июня (спустя три недели после открытия) исчезла в его лучах. Больше эту комету (1914 I) не видели.

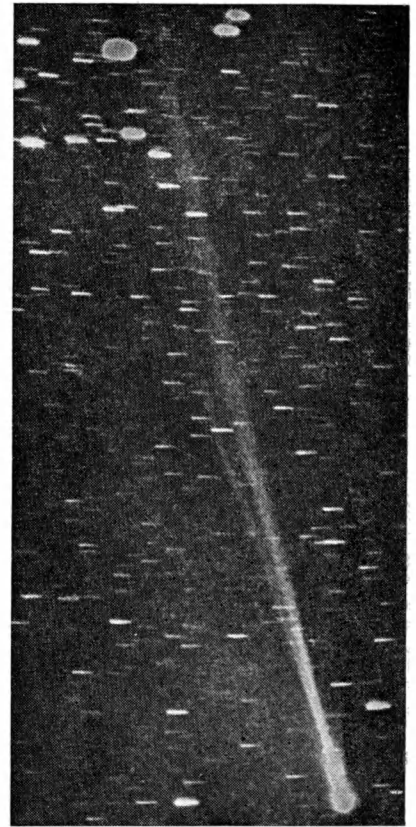
24 февраля 1916 года Г. Н. Неуймин открыл комету, которую называют комета Неуймина II (1916 II). Она относится к группе короткопериодических комет семейства Юпитера и имеет период обращения 5,43 года. После двух оборотов Г. Н. Неуймин снова обнаружил ее 5 ноября 1926 года. Комету наблюдали до марта 1927 года, затем ее потеряли. В последующие возвращения ее обнаружить не удалось, хотя надежда найти ее еще не утрачена.

24 апреля 1921 года астроном Казанской обсерватории А. Д. Дубяго открыл слабую комету с квазипараболической орбитой. 14 октября 1923 года он обнаружил другую комету (независимо за три дня до Дубяго ее заметил испанский врач П. Бернард). Эти кометы получили обозначения 1921 I и 1923 III.

22 марта 1925 года новая комета была открыта в Симеизе астрономом Г. А. Шайном (впоследствии академик и директор Крымской астрофизической обсерватории АН СССР). Независимо от него комету обнаружил следующей ночью испанский астроном Х. Комас-Сола. Комета (1925 VI) наблюдалась до марта 1927 года, после чего она удалась по сильно вытянутой орбите.

2 августа 1929 года Г. Н. Неуймин открыл свою третью периодическую комету — комету Неуймина III (1929 III). Вычисления показали, что период ее обращения вокруг Солнца составляет 10,9 года. Через два обращения комету вновь наблюдали в 1951 году, а затем, опять через два оборота, в 1972 году.

17 июля 1936 года астроном Ташкентской обсерватории С. М. Козик открыл комету 1936 III. В ту же ночь ее обнаружили астроном С. Кахо в



*Комета Юрлова—Азмагова—Хасселя 1939 III. Фотография И. М. Ищенко (Ташкентская астрономическая обсерватория)*

Японии и Лис в Чехословакии. Комета наблюдалась до ноября 1936 года, орбита ее близка к параболе.

Через два месяца, 20 сентября 1936 года, Г. Н. Неуймин обнаружил еще одну комету, оказавшуюся короткопериодической (период 8,4 года). Она получила название комета Джексона — Неуймина (1936 IV), так как за сутки до Неуймина ее независимо открыл астроном Иоганнесбургской обсерватории К. Джексон. 3 трех следующих возвращениях к Солнцу комета не наблюдалась и была замечена лишь в 1970 году, а затем в 1978 году.

17 января 1939 года С. М. Козик в Ташкенте и Л. Пельтье в Дельфосе (США) открыли комету 1939 I, получившую наименование комета Ко-



зика — Пельтье. Она была видна невооруженным глазом, но быстро ослабела и после 21 апреля 1939 года не наблюдалась.

Через три месяца, 15 апреля 1939 года, два советских любителя астрономии С. Н. Юрлов (г. Воткинск, Удмуртская АССР) и П. А. Ахмаров (с. Балезино, Удмуртская АССР) заметили яркую комету с хвостом. Сутками позже ее наблюдали А. Хассель (Норвегия), Дж. Смит (Канада) и Л. Д. Поруб (с. Макариха, УССР). Комета Юрлова — Ахмарова — Хасселя<sup>2</sup> (1939 III) наблюдалась до 23 мая 1939 года, а затем ушла по сильно вытянутой орбите.

Спустя месяц после начала Великой Отечественной войны, 25 июля 1941 года, Г. Н. Неуймин обнаружил еще одну комету. На этот раз советского астронома опередил на неделю Дютуа из Блумфонтейна (Южно-Африканский Союз). Через месяц комету независимо наблюдал бельгийский астроном Э. Дельпорт в Уккле. Учитывая военную обстановку и затрудненность связи, комете дали имена всех трех открывателей. Комета Дютуа — Неуймина — Дельпорта — периодическая, ее период обращения 5,5 года. Но в четырех следующих возвращениях комету (1941 VII) наблюдать не удалось и лишь в 1970 году она была вновь найдена. Комета оказалась в 10 000 раз слабее, чем при открытии в 1941 году.

Комету 1943 I обнаружил астроном Абастуманской астрофизической обсерватории АН ГрузССР Г. А. Тевзадзе 18 декабря 1942 года, но из-за условий военного времени советским астрономам не было известно, что за десять дней до этого комету открыл американский астроном Ф. Уиппл, а через три дня — К. Федтке в Кенигсберге. Долго в советской литературе ее именовали кометой Тевзадзе, пока не установилось окончательное название комета Уиппла — Федтке — Тевзадзе. Она наблюдалась до августа 1943 года.

18 сентября 1949 года П. Ф. Шайн открыла по пластинкам Симеизской

<sup>2</sup> Имена наблюдателей располагаются в порядке открытия кометы, причем присваивается, как правило, не более трех имен.



*Комета Уиппла—Федтке—Тевзадзе 1943 I. Фотография К. Гофмейстера (Зоннебергская обсерватория)*

обсерватории комету 13-й величины с небольшим хвостом. Через два дня ее независимо обнаружил П. Шальдах (США). Комета получила наименование комета Шайн — Шальдаха (1949 VI). Она оказалась периодической (период 7,3 года), но вновь ее наблюдали только в 1971 году (два

обращения были пропущены), а затем в 1978 году.

В ночь с 13 на 14 июля 1955 года астроном Душанбинской обсерватории А. М. Бахарев в биноклярную трубу заметил комету 8-й величины. Спустя 13 часов ее обнаружили американские любители астрономии Л. Макфарлан и К. Кринке, поэтому комету назвали кометой Бахарева — Макфарлана — Кринке (1955 IV). Она наблюдалась до декабря 1955 года.

16 октября 1957 года астроном

И. Н. Латышев в Ашхабаде открыл в бинокль комету 7-й величины. Через двое суток ее обнаружили П. Вильд в Берне (Швейцария) и Р. Бернем — астроном-любитель из Аризоны (США). Комета Латышева — Вильда — Бернема (1957 IX) наблюдалась недолго — до конца октября 1957 года — и вскоре исчезла в лучах Солнца.

Затем наступил 12-летний перерыв в открытиях комет советскими астрономами, и лишь 23 октября 1969 года сотрудник кафедры астрономии Киевского университета К. И. Чурюмов обнаружил комету на снимке, полученном С. И. Герасименко. Комета Чурюмова — Герасименко имеет обозначение 1969 IV. Она оказалась короткопериодической, с периодом 6,6 года (Земля и Вселенная, 1970, № 4, с. 36—39. — Ред.). Комету вновь наблюдали в 1975 году.

1—2 апреля 1975 года астрономы Крымской астрофизической обсерватории АН СССР Т. М. Смирнова и Н. С. Черных обнаружили еще одну короткопериодическую комету (период 8,5 года). Она получила обозначение 1975 VII и наименование комета Смирновой — Черных (Земля и Вселенная, 1976, № 6, с. 19—23. — Ред.).

В том же 1975 году советские любители астрономии С. Жительзейф, В. Якутович, К. Чернис и другие неза-

висимо обнаружили комету Кобаяси — Бергера — Милона (1975 IX) на 10—11 суток позже ее первооткрывателей (Земля и Вселенная, 1976, № 3, с. 4—49. — Ред.).

19 августа 1977 года Н. С. Черных открыл свою вторую комету (1978 IV), также оказавшуюся периодической из семейства Сатурна (период обращения 15,9 года). Спустя две недели любитель астрономии К. Чернис обнаружил комету 1977 XIV лишь на сутки позже М. Колер (США).

И наконец, 31 июля 1980 года К. Чернис — теперь уже студент-астрофизик Вильнюсского университета вместе со своим коллегой Й. Пятраускасом на строящейся на горе Майданак базе Института физики АН ЛитССР открыли комету 9-й звездной величины. Открытие было подтверждено швейцарским астрономом П. Вилдом. Комета Черниса — Пятраускаса получила предварительное обозначение 1980 k. Перигелий она прошла за месяц до открытия — 22 июня 1980 года на расстоянии 0,5 а. е. от Солнца. Орбита кометы близка к параболе.

Будем надеяться, что в ближайшие годы советские астрономы и любители астрономии откроют еще немало комет, исследование которых приблизит нас к пониманию происхождения Солнечной системы, а также разнообразных проявлений солнечной активности.

# 1 ЯНВАРЬ ФЕВРАЛЬ 1981 И ЗЕМЛЯ ВСЕЛЕННАЯ

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

Редакционная коллегия:

Главный редактор  
доктор физико-математических наук  
МАРТЫНОВ Д. Я.  
Зам. главного редактора  
член-корреспондент АН СССР  
БУЛАНЖЕ Ю. Д.  
Зам. главного редактора  
кандидат педагогических наук  
ЛЕВИТАН Е. П.  
Член-корреспондент АН СССР  
АВСЮК Г. А.  
Доктор географических наук  
АКСЕНОВ А. А.  
Кандидат физико-математических наук  
БРОНШТЭН В. А.  
Доктор юридических наук  
ВЕРЕЩЕТИН В. С.  
Кандидат технических наук  
ГЛАЗКОВ Ю. Н.  
Доктор технических наук  
ИЗОТОВ А. А.  
Доктор физико-математических наук  
КОВАЛЬ И. К.  
Член-корреспондент АН СССР  
КОРТ В. Г.  
Доктор физико-математических наук  
ЛЕВИН Б. Ю.  
Кандидат физико-математических наук  
ЛЕЙКИН Г. А.  
Академик  
МИХАЙЛОВ А. А.  
Доктор физико-математических наук  
НАРИМАНОВ Г. С.  
Доктор физико-математических наук  
НОВИКОВ И. Д.  
Доктор физико-математических наук  
ОГОРОДНИКОВ К. Ф.  
Доктор физико-математических наук  
ПЕТРОВА Г. Н.  
Доктор географических наук  
ПЕТРОСЯНЦ М. А.  
Доктор геолого-минералогических наук  
ПЕТРУШЕВСКИЙ Б. А.  
Доктор физико-математических наук  
РАДЗИЕВСКИЙ В. В.  
Доктор физико-математических наук  
РЯБОВ Ю. А.  
Доктор физико-математических наук  
ТОВМАСЯН Г. М.  
Доктор технических наук  
ФЕОКТИСТОВ К. П.

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

Художественный редактор: Ш и м к и н а Л. Я.

Корректоры: В о л о д и н а В. А., М о р о з о в а Т. Н.

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

Сдано в набор 26.09.1980. Подписано в печать 10.12.1980. Т-21140. Формат бум. 84×108<sup>1/16</sup>. Высокая печать. Усл.-печ. л. 8,4. Уч.-изд. л. 11,0. Бум. л. 2,5. Тираж 50.000 экз. Заказ 3519. Цена 50 коп.

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

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

## Экипаж «Союза Т-3»

В соответствии с программой исследования космического пространства 27 ноября 1980 года в 17 часов 18 минут московского времени в Советском Союзе был запущен трехместный космический корабль «Союз Т-3». Цель запуска — дальнейшая отработка бортовых систем и конструкции усовершенствованного корабля серии «Союз Т» в различных режимах автономного полета и в ходе совместных работ с орбитальным комплексом «Салют-6» — «Прогресс-11». Как известно, ранее успешно осуществлены полеты кораблей «Союз Т» и «Союз Т-2» (Земля и Вселенная, 1980, № 4, 3-я стр. обложки; № 5, с. 3—7.— Ред.).

Космический корабль «Союз Т-3» пилотирует экипаж: командир — Кизим Леонид Денисович, бортинженер — дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР Макаров Олег Григорьевич и космонавт-исследователь — Стрекалов Геннадий Михайлович.

**Леонид Денисович Кизим** родился 5 августа 1941 года в городе Красный Лиман Донецкой области. В 1963 году он окончил Черниговское высшее военное авиационное училище летчиков имени Ленинского комсомола. Затем служил в Военно-Воздушных Силах. Имеет квалификацию «Военный летчик первого класса» и «Летчик-испытатель третьего класса». С 1965 года Л. Д. Кизим в отряде космонавтов. Он прошел полный курс подготовки к космическим полетам. Л. Д. Кизим — член КПСС с 1966 года. В 1975 году без отрыва от основной работы окончил Военно-воздушную академию имени Ю. А. Гагарина.

Дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР **Олег Григорьевич Макаров** родился 6 января 1933 года в селе Удомля Удомельского района Калининской области. В 1957 году окончил Московское высшее техническое училище имени Баумана. С тех пор работает в конструкторском бюро, участвовал в



Экипаж космического корабля «Союз Т-3» (справа налево): Л. Д. Кизим, О. Г. Макаров, Г. М. Стрекалов

Фото А. Пушкарёва  
(Фотохроника ТАСС)

торском бюро, где принимает участие в создании космических кораблей и орбитальных станций. О. Г. Макаров — член КПСС с 1961 года. В отряд космонавтов зачислен в 1966 году. Совершил два космических полета: первый — в сентябре 1973 года на корабле «Союз-12», второй — в январе 1978 года на корабле «Союз-27» и орбитальной станции «Салют-6».

**Геннадий Михайлович Стрекалов** родился 28 октября 1940 года в городе Мытищи Московской области. По окончании в 1965 году Московского высшего технического училища имени Баумана работал в конструкторском бюро, участвовал в

разработках новых космических аппаратов. Г. М. Стрекалов — член КПСС с 1972 года. В отряде космонавтов с 1973 года. Г. М. Стрекалов прошел полный курс подготовки к полету по программе пилотируемого корабля «Союз» и орбитальной станции «Салют».

10 декабря 1980 года в 12 часов 26 минут московского времени после успешного выполнения программы полета Л. Д. Кизим, О. Г. Макаров и Г. М. Стрекалов возвратились на Землю. Президиум Верховного Совета СССР присвоил звание **Героя Советского Союза** с вручением ордена Ленина и медали «Золотая Звезда», а также звание «Летчик-космонавт СССР» Л. Д. Кизиму и Г. М. Стрекалову. Дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР **О. Г. Макаров** награжден орденом Ленина.

По материалам сообщений ТАСС

ЦЕНА 50 КОП  
ИНДЕКС 70336



ИЗДАТЕЛЬСТВО НАУКА

