

**1 1983** **ЗЕМЛЯ**  
**И**  
**ВСЕЛЕННАЯ**

· АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА ·  
· ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ·

# Постановление Пленума Центрального Комитета КПСС

(22 ноября 1982 года)

1. Одобрить в основном проекты Государственного плана экономического и социального развития СССР и Государственного бюджета СССР на 1983 год.

Совету Министров СССР внести указанные проекты на рассмотрение Верховного Совета СССР.

2. Целиком и полностью одобрить практическую деятельность Политбюро ЦК КПСС по претворению в жизнь выработанного XXVI съездом партии курса в области внутренней и внешней политики, осуществлению задач коммунистического строительства.

Одобрить положения и выводы, изложенные в речи Генерального секретаря ЦК КПСС т. Андропова Ю. В. на Пленуме ЦК КПСС, и положить их в основу деятельности всех партийных организаций.

ЦК компартий союзных республик, крайкомам, обкомам, окружкомам, горкомам и райкомам партии, партийным организациям, советским, профсоюзным и комсомольским органам, министерствам и ведомствам развернуть организаторскую и массово-политическую работу, направленную на выполнение очередных хозяйственно-политических задач, дальнейшее укрепление экономического и оборонного могущества СССР; принять необходимые меры для успешного завершения заданий текущего года, выполнения и перевыполнения плана экономического и социального развития на 1983 год.

Отмечая особо важное значение успешного выполнения плана экономического и социального развития на 1983 год для пятилетки в целом, Пленум ЦК обращает внимание партийных, советских, хозяйственных и других организаций, трудовых коллективов на необходимость направить все усилия на реализацию важнейшей задачи, выдвинутой XXVI съездом партии,— усиление интенсификации общественного производства и повышение эффективности народного хозяйства. В максимальной степени использовать имеющиеся возможности для улучшения хозяйственной деятельности, ускорения научно-технического прогресса, роста производительности труда во всех звеньях народного хозяйства, увеличения выпуска и повышения качества продукции. Обратит особое внимание на значительное улучшение капитального строительства во всех отрас-

лях народного хозяйства, осуществить соответствующие мероприятия по соблюдению норм расхода топлива, сырья, металла и других материалов, финансовых и трудовых ресурсов. Считать важнейшей задачей всемерное повышение уровня работы по дальнейшему улучшению планирования и управления экономикой, совершенствованию стиля и методов хозяйствования.

Первостепенное внимание должно быть уделено выполнению решений майского [1982 г.] Пленума ЦК КПСС, реализации Продовольственной программы СССР, планомерному развитию топливно-энергетического комплекса, дальнейшему подъему материального и культурного уровня жизни советских людей.

В связи с этим важное значение должно быть придано укреплению государственной, трудовой и исполнительской дисциплины на каждом участке производства, во всех сферах управления, повышению организованности и деловитости в работе, широкому развертыванию социалистического соревнования в промышленности, сельском хозяйстве, строительстве, на транспорте и в других отраслях народного хозяйства, более полному использованию интенсивных факторов экономического развития, имеющихся резервов, экономии всех видов ресурсов, улучшению качественных показателей, достижению наивысших конечных результатов при наименьших затратах. Настойчиво внедрять в производство достижения науки, техники и передового опыта. Обеспечить строгий контроль за выполнением принятых решений.

Повышать эффективность внешнеэкономических связей, и в первую очередь расширять и углублять сотрудничество с социалистическими странами.

3. Пленум Центрального Комитета КПСС выражает твердую уверенность в том, что рабочие, колхозники, интеллигенция, все трудящиеся нашей многонациональной социалистической Родины, тесно сплоченные вокруг Коммунистической партии, достойно встретят шестидесятилетие образования Союза ССР, ознаменуют 1983 год новыми свершениями в хозяйственном и культурном строительстве, обеспечат дальнейшее успешное продвижение страны по ленинскому пути к коммунизму.

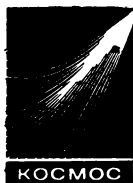
Научно-популярный  
журнал  
Академии наук СССР  
Основан в 1965 году  
Выходит 6 раз в год  
Издательство «Наука»  
Москва

1 ЯНВАРЬ  
ФЕВРАЛЬ  
1983

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

## В номере:

Матвеев Л. И.— Компактные космические объекты . . . . .	4
Николаев А. В.— Просвечивание Земли сейсмическими волнами	11
Раунер Ю. Л., Золотокрылин А. Н.— Засухи . . . . .	16
Коровяковский Ю. П.— Взаимодействующие галактики . . . . .	19
Комберг Б. В.— Радиогалактика Персей А . . . . .	27
Перминов В. Г., Федоров О. С.— Роботы на Венере . . . . .	32
Подгорный И. М.— Магнитосфера Венеры . . . . .	36
Нелепо Б. А., Коваленок В. В., Коротаев Г. К., Гришин Г. А.— Динамика океана и атмосферы по наблюдениям с «Салюта-6» . . . . .	41
<b>ЛЮДИ НАУКИ</b>	
Кули-Заде Д. М., Попов В. С.— Олег Александрович Мельников	46
<b>НАШИ ИНТЕРВЬЮ</b>	
Астрономы о своей профессии . . . . .	48
<b>ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ</b>	
Бартая Р. А.— 50 лет Абастуманской астрофизической обсерватории . . . . .	51
<b>ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ</b>	
Силкин Б. И.— Международный геофизический год . . . . .	58
<b>СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ</b>	
Ксанфомалити Л. В.— Обсуждается программа поиска планет у ближайших звезд . . . . .	64
<b>АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ</b>	
Радзиевский В. В.— Обсуждение в Горьком проблем астрономического образования . . . . .	66
<b>ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ</b>	
Колоколова Л. О., Стеклов А. Ф.— Еще одна возможность возникновения жизни на небесных телах . . . . .	69
<b>ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ</b>	
Баланов Е. И., Левитан Е. П.— Праздник юных астрономов и космонавтов . . . . .	73
<b>КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ</b>	
Виноградов О. Н.— Каталог ледников СССР . . . . .	79
<b>НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ</b>	
На орбите «Салют-7» [2]; Активность ядер спиральных галактик — новая модель [15]; Новые книги [18, 36, 68]; Несостоявшийся астероид [26]; Как московский астроном «закрыв» новую звезду [26]; Возвращение кометы Галлея [30]; Награда Родины — на знамени Абастуманской астрофизической обсерватории [57].	



## На орбите «Салют-7»

31 августа А. Н. Березовой и В. В. Лебедев изучали образование и динамику развития пыльных бурь на территории Казахстана, Северного Кавказа, Украины, Туркмении, наблюдали газоносные районы Прикаспия, занимались физическими упражнениями.

1—2 сентября космонавты исследовали природные ресурсы Земли и изучали окружающую среду.

3 сентября экипаж комплекса готовил научную аппаратуру к предстоящим работам, ухаживал за растениями, культивируемыми в «космических оранжереях», занимался физическими упражнениями на велоэргометре и комплексном тренажере.

13 мая 1982 года был запущен космический корабль «Союз Т-5», пилотируемый А. Н. Березовым и В. В. Лебедевым. За три с половиной месяца работы на орбите, которая подробно освещалась на страницах нашего журнала (Земля и Вселенная, 1982, № 4, 5, 6.—Ред.), космонавты провели разнообразные исследования. Результаты их деятельности помогут решить многие научные и народнохозяйственные задачи. А. Н. Березовой и В. В. Лебедев приняли и разгрузили два грузовых транспортных корабля «Прогресс-13» и «Прогресс-14». Выступили в роли гостеприимных хозяев, встретив на борту станции членов советско-французского экипажа В. А. Джанибекова, А. С. Иванченкова и Жан-Лу Кретьена, а также экспедицию посещения — Л. И. Попова, А. А. Сереброва и С. Е. Савицкую. Гости, полностью выполнив программу полета, благополучно возвратились на Землю, а хозяева продолжали трудиться на орбите.

4—6 сентября А. Н. Березовой и В. В. Лебедев наблюдали и фотографировали крупные кольцевые образования и разломы земной коры в Прибалхашье и на Дальнем Востоке, определяли состояние лесных массивов на Алтае, в Карпатах, Амурской области и Забайкалье, изучали ледники и наледи в горных районах страны.

7 сентября космонавты исследовали характеристики земной атмосферы.

10 сентября у А. Н. Березового и В. В. Лебедева был очередной день медицинских обследований. Изучались реакции сердечно-сосудистой системы на дозированную физическую нагрузку. В течение дня измерялись также скорости воздушных потоков на станции для оценки микроклимата в различных ее зонах.

11 сентября экипаж занимался визуальными наблюдениями, убирал помещения станции, принимал душ.

14 сентября космонавты проводили геофизические эксперименты по программе изучения природных ресурсов Земли. Они использовали, кроме фотоаппаратов МКФ-6М и КАТЭ-140, телевизионную аппаратуру «Нива». Эта аппаратура позволяет осуществлять видеозапись наблюдаемых районов и в сеансах телевизионной связи передавать оперативную информацию на Землю. В тот же день исследовалась земная атмосфера, ионосфера, оценивались параметры атмосферы, непосредственно окружающей станцию.

15—16 сентября А. Н. Березовой и В. В. Лебедев выполнили очередной цикл исследований с рентгеновским спектрометром. Цель их — обнаружение новых источников излучения галактического происхожде-

ния. По заданиям геологов космонавты наблюдали и фотографировали отдельные разломы земной поверхности на Украине, в районе Аральского моря и озера Балхаш.

17 сентября экипаж изучал атмосферу Земли, используя электронный фотометр и регистрирующую кино-фотоаппаратуру, ухаживал за растениями в космических оранжереях «Оазис» и «Светоблок», занимался физическими упражнениями на велоэргометре и бегущей дорожке.

18 сентября 1982 года в 8 ч 59 мин по московскому времени был произведен запуск автоматического грузового корабля «Прогресс-15».

20 сентября 1982 года в 10 ч 12 мин по московскому времени была осуществлена стыковка корабля «Прогресс-15» с орбитальным пилотируемым комплексом «Салют-7» — «Союз Т-7». Взаимный поиск, сближение, причаливание и стыковка космических аппаратов выполнялись по командам из Центра управления полетом и бортовой автоматикой. Причаливание и стыковку контролировали А. Н. Березовой и В. В. Лебедев. Грузовой корабль пристыкован к станции со стороны ее агрегатного отсека.

21 сентября экипаж космического комплекса разгружал корабль «Прогресс-15». Была начата подготовка объединенной двигательной установки «Салюта-7» к дозаправке топливом: откачали сжатый азот из баков горючего. В этот же день космонавты провели эксперименты на масс-спектрометрической аппаратуре «Астра-1».

22—23 сентября А. Н. Березовой и В. В. Лебедев занимались разгрузкой корабля «Прогресс-15». Кроме того, была дозаправлена горючим



объединенная двигательная установка станции.

24 сентября проводились исследования сердечно-сосудистой системы космонавтов при имитации действия гидростатического давления, создаваемого вакуумным костюмом «Чибис», оценивалась деятельность сердца, проводились биохимические исследования.

25—27 сентября экипаж комплекса устанавливал доставленные грузы на штатные места, а освободившийся отсек корабля загружал использованным оборудованием. С помощью системы «Родник» перекачана вода в емкости станции, полностью дозаправлены горючим и окислителем топливные баки объединенной двигательной установки.

28 сентября А. Н. Березовой и В. В. Лебедев проверяли функционирование отдельных агрегатов и бортовых систем станции, готовили научную аппаратуру к предстоящим исследованиям, наблюдали и фотографировали земную сушу и акваторию Мирового океана.

29 сентября космонавты вели визуальные наблюдения, фотосъемку и спектрометрирование земной поверхности.

Начали эксперименты с малогабаритным гамма-телескопом «Елена», который предназначен для измерения потоков гамма-излучения и заряженных частиц в околоземном космическом пространстве.

1 октября экипаж комплекса проводил исследования на масс-спектрометрической аппаратуре «Астра-1».

2—4 октября космонавты проверяли функционирование отдельных агрегатов и бортовых систем станции, проводили геофизические и биологические эксперименты, с помощью комплекса рентгеновской аппаратуры наблюдали Крабовидную туманность, измеряли оптические характеристики земной атмосферы, используя электронный фотометр ЭФО-1.

5 октября А. Н. Березовой и В. В. Лебедев замеряли микроускорения, действующие на борту орбитального комплекса в различных режимах его полета, занимались физическими упражнениями.

11 октября на борту комплекса

был очередным медицинский день — исследовалось состояние сердечно-сосудистой системы космонавтов.

12 октября А. Н. Березовой и В. В. Лебедев проверяли системы радиосвязи на станции, готовили научную аппаратуру к предстоящим работам, проводили технические и биологические эксперименты.

14 октября 1982 года в 16 ч 46 мин по московскому времени после завершения программы совместного полета было произведено отделение корабля «Прогресс-15» от орбитального комплекса «Салют-7» — «Союз Т-7».

16 октября в 20 ч 08 мин по московскому времени была включена двигательная установка грузового корабля. В результате торможения «Прогресс-15» перешел на траекторию спуска, вошел в плотные слои атмосферы над заданным районом акватории Тихого океана и прекратил существование.

17 октября космонавты проводили очередной цикл геофизических экспериментов.

18 октября А. Н. Березовой и В. В. Лебедев изучали межпланетную среду, галактические и внегалактические источники излучения. С помощью аппаратуры «Пирамид», разработанной во Франции (Земля и Вселенная, 1982, № 3, с. 12.— Ред.), выполнены четыре цикла фотосъемки. В качестве объектов наблюдений были выбраны созвездия Стрельца, Ориона, Тельца и Возничего.

19 октября космонавты вели визуальные наблюдения и фотографировали отдельные районы суши и моря для получения оперативной информации в интересах различных отраслей науки и народного хозяйства.

22 октября комплексное медицинское обследование включало: измерение массы тела, оценку состояния мышц, нагрузка на которые в невесомости незначительна; определение реакции сердечно-сосудистой системы космонавтов на имитацию действия гидростатического давления. Сердечная деятельность исследовалась с использованием вакуумного костюма «Чибис», в котором за счет перепада барометрического давле-

ния создается прилив крови к нижней части тела и имитируется земное притяжение. Физиологические параметры регистрировались аппаратурой «Аэлита-01» и «Реограф».

23 октября экипаж комплекса убирал помещение станции, наблюдал Землю.

25 октября космонавты испытывали навигационное оборудование.

26 октября А. Н. Березовой и В. В. Лебедев оценивали влияние атмосферы на результаты проводимых из космоса исследований, проделали очередной цикл астрофизических экспериментов, используя аппаратуру «Пирамид». Объектами наблюдений были созвездия Андромеды, Кассиопеи, Кита и Пегаса.

27—28 октября космонавты определяли оптические и спектральные характеристики атмосферы, вели фотосъемку земной поверхности.

29 октября — медицинский день. Исследовалась реакция кровообращения на дозированную физическую нагрузку, оценивалось состояние сердечно-сосудистой системы с помощью аппаратуры «Эхограф». В этот же день экипаж комплекса готовил научную аппаратуру к предстоящим работам, тренировался на велоэргометре и бегущей дорожке.

31 октября 1982 года в 14 ч 20 мин по московскому времени был произведен запуск автоматического грузового корабля «Прогресс-16».

2 ноября «Прогресс-16» состыковался с орбитальным пилотируемым комплексом «Салют-7» — «Союз Т-7». Взаимный поиск, сближение, причаливание и стыковка космических аппаратов выполнялись по команде из Центра управления полетом и с помощью бортовой автоматики. Причаливание и стыковку контролировали А. Н. Березовой и В. В. Лебедев. Грузовой корабль пристыковали со стороны агрегатного отсека станции.

3—4 ноября космонавты были заняты разгрузкой корабля «Прогресс-16», размещением и подготовкой к работе доставленного оборудования.

(Продолжение на 3-й странице обложки.)



Доктор физико-математических наук  
Л. И. МАТВЕЕНКО

## Компактные космические объекты

**Глобальный радиотелескоп позволил астрономам «рассматривать» изображения далеких квазаров и ядер радиогалактик, обнаруживать компактные области нашей Галактики, где формируются звезды и планетные системы.**

### ГЛОБАЛЬНЫЙ РАДИОТЕЛЕСКОП

Радиоинтерферометрия со сверхдлинной базой открыла перед астрономами перспективы, которые можно сравнить разве что с возможностями, предоставленными (на другом, конечно, уровне) в начале XVII века первыми оптическими инструментами. Сейчас разрешающая сила радиоинтерферометров в тысячи раз превышает разрешение лучших оптических телескопов. Наземные радиоинтерферометры со сверхдлинной базой способны «увидеть» на Луне отпечаток ноги астронавта. Столь высокой разрешающей силы не имеет ни один другой прибор. Но что самое удивительное, высокое разрешение достигнуто в диапазоне радиоволн. Как известно, разрешение определяется отношением длины волны принимаемого излучения к диаметру инструмента. Радиоволны в сотни тысяч и даже в миллионы раз длиннее оптических, и, чтобы получить высокое разрешение, радиотелескоп должен быть огромных размеров. И действительно, размер крупнейшего радиоинтерферометра (база около 10 000 км) равняется размеру Земли.

Метод сверхдальной радиоинтерферометрии заключается в приеме сиг-

налов от космического объекта далеко разнесенными антеннами, преобразовании сигналов (понижение их частоты) и записи на магнитофонах. Преобразование сигналов и синхронизация записей производятся с помощью атомных стандартов частоты, которые обеспечивают ход часов с точностью порядка миллионных долей секунды в течение всего цикла наблюдений. Полученные записи перевозят в вычислительный центр и совместно обрабатывают (Земля и Вселенная, 1978, № 1, с. 4—11.— Ред.).

Радиоинтерферометр со сверхдлинной базой представляет собой интерферометр Майкельсона (Земля и Вселенная, 1978, № 1, с. 52—59.— Ред.), но его элементы не связаны непосредственно между собой. Поэтому расстояние между радиотелескопами может быть сколь угодно большим, а соответственно угловое разрешение — практически сколь угодно высоким. Но в отличие от обычного телескопа на радиоинтерферометре получают не изображение объекта, а одну из гармоник этого изображения. Как известно, изображение, подобно звуку, можно представить в виде набора гармоник (тонов). Какую именно гармонику регистрирует радиоинтерферометр, зависит от расстояния между антеннами — от длины базы интерферометра. Проведя наблюдения космического источника на базах разной длины и ориентации, то есть измерив все гармоники, можно в итоге построить изображение источника. Таким образом, изображение объекта с высоким угловым разрешением получают ценой длительных наблюдений.

В настоящее время созданы разветвленные радиоинтерференционные системы, охватывающие практически все крупные радиотелескопы мира, в том числе и прецизионный радиотелескоп Крымской астрофизической обсерватории АН СССР. Они образуют единый **глобальный радиотелескоп**. Советские радиоастрономы ведут наблюдения как на глобальном радиотелескопе, так и на отечественном интерферометре с длиной базы около 1150 км, включающем два идентичных 22-метровых радиотелескопа — Крымской астрофизической обсерватории АН СССР (Кацивели) и Физического института АН СССР (Пушино, Московская обл.). На радиотелескопах установлены квантовые парамагнитные усилители — мазеры, которые обеспечивают высокую чувствительность при измерении слабых сигналов от космических радиоисточников, а также высокостабильные радиотехнические комплексы аппаратуры, разработанные в Институте космических исследований АН СССР. Обработка наблюдений осуществляется по специальным программам на ЭВМ.

### ОБЪЕКТЫ С АКТИВНЫМИ ЯДРАМИ

Высокое угловое разрешение радиоинтерферометров со сверхдлинными базами сделало доступными для исследований компактные радиоисточники, расположенные в Галактике и за ее пределами, на расстояниях в миллиарды световых лет. Были обнаружены внегалактические объекты с необычайно активными ядрами. Протекающие в них процессы сопровождаются взрывами и выбросом

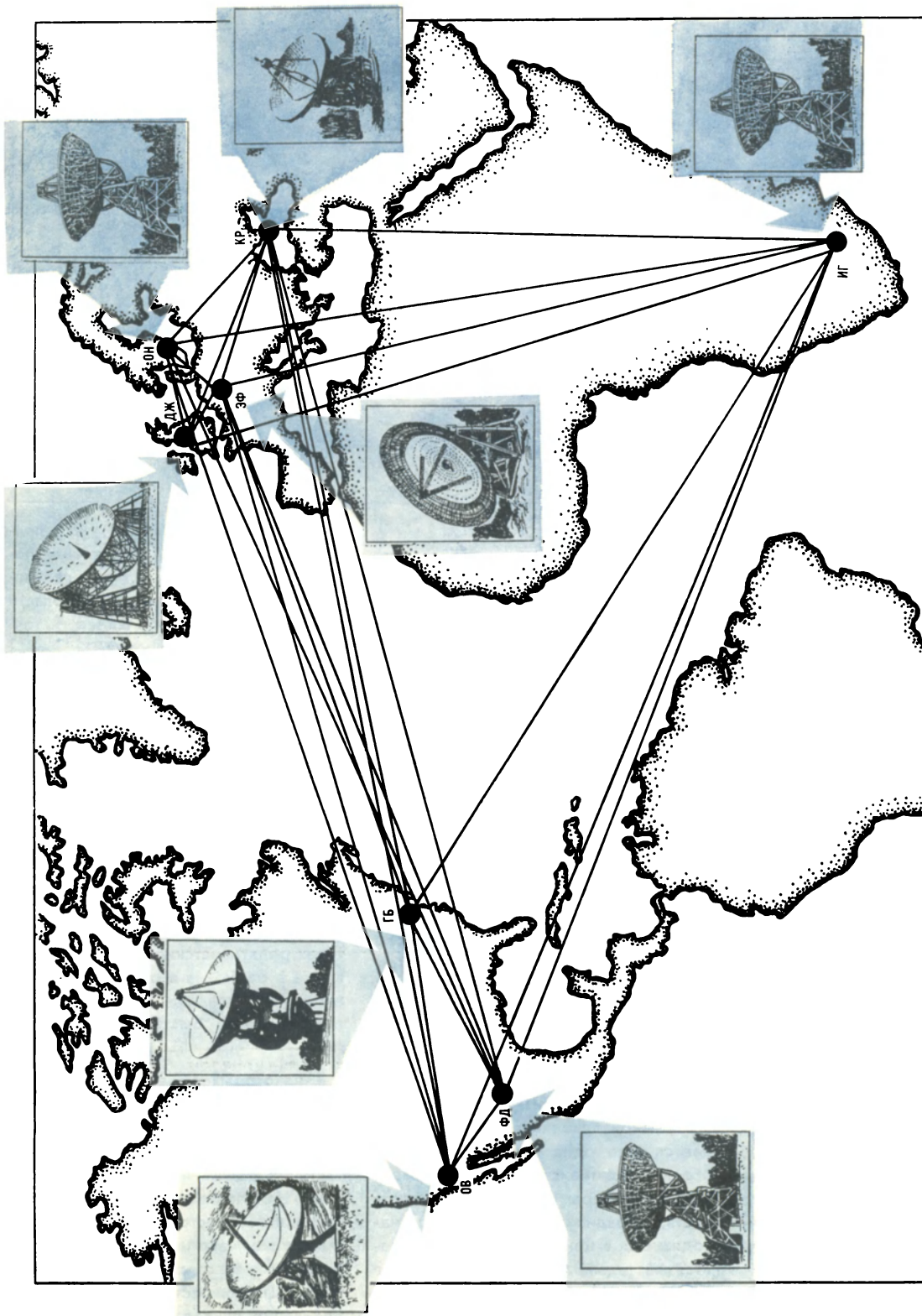


Схема глобальной радиointерферометрической сети. Буквами обозначены: КР — 22-метровый радиотелескоп Крымской астрофизической

обсерватории АН СССР, ДЖ — 76-метровый радиотелескоп в Джодрелл Бенк (Англия); ОН — 26-метровый радиотелескоп в Онсаала (Швеция); ЭФ — 100-метровый радиотелескоп

в Эффельсберге (ФРГ); ИГ — 26-метровый радиотелескоп близ Иоганнесбурга (ЮАР); ГБ — 43-метровый радиотелескоп в Грик Бенк; ФД — 26-метровый радиотелескоп

в Форт Деаус; ОБ — 40-метровый радиотелескоп в Овенс Велли (США). Эта сеть предназначена для наблюдений радиисточников на волне 18 см

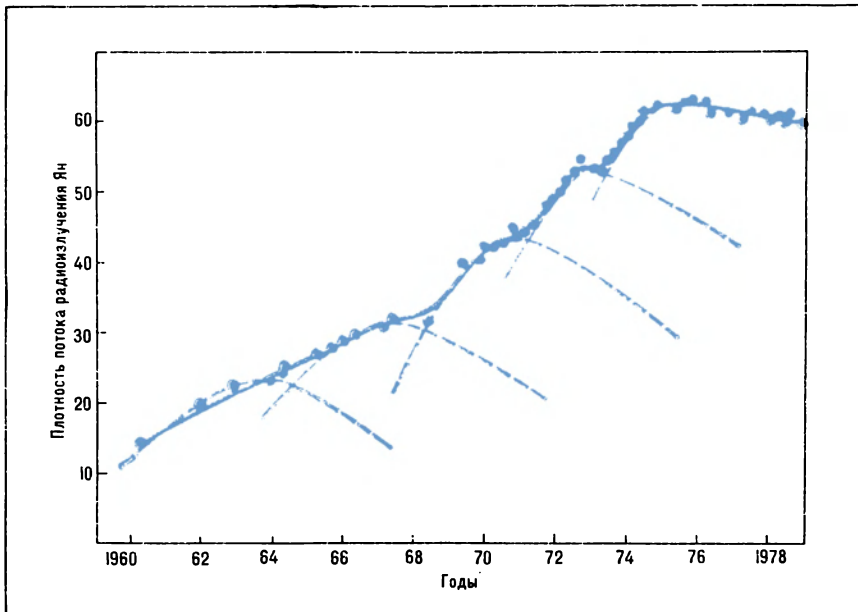
огромных масс вещества. Энергия взрывов в ядрах соответствует энергии взрывов тысяч таких сверхновых, как Сверхновая 1054 года, давшая начало Крабовидной туманности. К этим удивительным внегалактическим объектам относятся радиогалактики и квазары. Но возможно, они принадлежат к одному классу — галактикам, ядра которых находятся на разных этапах эволюции или разной стадии активности.

Из активных ядер радиисточников выбрасываются облака ионизированного вещества и релятивистских частиц, суммарная масса которых достигает тысяч солнечных масс. Но еще поразительнее, что иногда вещество выбрасывается со скоростью, близкой к скорости света. А для этого необходимо затратить огромную энергию, эквивалентную массе вещества, которая существенно превышает выброшенную. При наблюдаемых скоростях движения эта масса примерно в 10 раз больше массы покоя выброшенного вещества.

Действующий в активных ядрах космический ускоритель должен быть необычайно эффективен, чтобы разогнать выбрасываемую массу до околосветовой скорости за весьма короткое время — порядка нескольких недель, а порой и дней. Предполагается, что космический ускоритель «питается» кинетической энергией сверхмассивного вращающегося тела, расположенного в ядре.

Выброс из ядер релятивистских частиц сопровождается вспышками, которые наблюдаются практически во всем электромагнитном спектре, начиная с гамма-лучей и кончая радиоволнами. Радиовспышки длятся от нескольких минут до нескольких месяцев, продолжительность их тем больше, чем длиннее волна излучения. На определенной фазе активности ядра вспышки могут происходить настолько часто, что поток радиоизлучения от источника увеличивается, как, например, у сейфертовской галактики 3С 84. Возрастание потока ее радиоизлучения началось в конце 50-х годов и продолжается до настоящего времени.

Вначале радиовспышки особенно ярко проявляются на коротких вол-



*Увеличение плотности потока радиоизлучения от сейфертовской галактики 3С 84 на длине волны 3,8 см, обусловленное частыми вспышками (показаны пунктиром)*

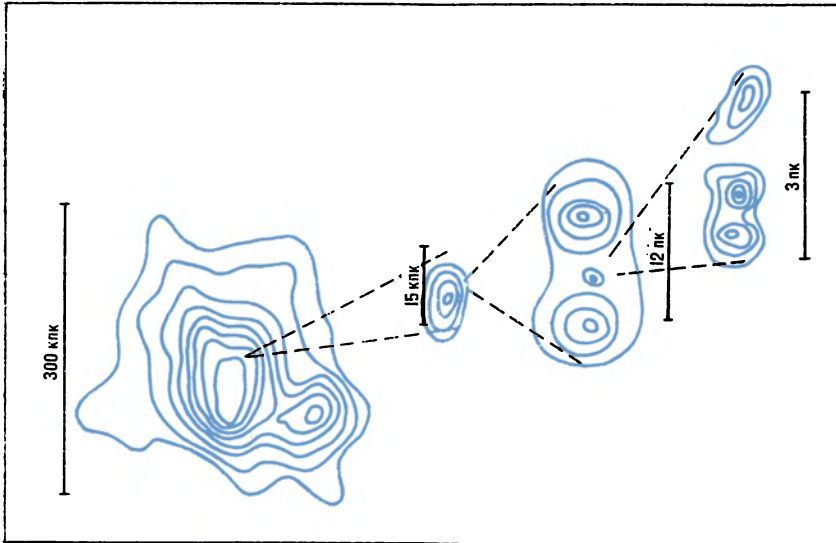
нах (высокие частоты), а затем на более длинных (низкие частоты). При этом интенсивность их радиоизлучения снижается. Такое поведение радиовспышек объясняется тем, что в момент выброса релятивистские частицы имеют большую энергию и находятся в сильном магнитном поле, а потому излучают преимущественно на высоких частотах. Затем облако релятивистских частиц расширяется, увеличивается объем, занимаемый частицами, а значит, падает напряженность магнитного поля. Одновременно в результате высвечивания частиц их энергия уменьшается, а излучение становится более низкочастотным.

В радиоизлучении вспышек наблюдается еще одна особенность. Пока облако релятивистских частиц имеет малые размеры, в нем велика плотность, и радиоизлучение частиц, находящихся в центре облака, поглощается частицами, расположенными на периферии. По мере расширения облака плотность частиц падает и их

излучение наблюдается уже полностью. Этот эффект возрастания потока усиливается благодаря увеличению угловых размеров области вспышки — чем протяженнее источник, тем больше его поток.

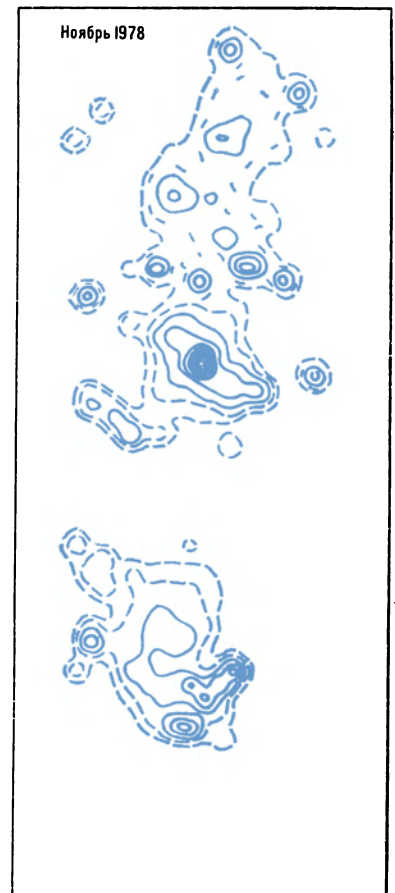
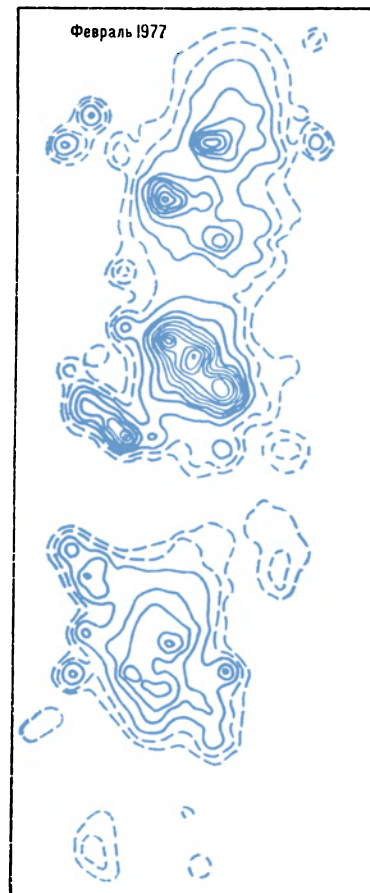
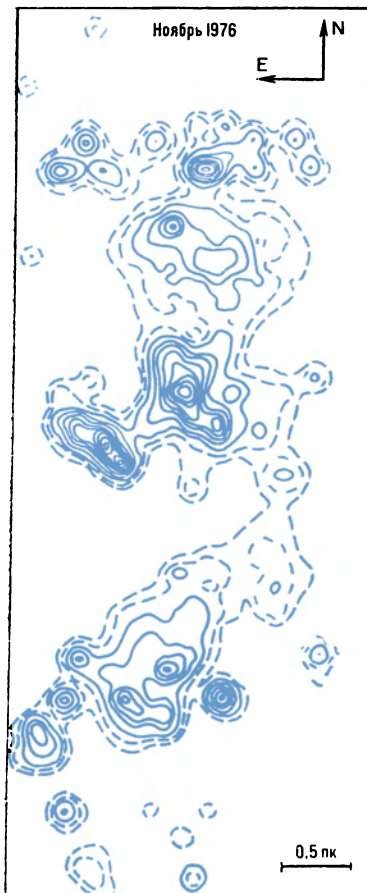
В объектах с активными ядрами найдены облака релятивистских частиц с необычайно высокой интенсивностью излучения. Такую интенсивность излучения могло бы иметь абсолютно черное тело, нагретое до температуры (яркостной температуры)  $10^{12}$  К. (До этого максимальные яркостные температуры известных радиисточников оценивались в  $10^8$  К, или  $10^4$  эВ; 1 эВ соответствует  $10^4$  К.) При столь высоких температурах релятивистские частицы излучают не в радио-, а в оптическом и даже в рентгеновском диапазонах и катастрофически быстро теряют энергию.

В некоторых объектах яркие компоненты вытянуты цепочкой, что свидетельствует о последовательном выбросе облаков релятивистских частиц в одном и том же направлении. Направление выброса может сохраняться постоянным, если релятивистские частицы вылетают вдоль магнитных силовых линий из области магнитных полюсов. Вероятно, это направление совпадает с осью враще-



*Схема радиоструктуры сейфертовской галактики NGC 1275 при различных «увеличениях». Видна все более компактная двойная структура галактики*

*Радиокарты центральной области NGC 1275 на длине волны 1,35 см. Заметно изменение ее радиоструктуры на протяжении двух лет*





ния ядра. Масса ядра велика, и его ось вращения сохраняет свое положение в течение достаточно длительного времени.

К числу объектов с активными ядрами, детально изученными радиоастрономами Института космических исследований АН СССР совместно с сотрудниками Крымской астрофизической обсерватории АН СССР и зарубежными учеными, относятся сейфертовская галактика ЗС84 (NGC 1275) в созвездии Персея и квазар ЗС 345 в созвездии Геркулеса. Наблюдения проводились на волнах 1,35 и 18 см. В наблюдениях на волне 18 см участвовали все инструменты глобальной интерференционной сети, на волне 1,35 см — радиотелескопы, расположенные в Крыму (СССР), Эфельсберге (ФРГ), Онсала (Швеция), Грин Бенк, Овенс Велли, Хайстеке (США). Угловое разрешение на длине волны 1,35 см превышало 0,0001", а на волне 18 см было около 0,0002".

#### ДВОЙНАЯ СИСТЕМА В ЯДРЕ ГАЛАКТИКИ

Сейфертовская галактика NGC 1275 удалена от нас примерно на 200 млн. световых лет. По одним представлениям, это — две сталкивающиеся галактики, по другим — взрывающаяся галактика (см. статью Б. В. Комберга в этом номере).

Ядро NGC 1275 окружено протяженным гало, излучающим радиоволны в дециметровом и метровом диапазонах. Высокая активность ядра обуславливает сложную структуру центральной области галактики. Здесь и на дециметровых, и на сантиметровых волнах наблюдается очень компактная двойная структура. Но самое удивительное ожидало исследователей на волне 1,35 см. Ядро NGC 1275 оказалось **двойным!** Каждому ядру сопутствуют группы деталей, расположенные к северу и югу от них. Расстояние между компонентами этой двойной системы 0,0012", или около 0,7 пк. Таким образом, измерения с высоким угловым разрешением, проведенные на самой короткой волне сантиметрового диапазона (1,35 см) позволили обнаружить двойное ядро в сейфертовской галактике NGC 1275.

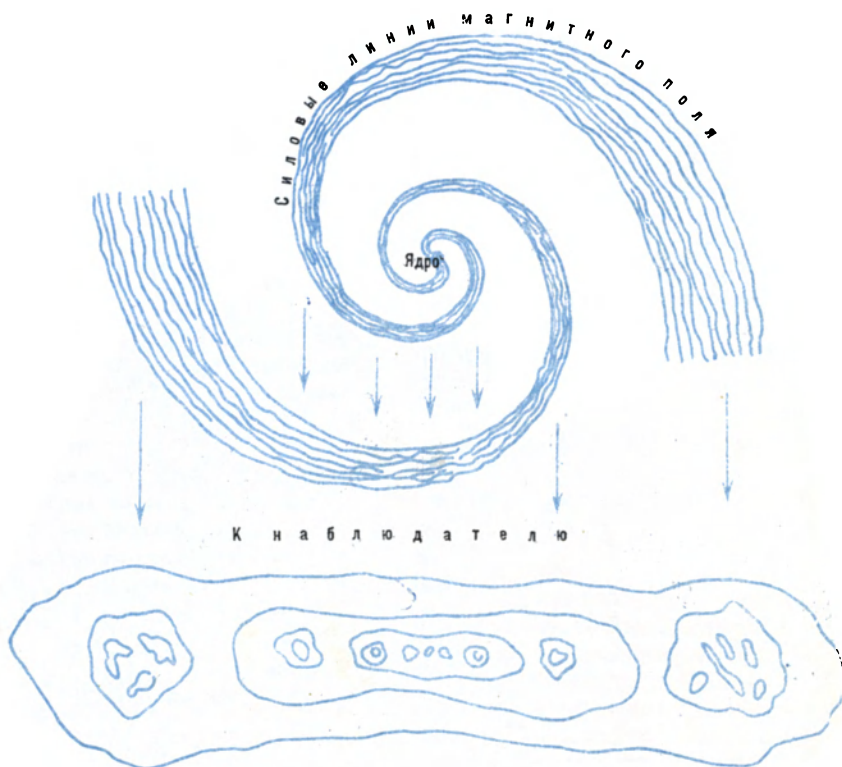
На волне 2,8 см на месте восточного ядра заметно лишь небольшое повышение яркости. Вероятно, восточное ядро окружено ионизированной оболочкой. Плотность электронов в ней настолько высока, что радиоизлучение релятивистских частиц, выбрасываемых из ядра, поглощается в оболочке. Прозрачность ионизированной среды быстро растет с уменьшением длины волны, поэтому на волне 1,35 см мы уже наблюдаем излучение релятивистских электронов. Оболочка, в которую погружено западное ядро, менее плотная, и на сантиметровых волнах излучение релятивистских электронов беспрепятственно проходит сквозь нее. И только на волне 18 см ионизированная среда, непосредственно примыкающая к западному ядру, начинает поглощать

его излучение. Вот так глобальная интерференционная сеть помогла «увидеть» не только релятивистские электроны, выбрасываемые из ядер галактики, но и окружающую их плазму.

Систематические наблюдения сейфертовской галактики NGC 1275 выявили, что яркость отдельных радиоизлучающих деталей изменяется, но их относительное положение сохраняется постоянным. Было установлено также, что вблизи ядер детали сверхтонкой структуры ориентированы в несколько другом направлении, чем крупномасштабные компоненты. Данные наблюдений легли в основу модели сдвоенного ядра NGC 1275, окруженного магнитным полем со спиральной структурой.

Эту двойную систему мы наблюдаем с ребра. Релятивистские электроны, выбрасываемые при взрывах из восточного и западного ядер, движутся вдоль магнитных силовых линий. В тех местах, где силовые линии направлены к нам, на луче зрения оказывается больше электронов, и мы

*Модель ядра галактики NGC 1275 (в двух проекциях).  
Вдоль силовых линий магнитного поля движутся релятивистские электроны*



видим яркую область — яркий источник радиоизлучения. В других направлениях число электронов существенно меньше, и здесь мы наблюдаем лишь небольшое повышение яркости радиоизлучения. По мере движения электронов вдоль магнитных силовых линий энергия частиц падает, уменьшается и напряженность магнитного поля, поэтому излучение смещается на более низкие частоты. Поперечное сечение спиралей магнитного поля растет с удалением от ядра, что приводит к увеличению размеров источника.

Кроме релятивистских электронов из ядер выбрасывается ионизированное вещество, которое поглощает излучение релятивистских электронов. Плотность плазмы вокруг восточного ядра достаточна, чтобы поглотить излучение даже на волнах около 3 см; плазма, окружающая западное ядро более разрежена и поглощает излучение только дециметрового диапазона.

Двойная система в ядре NGC 1275 вращается, и вместе с ней вращается плазма, излучающая эмиссионные линии. Расстояние между западным и восточным ядрами равно 0,7 пк, их размеры меньше 0,03 пк, а относительная скорость вращения ядер около 600 км/с. Ядра двойной системы гравитационно связаны между собой. Период их обращения примерно  $10^4$  лет, а масса около  $10^8$  солнечных. Поскольку ядра имеют малые размеры, большую массу и сильное магнитное поле, они должны быть вращающимися сверхмассивными телами, например черными дырами.

Различие в ориентации сверхтонкой и крупномасштабной структур в галактике NGC 1275 может быть вызвано прецессией осей вращения ядер. Не исключено, однако, что выброс огромной массы вещества с большой скоростью происходит не строго вдоль оси вращения ядер, вызывая изменение их ориентации. Но спиральное магнитное поле, не связанное жестко с ядрами, не изменит своего положения. Поэтому и наблюдается различная ориентация сверхтонкой и крупномасштабной структур в галактике.

## ВЫБРОСЫ ИЗ ЯДЕР

В ядрах отдельных квазаров происходят необычайно активные процессы, сопровождаемые выбросом облаков релятивистских частиц, наблюдаемая скорость движения которых превышает скорость света. К таким объектам относятся квазар 3С 273 и сейфертовская галактика 3С 120. Это — переменные источники радиоизлучения со сложной структурой.

Чем можно объяснить **сверхсветовую скорость движения** облака релятивистских частиц? Если облако летит почти навстречу наблюдателю со скоростью, близкой к световой, то наблюдатель отметит, что видимая скорость перемещения радиоисточника увеличится. Этот эффект вызван конечной скоростью распространения электромагнитного излучения.

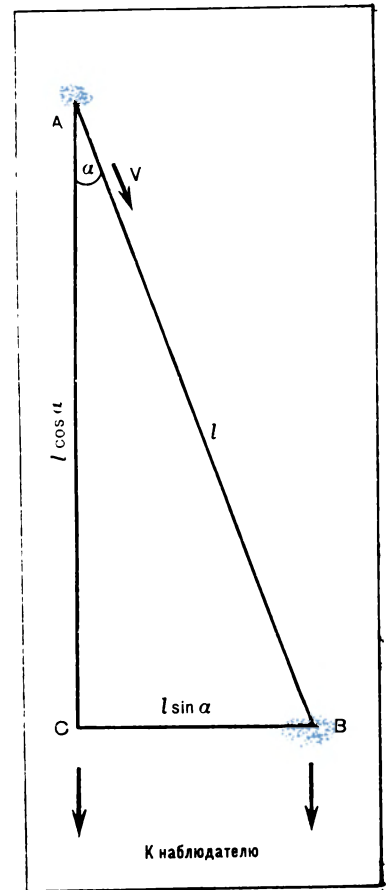
Пусть из квазара выбрасывается под углом  $\alpha$  к лучу зрения наблюдателя облако релятивистских частиц (см. рисунок на с. 9). Оно движется со скоростью  $v$ . Наблюдатель принимает радиоизлучение облака из точки А и через некоторое время из точки В. Насколько позже придет радиоизлучение из точки В, чем из точки А? Облако преодолеет расстояние между точками А и В за время  $t_1 = l/v$ , а радиоизлучение преодолеет расстояние  $l \cos \alpha$  между точками А и С за время  $t_2 = l \cos \alpha / c$ . Разность времен составит:

$$\Delta t = t_1 - t_2 = \frac{l}{v} - \frac{l \cos \alpha}{c} = \frac{l}{v} \left( 1 - \frac{v}{c} \cos \alpha \right).$$

За время  $\Delta t$  облако переместится в картинной плоскости на расстояние СВ, равное  $l \sin \alpha$ . Следовательно, наблюдаемая скорость его движения в картинной плоскости будет достигать:

$$v_{\perp} = \frac{l \sin \alpha}{\frac{l}{v} \left( 1 - \frac{v}{c} \cos \alpha \right)} = \frac{v \sin \alpha}{1 - \frac{v}{c} \cos \alpha}.$$

При движении облака со скоростью, близкой к световой, наблюдаемая скорость его перемещения может



*Облако релятивистских частиц, выбрасываемое из активного ядра под малым углом к лучу зрения наблюдателя, может иметь видимую скорость движения выше скорости света, хотя истинная его скорость всегда меньше световой*

превышать скорость света. В ряде случаев она достигает 10—20 с.

Облака релятивистских частиц выбрасываются из многих сотен объектов с активными ядрами, но почему только в единичных случаях наблюдаются сверхсветовые скорости? Оказывается, при движении источника с околосветовой скоростью его излучение становится направленным: излучение распространяется в узком конусе вдоль направления движения. Это и объясняет высокую яркостную температуру облаков. Вероятность



увидеть такой источник из-за высокой направленности его излучения весьма мала.

Наблюдения квазара 3C 345 на глобальной радиоинтерференционной сети позволили проследить, как у него формировалась длинная струя вещества. Вначале непосредственно вблизи ядра появились плотные компактные облака релятивистских частиц. Угловой размер облаков не превышал  $0,0001''$ , или 3 световых года (расстояние до квазара 7 млрд. световых лет). Удаляясь от ядра, цепочка облаков изменила направление своего движения, и на расстоянии в несколько миллисекунд дуги от ядра движение облаков затормозилось. Начала формироваться вытянутая струя вещества, которая излучает в основном на коротких дециметровых волнах. Длина струи достигла  $0,005''$ , толщина не превышала  $0,0002''$ . Возможно, такая тонкая струя образуется в результате самофокусировки: поток заряженных частиц (электронов), подобно току в проводнике, возбуждает вокруг себя магнитное поле, которое сжимает частицы в тонкую струю.

На расстоянии  $0,02''$  от ядра находится вторая струя вещества, размеры которой  $0,018 \times 0,008''$  дуги. Она излучает главным образом в длинноволновой части дециметрового диапазона. Этот выброс сохранился от предыдущей стадии активности ядра. Скорость его движения мала, вещество постепенно рассасывается в окружающее пространство. Весьма характерно, что направление этого выб-

*Радиокарта квазара 3C 345.*

*Из компактного ядра выбрасываются облака релятивистских электронов, из которых формируется струя. Справа видна протяженная область, связанная с предшествующим периодом активности ядра*

роса и его ориентация отличаются от направления и ориентации выброса, появившегося позднее. Получено еще одно подтверждение гипотезы о том, что оси вращения ядер квазаров изменяют свою ориентацию.

Наблюдаемые объекты с активными ядрами относятся к разным типам источников, но свойства их ядер практически одинаковы. Можно отметить лишь небольшое отличие в масштабах активности ядер, но это, по-видимому, связано с различными фазами активности ядер либо с различными этапами эволюции. Действительно, у одного из самых активных объектов — сейфертовской галактики 3C 120 — ядро значительно снизило активность в последние годы. Известный квазар 3C 273 при детальном исследовании оказался галактикой. На фотографиях, полученных с большими выдержками, вокруг этого квазара видно слабо светящееся гало.

#### МАЗЕРНЫЕ ИСТОЧНИКИ

Не менее интересные открытия сделала сверхдальняя радиоинтерферометрия при изучении на первый взгляд ничем не примечательных газопылевых туманностей нашей Га-

лактики. В них были обнаружены мазерные источники, излучающие необычайно яркие и узкие линии гидроксила и водяного пара. Эти источники группируются в активных зонах размером около 1000 а. е. В каждой из газопылевых туманностей наблюдается до десяти таких зон. Как было установлено, мазерные источники сопутствуют процессу образования звезд и планетных систем.

В последние годы в Большой туманности в созвездии Ориона произошла вспышка мазерного излучения в линии водяного пара. Эту вспышку детально исследовали советские радиоастрономы на радиоинтерферометре Симеиз — Пушино. Излучение вспышки сосредоточено в очень узкой полосе частот (около 27 кГц) и исходит из нескольких компактных ядер. Полученные данные свидетельствуют о том, что излучение генерируется в тонких кольцах, радиус которых 1000 а. е., а поперечное сечение всего лишь 0,2 а. е. Возможно, радиоизлучение в линии водяного пара, как любое мазерное излучение, когерентно и имеет высокую направленность. В этом случае становится понятной необычайно высокая яркостная температура в области вспышки —  $10^{17}$  К.

Сверхдальняя радиоинтерферометрия успешно развивается. Земные масштабы для нее не предел, и не далек день, когда глобальный радиотелескоп превратится в космический.



Доктор физико-математических наук  
А. В. НИКОЛАЕВ

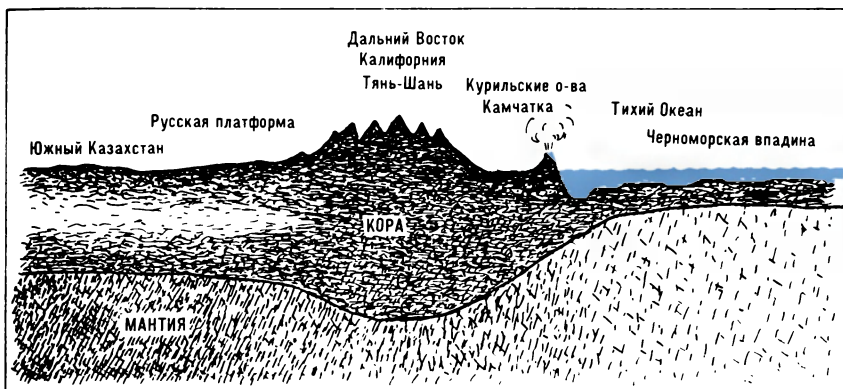
## Просвечивание Земли сейсмическими волнами

**Исследовать внутреннее строение нашей планеты помогают сейсмические просвечивания. Что нового дал этот метод геофизике и каковы его перспективы!**

### СЕЙСМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЗЕМЛИ

За последние десятилетия благодаря усовершенствованию аппаратуры и методов наблюдений, способов обработки и интерпретации данных существенно возросли наши знания о строении Земли. Самое наглядное представление об этом можно получить, проследив эволюцию сейсмических моделей Земли. Еще в 50-х годах в геофизике господствовала по существу **одномерная модель**. Земля рассматривалась как сферически симметричная, состоящая из однородных слоев. И только в практическом разделе геофизики — сейсморазведке — использовалась тогда двумерная плоская слоисто-однородная модель, согласно которой верхняя часть земной коры состоит из чередующихся толстых (толщина больше длины сейсмической волны) слоев, разделенных криволинейными границами.

Постепенно с развитием глубинного сейсмического зондирования двумерное описание стали применять и для коры и верхней мантии. Увеличение числа сейсмических наблюдений привело к новым методам интерпретации в рамках уже **трехмерных моделей**. В них предполагается, что Земля состоит из блоков, отличающихся упругими свойствами — скоростью распространения и затуханием сейсмических волн. Наряду с этим



детерминированным описанием развиваются **статистические модели**. Они рассматривают средние, статистические характеристики малых по размерам неоднородностей и оперируют такими параметрами, как преобладающий размер неоднородностей, характерный контраст (среднее значение аномалий скорости). Все это расширило возможности геологической и историко-эволюционной интерпретации геофизических результатов, давало новые представления о макроскопических механических свойствах вещества (Земля и Вселенная, 1976, № 5, с. 57—62.— Ред.).

Дальнейшее развитие сейсмических моделей Земли было связано с «освоением» **четвертого измерения** — времени. Как изменяются свойства среды во времени, устанавливают, сравнивая результаты идентичных измерений в разные периоды. И несмотря на то, что в нашем распоряжении имеются пока только очень ограниченные «базы времени» — всего около десятка лет, — такие изменения можно выявить.

*Обобщенная схема строения земных недр по данным сейсмического просвечивания. Земная кора в среднем «мутнее» мантии, кора и мантия под океанами прозрачнее, чем на континентах. Виден прозрачный тонкий слой в верхней части земной коры в Южном Казахстане.*

### ЧТО ДАЕТ СЕЙСМИЧЕСКОЕ ПРОСВЕЧИВАНИЕ?

Методы реконструкции трехмерных и четырехмерных слоев на протяжении ряда лет разрабатывались в Институте физики Земли АН СССР. Здесь удалось получить наиболее интересные результаты. Обобщение данных, при котором за основу берется **случайно-неоднородная модель** (изучение характера сейсмических волн, рассеянных мелкими неоднородностями внутри Земли), заставляет сделать такой вывод. Земная кора в среднем «мутнее» мантии (она более неоднородная и сильнее рассеивает волны).

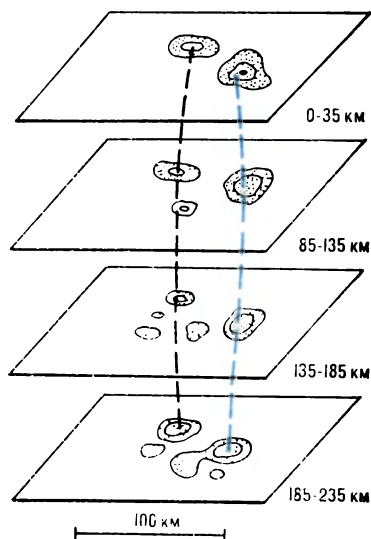
вают сейсмические волны), а кора и мантия под океанами «прозрачнее», чем на континентах. Данные позволяют провести и более тонкую дифференциацию. Например, в Южном Казахстане на глубине 15—30 км был обнаружен слой, обладающий сравнительно высокой однородностью, «прозрачностью». Позднее установили, что «прозрачность» земной коры в этом интервале глубин характерна и для других районов.

По именуемым представлениям, общее затухание сейсмических волн, то есть рассеяние и поглощение, вместе взятые, может быть связано в основном с рассеянием, а поглощающие свойства — с прямыми необратимыми процессами, которые вызыва-

ны мелкими неоднородностями в горных породах, дефектами структуры пород. Кстати, наблюдения, проведенные в осадочной толще земной коры, показали, что коэффициент рассеяния примерно равен коэффициенту затухания, то есть прямое поглощение сейсмической энергии на частотах около 10—50 Гц очень невелико.

«Просвечивание» оболочек Земли упругими волнами дает интересные результаты. Например, в районе Японских островов удалось обнаружить скопление неоднородностей с характерным размером около 100 км в нижней мантии. Пока мы не можем определенно судить о характере этих неоднородностей. Похоже, что здесь мы имеем дело с вытянутыми в горизонтальном направлении образованиями, которые обладают отражающими и рассеивающими свойствами. Наши измерения позволили даже оконтурить области их скопления. Скорости сейсмических волн в этих неоднородностях варьируют на 2—5%.

Скопления более мелких контрастных неоднородностей (сотни метров — несколько километров) удалось выявить, применяя голографические приемы обработки записей удаленных землетрясений на «плотных» группах станций. Таких, например, как сейсмическая группа НОРСАР<sup>1</sup> в Южной



*Скопления контрастных неоднородностей размером в сотни метров — километры, выявленные в Южной Норвегии на различных глубинах с помощью голографической обработки записей удаленных землетрясений (из района Японии). Обнаружены две узкие области неоднородностей большой вертикальной протяженности — от коры до нижней части литосферы*

*Рассеяние волн в мантии Земли. а) схема наблюдений: расстояние между источниками волн и регистрирующими приборами 95—135°.*

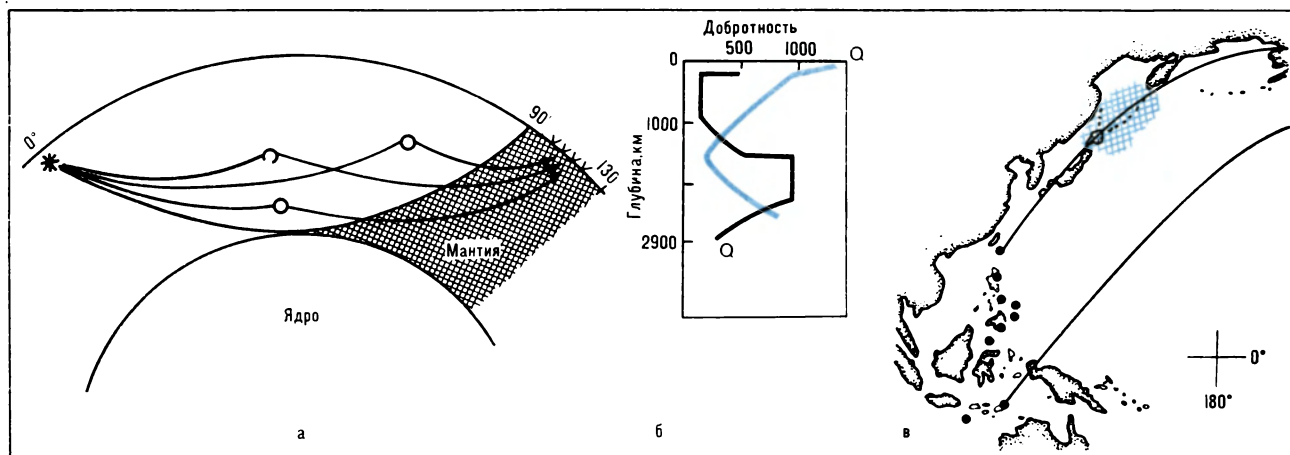
*Приборы находятся в «тени» земного ядра и «освещаются» волнами, рассеянными на неоднородностях (показаны траектории отдельных лучей);*

*б) изменение рассеивающей способности мантии (синяя кривая, качественные данные)*

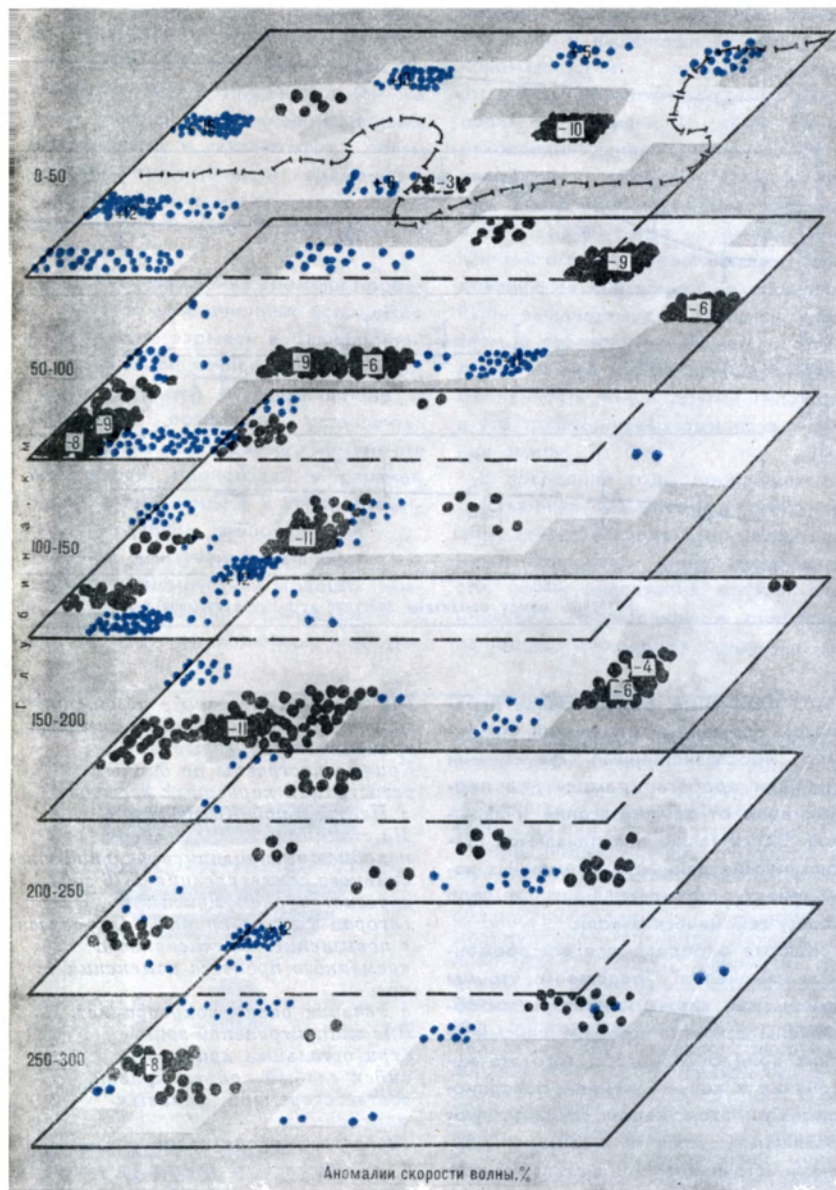
*и добротности  $Q$  с глубиной. Высокой добротности соответствуют слабые рассеивающие свойства; в) скопление неоднородностей с характерным размером около 100 км в нижней мантии, обнаруженное в районе Японских островов (синее пятно, сверху)*

<sup>1</sup> НОРСАР — от англ.: Norway Seismic Array.

Норвегии. Здесь на площади всего 100 км<sup>2</sup> установлено 132 датчика сейсмических волн. С помощью специальных методов обработки данных рассеянные волны, регистрируемые







*Блоковая структура верхней мантии Памиро-Гиндукушской зоны (размер блоков 70x70x50 км). Цифры указывают аномалии скорости упругих волн (в процентах) для блоков на различной глубине. Глубина приведена слева. Синие точки — положительные аномалии скорости, черные — отрицательные аномалии*

на поверхности Земли, как бы посылаются назад, в среду. Они фокусируются на скоплениях неоднородностей, рассеивателях. В результате интерпретации данных, выполненных с помощью голографических методов, в разрезе земных оболочек удалось выявить две узкие области большой вертикальной протяженности. Они пронизывают земные недра от коры до низа литосферы. Кроме этих, главных особенностей в разрезе обнару-

жены изометричные скопления меньшего контраста. Наиболее сильно они развиты на глубине 100 км. Их характерный размер — единицы километров.

Оказалось, что рассеиватели мелкого размера имеют сложную иерархию, выраженную несколькими уровнями или рангами организации. Нижний уровень — это **индивидуальные неоднородности**, преобладающий размер которых сотни метров-единицы километров. Далее идут скопления неоднородностей, которые могут иметь поперечный размер до 30 км и продольный около 250 км. Высшая иерархия — **крупные области, платформенные массивы, районы горообразования**. Внутри них рассеивающие свойства сильно различаются, неодинаков также коэффициент мутности и для коры, и для верха мантии. Естественно, существуют и более мелкие уровни организации вещества, но их изучение пока не под силу сейсмическому методу.

Сейсмическое просвечивание недр (с учетом трехмерной модели Земли) позволило построить блоковую структуру верхней мантии в ряде районов, там, где есть плотные сети сейсмических станций. Для Памиро-Гиндукушской зоны установлен размер блоков, составляющий 70 км в плане и 50 км по толщине. В качестве исходной информации использовалось время пробега самых первых волн от удаленных землетрясений. Очаги землетрясений выбирались в разных амплитудах от исследуемой зоны, так что каждый блок среды пересекался (просвечивался) лучами в различных направлениях.

Особенность этого результата связана со специальной обработкой данных, позволяющей значительно увеличить вертикальную разрешенность. Новое, что здесь получено, — это высокий контраст аномалий скорости (до  $\pm 15\%$ ), что соответствует величине скорости продольной сейсмической волны около 7,0—9,4 км/с. Памиро-Гиндукушская зона интересна тем, что здесь существует область глубокофокусных (120—200 км) землетрясений. Такие пространственные реконструкции можно сделать всюду, где имеются более или менее плот-

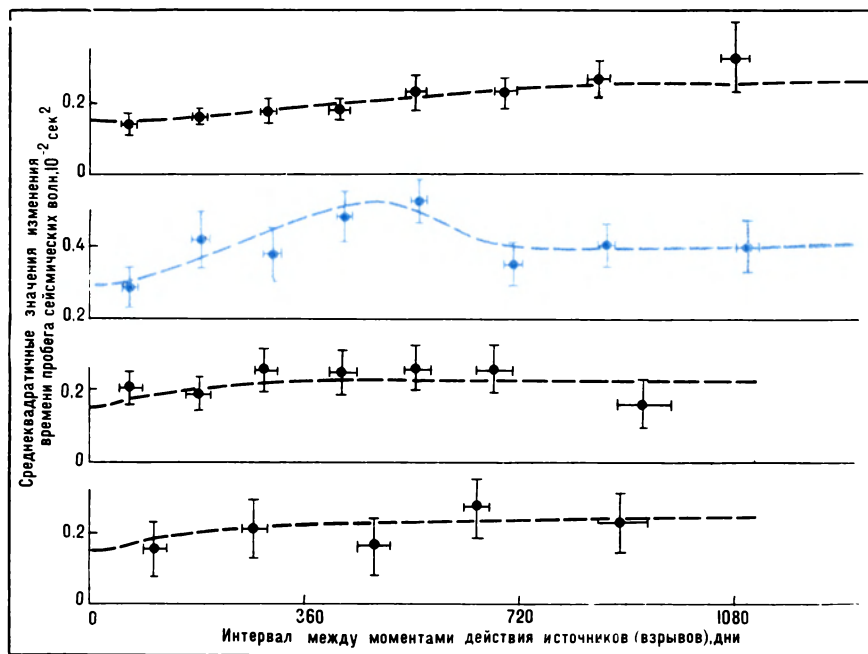
ные сети сейсмических станций. Подобные результаты сейчас уже получены советскими и зарубежными учеными на Северном Тянь-Шане, в Калифорнии, Центральной Европе и в других районах.

По изучению средних скоростей сейсмических волн выделяются и более крупные неоднородности — планетарного и регионального масштаба. Эти образования, размером иногда в тысячи километров, давно известны. С их учетом созданы основные слоистые и горизонтально-неоднородные модели среды. Теперь уже ясно, что в земной коре и в верхней мантии преобладающие размеры таких неоднородностей 30—50, 120—150, 400—600 и 1500—2500 км. В коре устойчиво прослеживаются также и более мелкие неоднородности размерами 10—15 км, 1—3 км.

Сегодняшний лик Земли и строение ее недр — результат длительного эволюционного развития. Но представление о развитии Земли в целом или какой-то части нельзя изобразить на отдельном рисунке или схеме. Наглядное представление может дать только серия рисунков, соответствующих последовательным моментам времени, или фильм. До недавнего времени оставалось неясным, каким должен быть интервал времени между соседними «кадрами» этого фильма. И можно ли выявить изменения среды за сравнительно короткие интервалы времени (месяцы, годы).

#### ЧЕТВЕРТОЕ ИЗМЕРЕНИЕ

Самые первые попытки изучать временные изменения были предприняты в конце прошлого века в Японии. Делалось это с целью выявления их связи с сильными землетрясениями. Однако более или менее надежные результаты в этом смысле удалось получить сравнительно недавно — всего 10—15 лет назад. Полученные сведения до сих пор весьма противоречивы, и связано это отчасти с сильной естественной «мозаичностью» эффектов и, конечно, недостаточным числом наблюдений и обработанных данных. В Институте физики Земли АН СССР развивается методика исследования, в которой учитыва-



ются различные, более тонкие параметры временных изменений, например пространственные флуктуации времени пробега и амплитуды первых волн от землетрясений и взрывов. Здесь также накапливаются статистические данные о временных изменениях пронизывающих земную толщу сейсмических волн.

Как же определяются эти временные изменения? Представим, что мы имеем две карты, на которых изображены времена пробега сейсмических волн от одного и того же источника к точкам земной поверхности. При этом карты соответствуют различным моментам времени действия источников. Для выявления различий карт, связанных с изменениями среды, происшедшими за время действия первого и второго источника, можно наложить одну карту на другую и усреднить квадрат различия между ними. Результат будет количественной мерой происшедших изменений, он аккумулирует в себе эффект отдельных разрозненных измерений, и тем надежнее, чем большим числом станций (а следовательно, измерений) мы располагаем. Для исследования была выбрана Центральная Калифорния — район, где, во-первых,

*Так зависят временные изменения скоростей упругих волн от интервала времени между взрывами. Кривые построены по данным регистрации карьерных взрывов в Центральной Калифорнии.*

*На станциях, находившихся в эпицентральной зоне сильного землетрясения 1976 года, зарегистрирован максимум (вторая сверху кривая). Он связан с повышением интенсивности временного процесса изменения среды в течение около полутора лет. Вне эпицентральной зоны (три остальные кривые) виден слабый подъем кривой, соответствующий фоновым изменениям скорости упругих волн*

много станций, во-вторых, высокая сейсмическая активность и, наконец, часто проводятся карьерные взрывы. Исследования изменений времени пробега волн от карьерных взрывов проводились в зоне землетрясения 1976 года (магнитуда 5,5) и вне ее. В результате были построены графики, отображающие поведение выбранной нами меры (среднего квадрата изменений времени пробега волн) от интервала времени между

взрывами. Вне эпицентральной зоны обычно виден слабый подъем кривой, связанный с фоновыми изменениями (обычно это около 0,015 секунды в год). В эпицентральной же зоне среднеквадратичное изменение максимально, и связано оно с повышением интенсивности временного процесса в течение примерно полутора лет после землетрясения (0,03 с).

Прямые измерения времени пробега волн от вибрационных источников и удаленных взрывов в Калифорнии, а также «просвечивание» специальными взрывами в Таджикистане и Туркмении позволили установить: контрастные временные изменения параметров происходят в верхней части земной коры и в верхней мантии, на глубине около 100 км.

Сейчас в изучении четвертого измерения сейсмических моделей Земли сделаны только первые шаги. В перспективе мы надеемся, что ре-

зультаты этого изучения помогут в решении проблемы прогноза землетрясений и выявлении основных закономерностей пространственной структуры земных недр и их изменений во времени. И сейчас кроме накопления данных очень важно их теоретически обобщить. Один из этапов такого обобщения был завершен в 70-х годах, когда на основе многолетнего опыта геологических исследований на континентах и в океанах были выдвинуты две основные гипотезы в геологии — фиксизм и мобилизм. Сейчас необходимо проверить жизнеспособность той и другой гипотезы, а это требует новых знаний о строении Земли.

В последние годы произошли существенные изменения в сейсмическом методе исследований нашей планеты. Открылись новые возможности, но их реализация требует специальных наблюдений и приборов, например, площадных приемных ан-

тенн, контролируемых невзрывных источников, и в этом направлении ведется интенсивная работа. Сейсмология сейчас вступает в новый этап своего развития — этап открытий, связанных с детальным изучением неоднородностей земных оболочек, их сложной иерархии, временных изменений. Накопление новых фактов позволит выявить пока неизвестные закономерности развития нашей планеты, перейти от гипотез к теориям.



## АКТИВНОСТЬ ЯДЕР СПИРАЛЬНЫХ ГАЛАКТИК — НОВАЯ МОДЕЛЬ

Сейфертовские галактики, составляющие примерно 1% полного числа крупных спиральных галактик, отличаются от своих собратьев лишь ярким активным ядром. Астрофизик Р. Сандерс (Нидерланды) предположил, что стадия сейфертовской активности только эпизод (возможно, неоднократно повторяющийся) в жизни большинства спиральных галактик. Р. Сандерс утверждает, что фаза сейфертовской активности у спиральных галактик наблюдается, когда массивная черная дыра, находящаяся в ядре галактики, попадает внутрь

плотного газового облака и начинает интенсивно поглощать его вещество, выделяя при этом энергию в виде оптического и рентгеновского излучения. На чем основана эта гипотеза?

Современные наблюдательные данные свидетельствуют, что в центральной части Галактики существуют облака, состоящие в основном из молекулярного водорода. Каждое облако имеет радиус около 20 пк, а массу — несколько миллионов солнечных. Около десяти таких облаков обнаружено в центре нашей Галактики, внутри области радиусом 200 пк, есть они, по-видимому, и в других спиральных галактиках. В самом центре Галактики, как показали радио- и инфракрасные наблюдения, в области, радиус которой менее 1 пк, расположен компактный объект с массой около  $10^7$  солнечных. Наблюдаемое в этой области радиоизлучение и другие активные процессы дают возможность предположить, что массивный объект — черная дыра. В данный момент она, по-видимому, находится в разреженном межоблачном газе, а потому Галактика обладает более низкой активностью, чем сейфертовские галактики.

Согласно расчетам, примерно раз в 10 млн. лет черная дыра попадает в плотное молекулярное облако. Пролет черной дыры сквозь облако длится около 100 тыс. лет. В это время черная дыра интенсивно поглощает окружающий ее плотный меж-

звездный газ. В результате падения на черную дыру газ разогревается до сотен миллионов градусов и становится источником мощного оптического и рентгеновского излучения. Полная светимость ядра галактики должна достигать  $10^{44}$  эрг/с, именно такая светимость и наблюдается у ядер сейфертовских галактик. Поскольку длительность пролета черной дыры сквозь облако в 100 раз меньше промежутка между ее столкновениями с облаками, то фаза сейфертовской активности должна занимать примерно 1% времени жизни галактики. Другими словами, среди всех спиральных галактик в каждый момент времени лишь одна из ста должна находиться в фазе сейфертовской активности, что и наблюдается. Чтобы подтвердить гипотезу Р. Сандерса, необходимо прежде всего убедиться, что в ядрах сейфертовских галактик есть плотные газовые облака — такие же, как в ядре нашей Галактики.

Nature, 1981, 294, 5840.



Доктор географических наук  
**Ю. Л. РАУНЕР**  
Кандидат географических наук  
А. Н. ЗОЛОТОКРЫЛИН

## Засухи

**Эти стихийные явления трудно предсказать, но бороться с ними можно, применяя правильную агротехнологию выращивания сельскохозяйственных культур. Реализацию оптимальной агротехнологии предусматривает «Продовольственная программа СССР», принятая на майском (1982 года) Пленуме ЦК КПСС.**

По оценкам экспертов ООН, ежегодные убытки из-за стихийных бедствий составляют в мире 40 млрд. долларов. Ущерб мировому производству продуктов питания, наносимый только засухами, достигает 15% этой суммы. Печально знаменитая Судано-Сахельская засуха, обрушившаяся на саванны Северной Африки в 60—70-х годах, унесла сотни тысяч человеческих жизней. Погибло огромное количество домашнего скота и диких животных, а около 20 тыс. км<sup>2</sup> земельных угодий после этой засухи превратилось в пустыню. В некоторых странах Африки она вызвала массовую миграцию населения.

Но засухи случаются не только в Африке. В 1972 году они поразили сразу несколько основных сельскохозяйственных районов земного шара. Существенно упал урожай зерновых, и в результате нарушилась устойчивость мировых цен на зерно. Возникает вопрос: отражаются ли засухи, подобные описанному, на климатических изменениях, иными словами, не становится ли климат более засушливым. Обсуждение климатологического аспекта и механизма Судано-Сахельской засухи привело к выводу:

явление это не столь уж необычно для зоны саванн, в текущем столетии сходные события повторялись здесь дважды.

### КАК ВОЗНИКАЕТ ЗАСУХА?

Чтобы возникла засуха, необходимо устойчивое преобладание антициклональной погоды на большом пространстве (антициклон обычно сопровождается малооблачной погодой и меньшим количеством осадков). Поверхность почвы и приземный слой воздуха интенсивно нагреваются солнечными лучами. Поскольку сильно уменьшается относительная влажность этого слоя, возникает **атмосферная засуха**, которая затем, при недостаточном увлажнении почвы, может захватить и почвенную среду обитания растений, приводя к **общей засухе**.

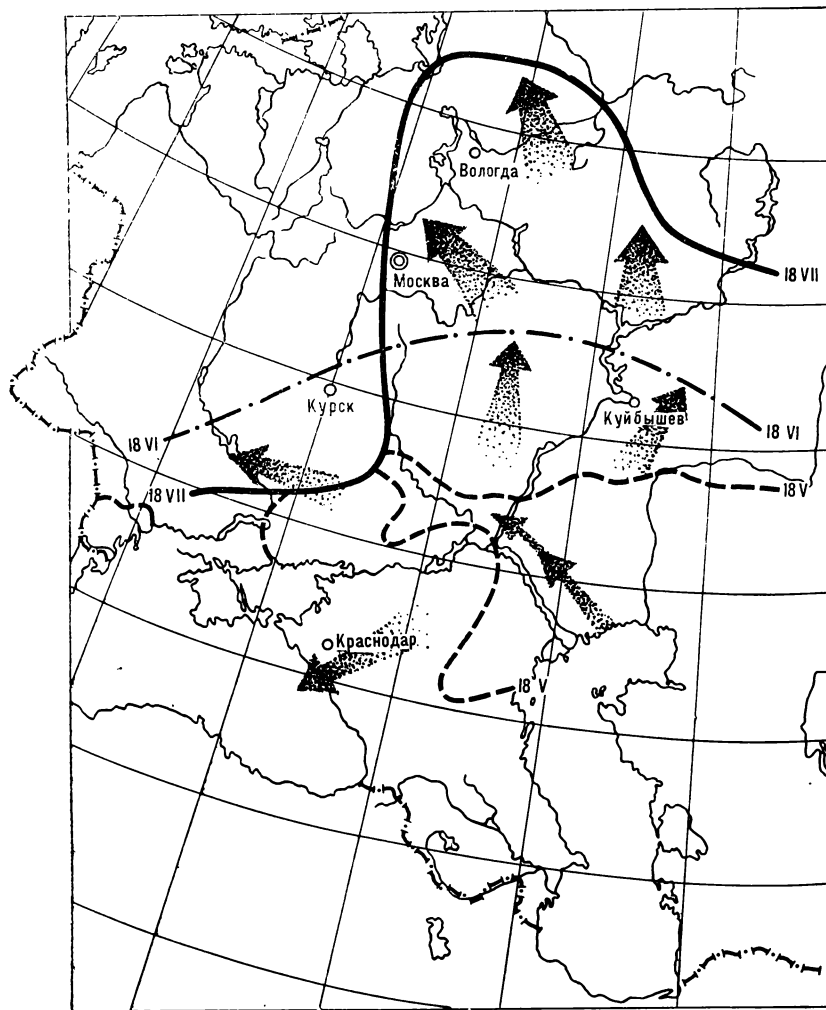
В качестве **критерия** атмосферной засухи часто принимают уменьшение средней месячной суммы осадков на 20% и повышение средней месячной температуры более чем на 1°С. Есть и другие критерии. В агрометеорологии распространен **гидротермический коэффициент**, предложенный Г. Т. Селяниновым. Это — отношение суммы осадков в период активной вегетации (когда температура выше 10°С) к сумме температур воздуха в то же время. Критерием засухи в период активной вегетации служит снижение гидротермического коэффициента до 0,6 в основных зерновых районах.

Установится ли нет антициклональная погода на обширной территории в то или иное время года, зависит от общей (планетарной) циркуляции атмосферы. В умеренных широтах северного полушария можно выделить два крайних состояния во-

здушных течений: **западно-восточный (зональный) перенос и движение воздуха вдоль меридианов**. Если преобладает зональное течение, циклоны в теплый период обычно перемещаются по северу Европы, а на европейской территории СССР увлажняют в основном Нечерноземную зону. На юге при этом преобладает антициклональная погода, которая иногда ведет к засухам в южной части зерновой зоны. Значит, существовать только зональное течение воздуха, южные зерновые районы СССР всегда бы страдали от засух, тогда как в северных районах европейской части страны господствовало бы переувлажнение при недостатке тепла.

На самом деле ситуация иная благодаря меридиональным воздушным потокам. Они способствуют тому, что в одних районах умеренной зоны в теплый период преобладают циклоны с обильными дождями, в соседних же — антициклоны, отчего развивается засушливость. Например, антициклональная погода на европейской территории СССР обычно сопровождается преобладанием циклонов и осадками в Западной Европе, а также в Западной Сибири и на севере Казахстана. И наоборот, при развитии циклонов над европейской территорией СССР в Западной Сибири и на севере Казахстана преобладает антициклональная погода без дождей. Таким образом, меридиональные воздушные течения как бы исправляют положение, с одной стороны, несколько уменьшая переувлажнение на севере, а с другой — дополнительно увлажняя основные зерновые районы.

Поскольку засухи в этих районах формируются как при зональном те-



чении воздуха, так и при меридиональном, то годы без засух довольно редки. За 90-летний период массовых метеорологических наблюдений в зерновой зоне нашей страны только 18 лет прошло без засух.

#### МОЖНО ЛИ ПРЕДСКАЗАТЬ ЗАСУХИ?

В настоящее время теория общей циркуляции атмосферы не в силах объяснить все изменения планетарных воздушных течений. Даже численное моделирование общей циркуляции атмосферы, которое стало одним из главных подходов к изучению крупномасштабных атмосферных процессов, пока не в состоянии достоверно описать короткопериодные колебания таких течений. А ведь именно эти колебания и создают длительные кли-

*Распространение засухи летом 1972 года на европейской территории СССР. Она началась в Нижнем Поволжье, затем перешла в Среднее, в середине лета захватила Северный Кавказ, Крым и Южную Украину, а к концу лета достигла Ладожского и Онежского озер. Разными линиями показана граница области, охваченной засухой в отдельные месяцы*

матические аномалии, в том числе и засухи. Поэтому только исчерпывающее понимание этого физического процесса и его численное моделирование позволят в будущем давать успешные прогнозы засух.

Сейчас иногда пытаются предсказывать засухи, основываясь на квазипериодических колебаниях во временной последовательности этих стихий-

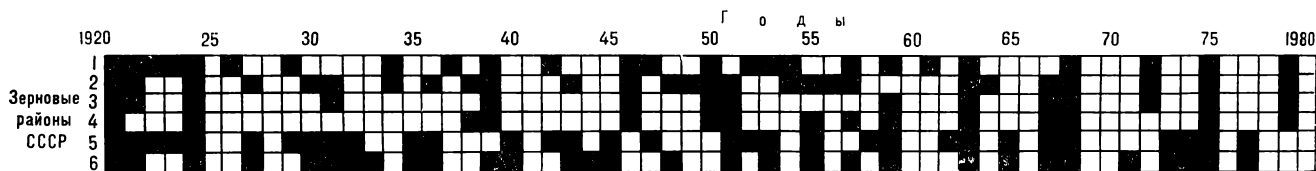
ных явлений. Объясняют подобные колебания связью с солнечной активностью, имеющей циклическую природу. Ценность таких прогнозов засух невелика, поскольку реальность воздействия солнечной активности на погоду и климат далеко не очевидна.

Наиболее обоснованы **вероятностные прогнозы засух**. Рассматривая их временную последовательность, можно предполагать, что в таком-то интервале с определенной вероятностью будет ровно столько-то засух. Так же рассчитывают, сколь вероятно отсутствие засухи во всех зерновых районах СССР или, напротив, вероятен одновременный охват засухой нескольких либо всех зерновых районов СССР. Значимость таких прогнозов тем выше, чем за более длительный срок известна их история.

Засухи заносятся в специальные **каталоги**, пользуясь которыми делают выводы о тенденциях повторяемости этих стихийных бедствий и закономерностях их распространения. Существует определенная система каталогов засух: во-первых, исходный каталог для какого-либо района; затем каталог сильных засух, охватывающих два или несколько районов или всю зерновую зону страны, и, наконец, каталог незасушливых лет, фиксирующий годы без засух во всех зерновых районах. В Институте географии АН СССР учет засух в зерновой зоне (за последние 90 лет) ведется на основе критерия гидротермического коэффициента, постоянно дополняемого данными об урожайности зерновых. Для некоторых районов европейской части страны по косвенным признакам (письменные источники, содержащие сведения о засухах, данные озерных отложений и т. д.) определено также, как именно чередовались маловодные и многоводные годы за несколько последних тысячелетий.

По каталогам определяется **повторяемость засух** на данной территории и **площадь их распространения**. В зерновой части СССР в среднем наблюдаются три засухи за десятилетие на площади, равной двум зерновым районам из шести. Величина эта служит климатологической нормой для зерновой зоны. В наиболее бла-





Фрагмент каталога засух  
Института географии АН СССР  
для зерновой зоны страны.  
Обозначение районов: 1 — Украина,  
2 — Поволжье, 3 — Центрально-  
Черноземный,  
4 — Северный Кавказ,  
5 — Западная Сибирь,  
6 — Северный Казахстан.  
Годы с засухами в указанных  
районах зачернены. Средняя  
повторяемость засух в последние  
60 лет составляет три засухи  
за десятилетие в двух районах  
из шести

в благоприятных условиях увлажнения на-  
ходятся два зерновых района (Цент-  
рально-Черноземный и Северный  
Кавказ), где за 10 лет отмечаются в  
среднем только две засухи. В осталь-  
ных зерновых районах (Украина, По-  
волжье, Западная Сибирь, Северный  
Казахстан) среднее число засух до-  
стигает трех-четырех. В этих же рай-  
онах растет и вероятность повторя-  
ющихся засух. Примерно раз в  
10—11 лет вся зерновая зона СССР  
или ее большая часть подвергается  
засухе.

Засухи, которые в Северном полу-  
шарии охватывают одновременно все  
внетропические и внемуссонные зер-  
новые регионы, к счастью, возникают  
весьма редко — примерно раз в сто-  
летие. Поэтому мировое производст-  
во зерна довольно стабильно.

Согласно расчетам, уже в ближай-  
шие десятилетия антропогенное воз-  
действие на земную атмосферу  
(в основном за счет выбросов  $\text{CO}_2$ ) мо-  
жет привести к повышению средней  
приземной температуры воздуха в  
Северном полушарии (Земля и Все-  
ленная, 1981, № 6, с. 19.— Ред.). По  
мнению некоторых ученых, это уве-  
личит число засух в основных зерно-  
вых районах. Однако сопоставление  
аномалии глобальной температуры с  
повторяемостью засух в зерновых  
зонах США, СССР, Западной Европы  
за последние 90 лет свидетельствует:  
нет никакой связи между глобальным

потеплением и учащением засух в  
США и Западной Европе.

#### БОРЬБА С ЗАСУХАМИ

Засухи создают серьезные трудно-  
сти для сельского хозяйства. Для  
борьбы с ними у нас в стране приме-  
няют комплекс агротехнических, ме-  
лиоративных, агрономических меро-  
приятий (удержание влаги в почве,  
поддержание правильных севообо-  
ротов с чистыми парами, внедрение  
засухоустойчивых культур). Все эти  
мероприятия — только часть ежегод-  
ной агротехнологии, которая пред-  
ставляет собой обширную и сложную  
систему методов и приемов выра-  
щивания зерновых. Ежегодная агро-  
технология определяет приемы регу-  
лирования водно-теплового режима  
корнеобитаемого и пахотного слоя  
почвы (сюда входят различные типы  
распашки, сроки сева и уборки); спо-  
собы повышения плодородия или  
улучшения минерального питания  
растений; совокупность факторов се-  
лекции (применение различных сор-  
тов с повышенной урожайностью и  
«отзывчивостью» на агротехнические  
приемы, сортов, устойчивых к болез-  
ням и к изменчивости погодных ус-  
ловий); набор сельскохозяйственных  
орудий и машин, уборочной техники  
для работы в условиях засухи и пе-  
реувлажнения. Все эти факторы раз-  
личны для разных сельскохозяйст-  
венных культур, неодинаковы в рай-  
онах с разнообразными почвенно-  
климатическими условиями; к тому  
же применять их следует с учетом  
конкретных особенностей каждого  
года.

Если из ежегодных колебаний уро-  
жайности зерновых на территории  
СССР выделить компоненту, завися-  
щую только от климатических ус-  
ловий, то оставшаяся часть покажет,  
насколько успешно или неуспешно  
применялась агротехнология в мас-  
штабе всей зерновой зоны СССР.

Анализ показывает: потери урожая  
за счет неоптимальной агротехноло-  
гии возделывания и уборки зерновых  
еще велики. Необходимо планировать  
оптимальную ежегодную агротехно-  
логию, учитывая метеорологические  
условия в масштабах всей зерновой  
зоны страны. Это снизит потери уро-  
жая в годы с неблагоприятной пого-  
дой и повысит урожайность в осталь-  
ные годы.

#### НОВЫЕ КНИГИ

##### «КЛИМАТ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА»

Так называется научно-популярная  
книга Е. П. Борисенкова, выпущен-  
ная в 1982 году издательством «Нау-  
ка». Посвящена она проблеме возра-  
стающего влияния климата на дея-  
тельность человека, а также уже  
начавшегося обратного воздействия  
человека на климат.

Книга состоит из введения и че-  
тырех глав. Во введении автор дает  
общую характеристику проблемы  
и анализирует существующие сейчас  
четыре раздела наших знаний о кли-  
мате Земли. История климата — тема  
первой главы. Привлекая различные  
данные — геологические, палеобота-  
нические, геохимические и другие, —  
автор описывает климат четвертич-  
ного периода Земли, включая время  
последнего ледникового периода  
и последнего тысячелетия.

О естественных факторах измене-  
ния климата (астрономических и  
геофизических) читатель узнает из  
второй главы книги. Третью главу  
автор посвятил климату и хозяй-  
ственной деятельности людей. Здесь  
рассматриваются различные аспекты  
зависимости сельского хозяйства,  
строительных, лесных и транспорт-  
ных отраслей от климата. Энергети-  
ка тоже находится в зависимости от  
колебаний климата: режимы освещен-  
ности, термический и ветровой влия-  
ют на потребление энергии, особенно  
в странах, где климатические ус-  
ловия часто и резко меняются.

Проблема антропогенного воз-  
действия на климат находится в центре  
внимания последней главы. Чита-  
тель найдет здесь оценки влияния  
различных факторов хозяйственной  
деятельности человека.



Кандидат физико-математических наук  
Ю. П. КОРОВЯКОВСКИЙ

## Взаимодействующие галактики

На крупнейшем в мире 6-метровом телескопе Специальной астрофизической обсерватории АН СССР интенсивно исследуются взаимодействующие галактики. Изучение почти ста крупномасштабных фотографий и спектров, а также моделирование на ЭВМ процесса взаимодействия галактик раскрыли многие особенности этих небесных объектов.

### ДВА ВЗГЛЯДА НА ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИЕ ГАЛАКТИКИ

Своими пионерскими работами по выявлению, классификации и изучению взаимодействующих галактик профессор Б. А. Воронцов-Вельяминов привлек внимание астрономов мира к этим удивительным объектам Вселенной. Их причудливые формы — прямолинейные выбросы вещества на многие десятки килопарсек, тончайшие перемычки между галактиками, цепочки галактик, тороидальные галактики поражали исследователей. Б. А. Воронцов-Вельяминов составил первый «Атлас взаимодействующих галактик», насчитывающий около 1000 объектов.

Астрономы искали ответы на уйму возникших вопросов: обусловлено ли такое многообразие форм взаимодействующих галактик общей закономерностью, родились ли эти галактики совместно или мы наблюдаем их взаимодействие в ходе случайной встречи, какова природа сверхтонких перемычек, мостов, выбросов.

В настоящее время есть два подхода к проблеме взаимодействующих галактик. Согласно академику В. А. Амбарцумяну, все двойные и большей кратности системы галактик имеют общее происхождение. В процессе взаимной эволюции галактики удаляются друг от друга, и, как следствие такого удаления, возникают перемычки, мосты и другие искажения формы.

Многие исследователи (Ю. и А. Тоомре, Р. А. Сюняев и др.), моделировавшие на ЭВМ процесс взаимодействия галактик, пришли к выводу, что большинство наблюдаемых искажений формы объяснимо приливным взаимодействием между галактиками при их случайном пролете. Если взаимодействие — результат случайной встречи, то, принимая во внимание достаточно высокий процент числа взаимодействующих галактик среди звездных систем (5—10%), необходимо допустить большую вероятность встречи галактик. Между тем даже в самых богатых скоплениях вероятность близкого прохождения галактик мала и, по оценкам А. В. Засова, составляет  $10^{-2}$ .

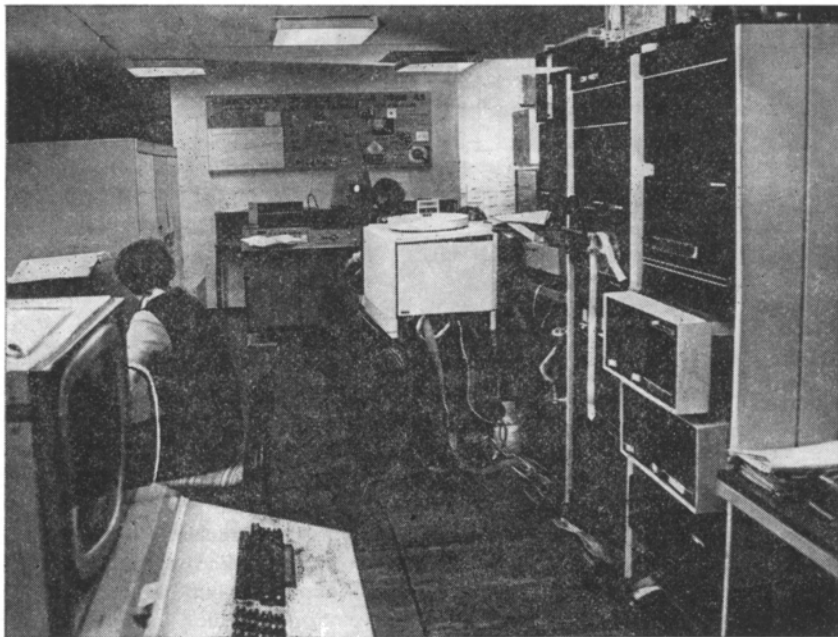
Правда, эта величина получена в предположении, что галактики равномерно распределены в скоплении. А поскольку пространственная плотность звездных систем возрастает к центру скопления, члены которого совершают преимущественно радиальные колебательные движения, то вероятность встреч галактик в богатых скоплениях может приближаться к единице. Но в центральной части скопления, где встреча наиболее вероятна, взаимные скорости галактик настолько велики (около

2000 км/с), что время их взаимодействия оказывается малым, приливные возмущения разовьются слабо, а захваты спутников будут происходить довольно редко (вторая космическая скорость для галактик равна нескольким сотням километров в секунду). Эти соображения, по всей видимости, подтверждают правильность концепции академика В. А. Амбарцумяна о совместном происхождении кратных систем галактик.

Взаимодействующие галактики интенсивно изучаются во многих обсерваториях мира. На 6-метровом телескопе Специальной астрофизической обсерватории АН СССР такие исследования начались в 1975 году и успешно продолжаются до сих пор. За это время получено около сотни крупномасштабных снимков и большое количество спектров этих небесных объектов. Кстати, именно Б. А. Воронцов-Вельяминов подчеркивал важность крупномасштабных фотографий при изучении взаимодействующих галактик.

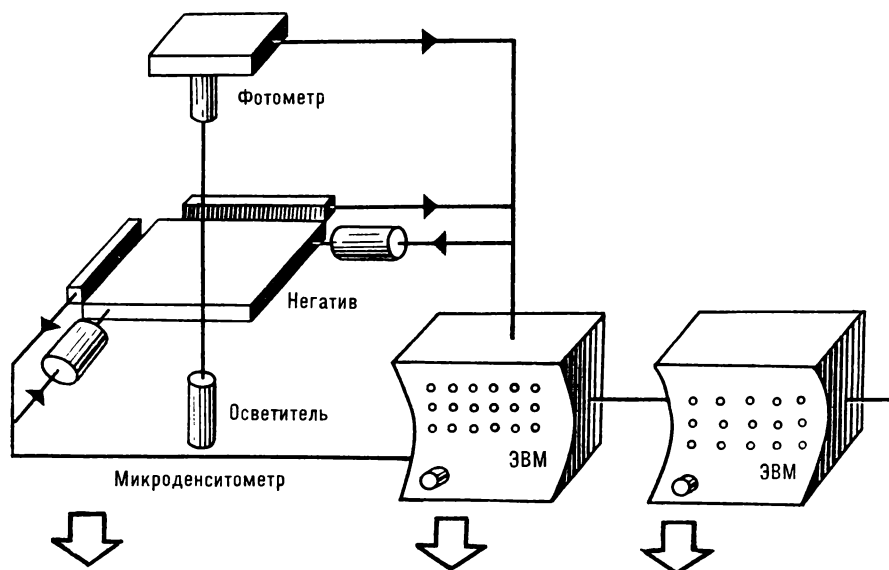
### КАК ОБРАБАТЫВАЮТ СНИМКИ ГАЛАКТИК

Исследуя далекий таинственный мир галактик, астрономы стремятся достичь наибольшего углового разрешения и максимальной проницаемости телескопа. Лучшее угловое разрешение 6-метрового телескопа  $0,8''$ , ему доступны звезды  $25^m$ . Но эти уникальные возможности зачастую реализовать трудно: беспокойная атмосфера размывает и ослабляет изображение.

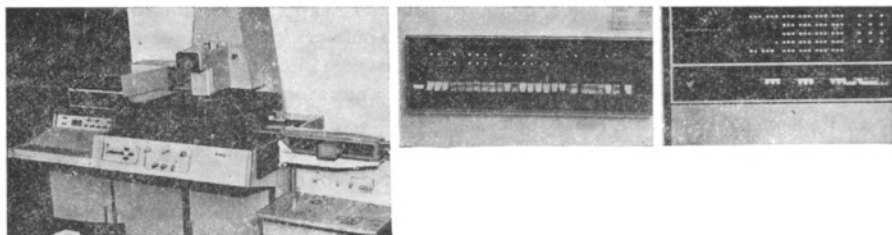


*Фотометрический комплекс  
Специальной астрофизической  
обсерватории  
АН СССР для обработки снимков  
и спектров галактик*

Если все-таки выпала удача и астроном «поймал» тот редкий момент, когда атмосфера и прозрачна, и спокойна, его поджидают трудности при обработке фотографий галактики или ее спектра. Астрономические фотоэмульсии вносят искажения в полезную информацию. Эти



*Блок-схема фотометрического  
комплекса Специальной  
астрофизической  
обсерватории АН СССР.  
Микроденситометр  
измеряет оптическую плотность  
отдельных участков негатива.  
Эти данные, закодированные  
в цифровой форме, поступают в ЭВМ,  
где выполняется обработка  
измерений по определенной  
программе.  
Затем результаты обработки  
через мультиплексор поступают  
на экран дисплея,  
фотозаписывающий аппарат,  
графопостроитель карт  
или магнитофон*



искажения усугубляются, если астроном применяет специальные усилители яркости изображения — электронно-оптические преобразователи и телевизионные системы. Устранить или ослабить искажения можно, подвергнув снимок или спектрограмму соответствующей математической обработке.

Используя современные математические методы улучшения, или, как принято говорить, восстановления изображения, и мощные ЭВМ, можно повысить угловое разрешение снимков в 2—3 раза; устранить дефокусировку, сдвиги изображения; увереннее выявить полезный сигнал. Но предварительно изображение необходимо закодировать в цифровой форме и ввести в ЭВМ. Для этого разработаны высокоточные и быстро-

действующие микроденситометры. Шаг за шагом они «просматривают» негатив, измеряют оптическую плотность отдельных (элементарных) участков, на которые разбивается исследуемое изображение. Результаты измерений записываются на магнитной ленте, которая поступает в ЭВМ, где по соответствующим программам ведется обработка изображения. И здесь астроном вновь сталкивается с трудностями, вызванными ограниченными объемом памяти ЭВМ. Ведь чтобы не потерять полезную информацию, содержащуюся на негативе, приходится делать очень много (иногда до миллиона!) измерений исследуемого объекта. При обработке снимков используют различные алгоритмы: либо очищают изображение от шумов фотозульсии, либо устраи-

вают атмосферное размазывание изображения. И наконец, улучшенное изображение необходимо представить в виде, удобном для восприятия, например на экране дисплея или на фотопленке, для чего применяют фотозаписывающий аппарат, строящий изображение элемент за элементом.

Каковы же результаты улучшения изображения галактик? Большинству читателей хорошо известна фотография эллиптической галактики М 87 в созвездии Девы. От этой галактики тянется почти на 5000 световых лет слабый выброс. На оригинальном снимке галактики М 87, полученном с помощью 6-метрового телескопа, диаметр самых слабых звезд порядка 1,5". После устранения атмосферного размазывания, разрешение на сним-

ке улучшилось до 0,5—0,8", характерная деталь галактики — выброс распался на семь или восемь сгущений. Кстати, американские астрономы Х. Арп и Ж. Лорре выполнили аналогичную обработку снимка М 87, сделанного на 5-метровом телескопе, но обнаружили только шесть сгустков в выбросе.

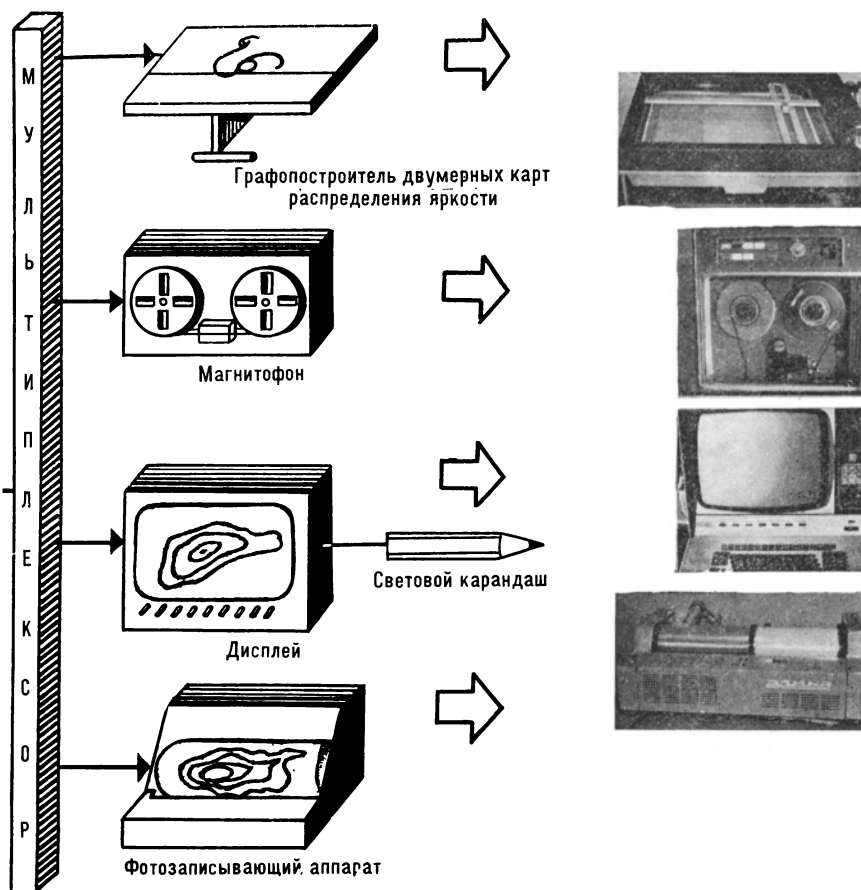
На крупномасштабном снимке галактики VV 523 видна линейная структура, которая состоит из двойного ядра, шести или семи компактных объектов, погруженных в общую оболочку. Между тем по мелкомасштабным фотографиям эта система была ошибочно классифицирована как двойная и включена под номером 311 в каталог пар, составленный И. Д. Караченцевым в Специальной астрофизической обсерватории АН СССР.

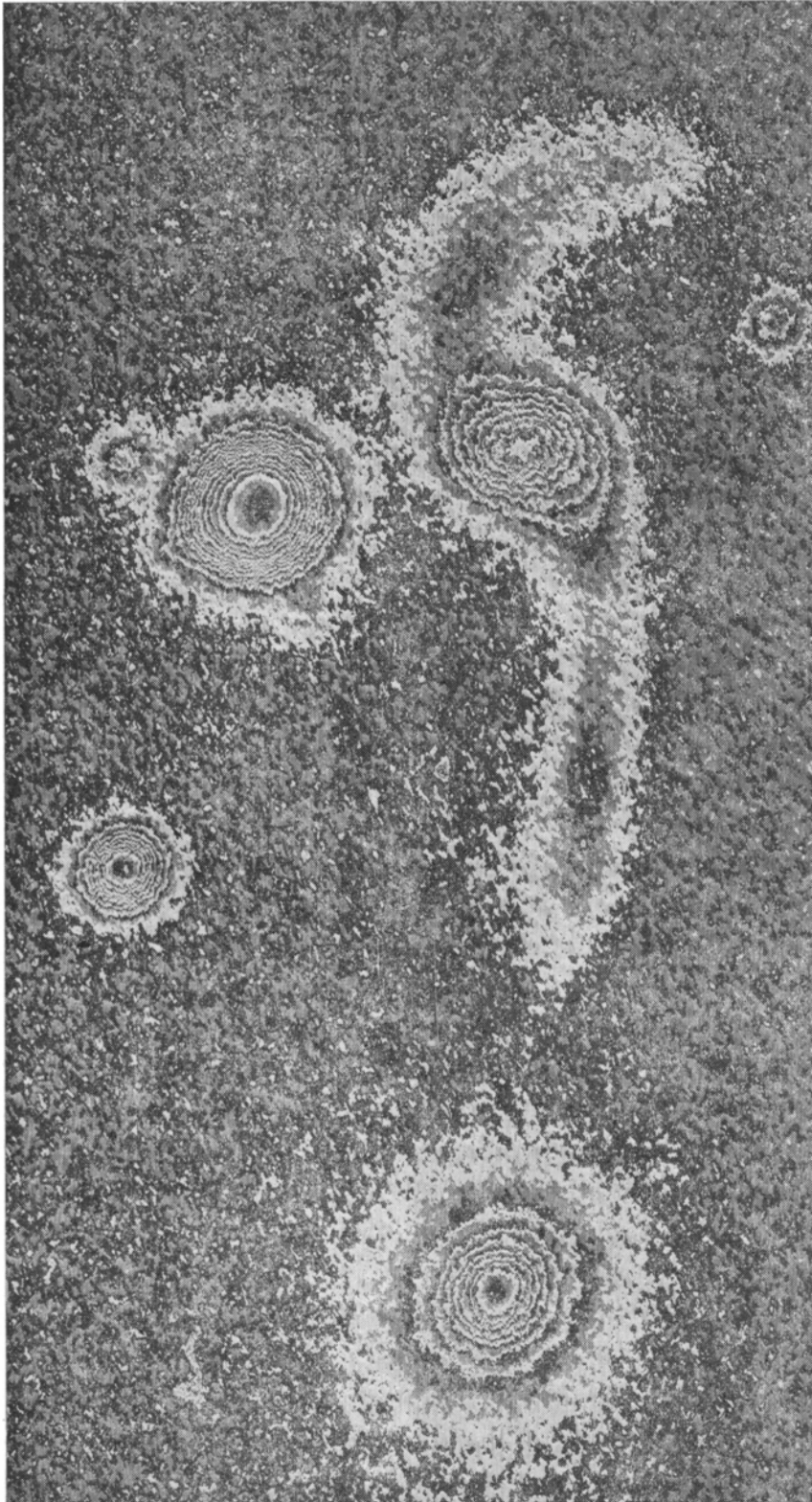
На снимке галактики VV 301 заметна широкая перемычка, соединяющая эллиптическую и спиральную галактики. Интересно, что линии равной плотности эллиптической галактики искажены слабо, хотя в этой взаимодействующей системе расстояние между компонентами невелико — около 45 кпк.

Благодаря снижению шумов фотозульсии при обработке изображений удается проследить слабосветящиеся части галактик на расстоянии от их центра в 2—2,5 раза больше, чем во время визуального обзора негатива. На оригинальной фотографии взаимодействующей системы VV 301 диаметр эллиптической галактики кажется существенно меньшим, чем на улучшенном снимке. Выделение слабых деталей, сливающихся с фоном негатива, особенно важно, когда исследуются приливные искажения, определяется морфологический тип или ведется поиск слабосветящихся корон галактик.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГАЛАКТИК

Моделировать взаимодействие галактик оказалось возможным после того, как появились быстродействующие ЭВМ. В большинстве модельных расчетов взаимодействующие галак-





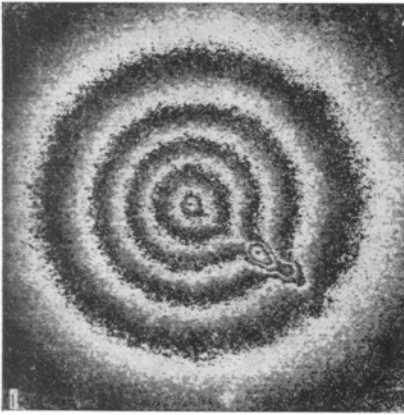
тики рассматривались в рамках ограниченной задачи: два гравитационных центра — «ядра», содержащих основную массу галактик, пролетают по гиперболическим или параболическим траекториям на небольшом расстоянии друг от друга. Вокруг каждого из ядер в начале взаимодействия вращаются по круговым орбитам пробные тела. Их отождествляют либо со скоплениями звезд, либо со скоплениями газовых облаков, которые гравитационно друг с другом не взаимодействуют. Если моделируются не слишком близкие пролеты, то такое упрощение, с одной стороны, корректно описывает приливные явления во внешних частях галактик, а с другой стороны, позволяет выполнить расчеты на ЭВМ среднего класса.

В задаче о взаимодействии галактик можно, разумеется, учитывать и самогравитацию пробных тел. Но решать такую задачу удается, лишь используя ЭВМ с рекордной производительностью и большим объемом оперативной памяти. Чтобы получить наблюдаемую спиральную структуру, приходится допускать, что хаотические скорости звезд в скоплениях велики — до 100 км/с (модель «горячего» диска) либо что звездный диск погружен в мощное (до 80% массы галактики) сферическое гало.

Автор совместно с А. А. Коровяковской рассчитал в рамках ограниченной задачи различные типы взаи-

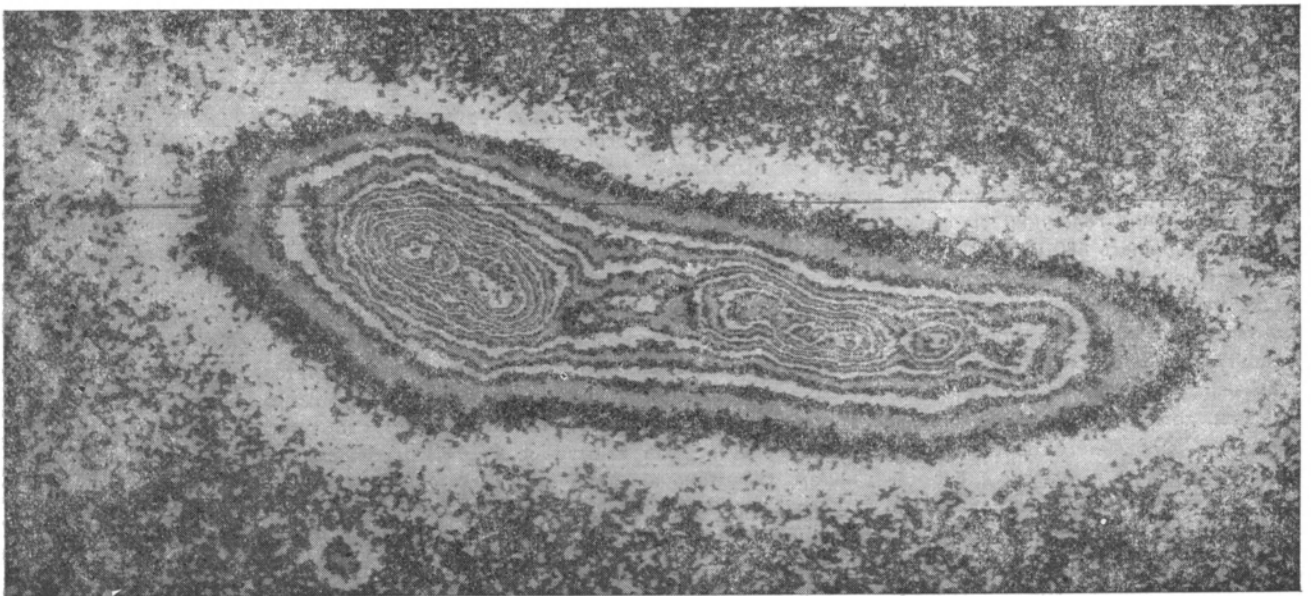
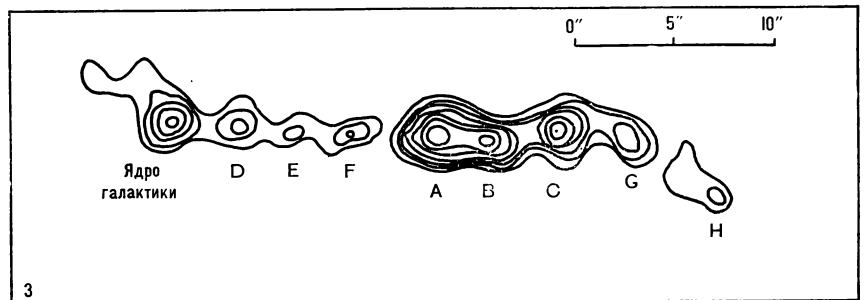
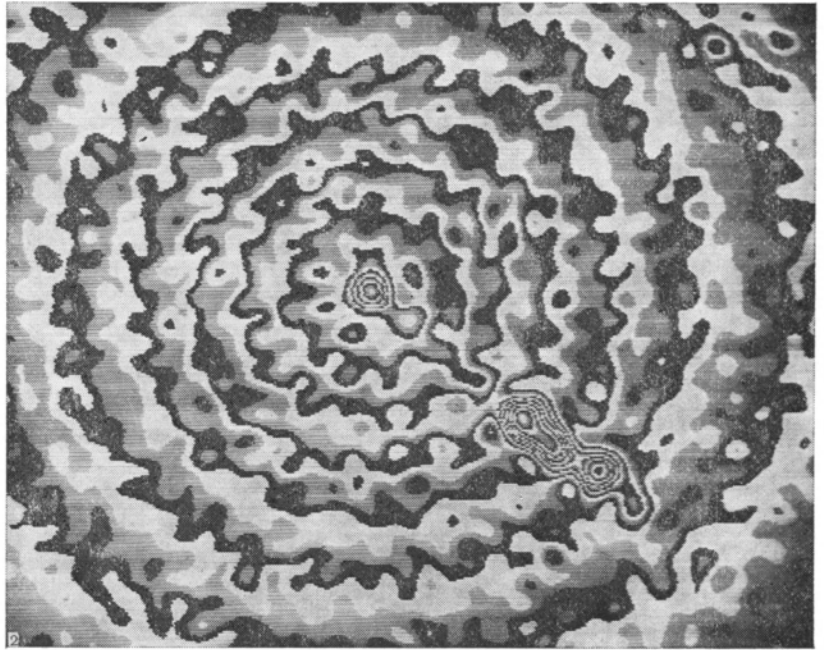
*Улучшенное изображение взаимодействующих галактик VV301 (ослаблены высокочастотные шумы фотозмульсии). Линии равной плотности почернения негатива проведены с интервалом 0,05. Короткий и более изогнутый спиральный рукав галактики, входящей в эту взаимодействующую систему, имеет на конце повышенную яркость. По-видимому, спиральный рукав проецируется на звезду поля. Второй спиральный рукав галактики направлен к другому компоненту взаимодействующей системы — эллиптической галактике. Этот рукав граничит с широким «мостом» вещества, связывающим компоненты взаимодействующей системы VV301*

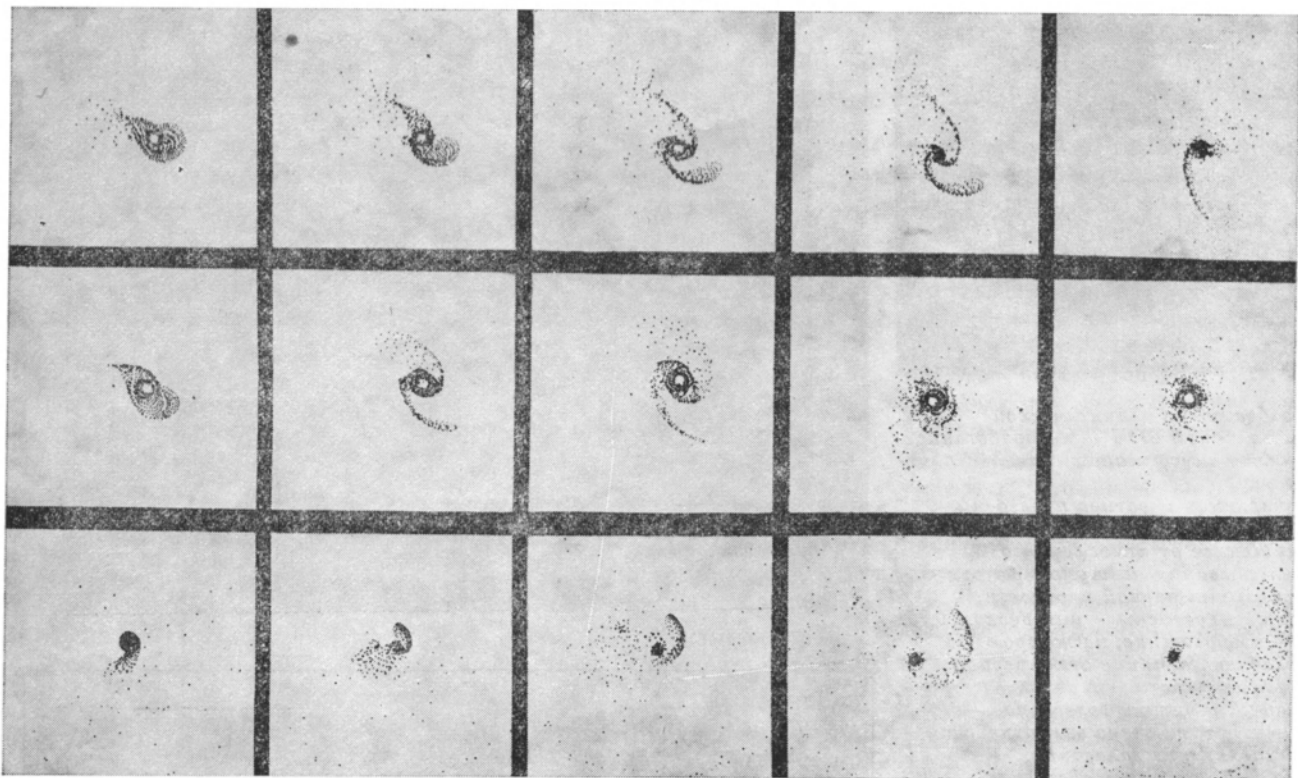




Изображения эллиптической галактики M 87: 1 — необработанное изображение, линии равной плотности почернения негатива проведены с интервалом 0,15; 2 — изображение, очищенное от атмосферного размазывания и шумов фотоэмульсии, линии равной плотности также проведены с интервалом 0,15; 3 — изображение, на котором ослаблено влияние атмосферной турбулентности и ошибок оптики телескопа, а также исключена эллиптическая составляющая галактики, чтобы детальнее представить структуру выброса. Латинскими буквами отмечены отдельные сгустки выброса

Улучшенное изображение цепочки взаимодействующих галактик VV 523. Ослаблены шумы фотоэмульсии. Линии равной плотности проведены с интервалом 0,1





модействия. Результаты расчетов выводились на экран дисплея, где можно с различных направлений «разглядеть» галактику, испытывающую приливное возмущение. Будем в дальнейшем называть галактику, которая порождает приливные возмущения, «спутником». Так вот, моделировалось взаимодействие галактики и ее «спутника», который был в 2 раза массивнее. «Спутник» двигался перпендикулярно диску галактики по гиперболической траектории. Его скорость в перигеуме (точка наибольшего сближения галактики со «спутником») равнялась 680 км/с. История развития приливных возмущений в диске галактики прослежена с момента, когда «спутник» прошел перигеум на расстоянии 22 кпк от галактики, и в течение последующих 340 млн. лет. Взаимодействие закончилось образованием почти **прямолинейного хвоста** у галактики. Второй ее спиральный рукав полностью распался к тому времени.

Моделировался также пролет «спутника» по параболической траектории,

причем он имел ту же массу, что и галактика. В перигеуме скорость «спутника» и расстояние между ним и галактикой составляли 240 км/с и 30 кпк соответственно. Как и в первом случае, «спутник» двигался перпендикулярно диску галактики. Развитие приливных возмущений, длившееся около 2,5 млрд. лет, заканчивается формированием **двух спиральных семейств**: внешнего двурукавного и внутреннего многорукавного.

Были выполнены расчеты приливного взаимодействия галактик равной массы, которые имели гиперболические траектории с перигеумным расстоянием 18 кпк. «Спутник» двигался в плоскости диска галактики в том же направлении, в каком вращались пробные частицы. В этом варианте образовалась **однорукавная спиральная структура**, от галактики оторвалась и ушла вместе со спутником значительная доля ее массы.

Оказалось, что при далеких (перигеумном расстоянии 2,5—3 радиуса галактики) или быстрых (скорость в перигеуме 900—1000 км/с)

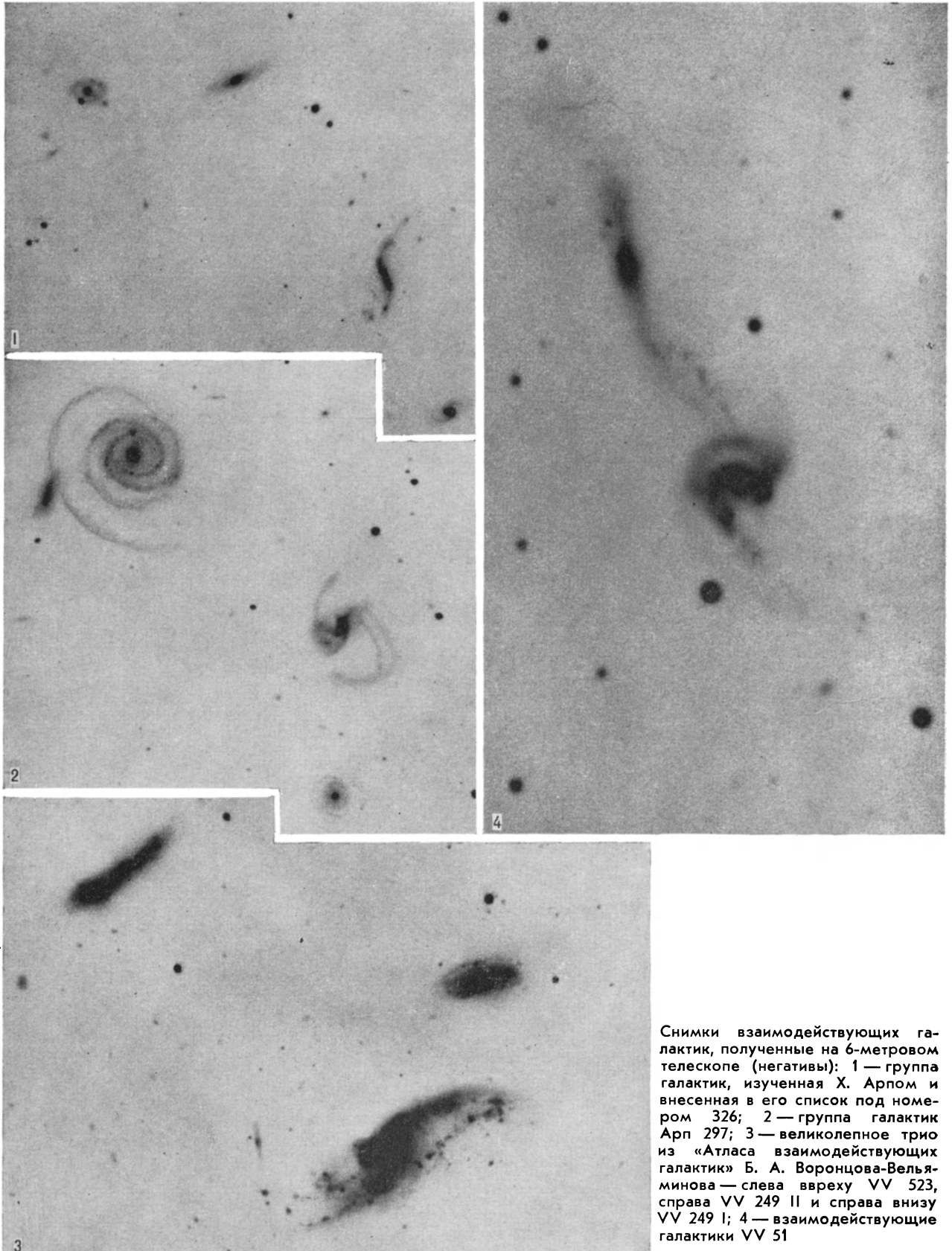
*Рассчитанная на ЭВМ эволюция структуры галактики под влиянием приливного воздействия «спутника», который движется: вверху — по гиперболической траектории перпендикулярно диску галактики; в середине — по параболической траектории перпендикулярно диску галактики; внизу — по гиперболической траектории в плоскости галактического диска*

пролетах приливные возмущения слабо выражены. Галактика приобретает форму, похожую на чечевицу, и спиральные рукава не возникают. Во время близких или медленных пролетов, как правило, один из спиральных рукавов развит сильнее. Эту характерную особенность математических моделей, вероятно, можно использовать, если необходимо выяснить: связана ли данная система физически или мы имеем дело с эффектами случайной проекции не взаимодействующих галактик. Ведь

**Успешное завершение 211-суточного пилотируемого полета  
А. Н. Березового и В. В. Лебедева — новое  
выдающееся достижение советской космонавтики**



**Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР А. Н. Березовой [слева] и дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР В. В. Лебедев**



Снимки взаимодействующих галактик, полученные на 6-метровом телескопе (негативы): 1 — группа галактик, изученная Х. Арпом и внесенная в его список под номером 326; 2 — группа галактик Арп 297; 3 — великолепное трио из «Атласа взаимодействующих галактик» Б. А. Воронцова-Вельяминова — слева вверху VV 523, справа VV 249 II и справа внизу VV 249 I; 4 — взаимодействующие галактики VV 51

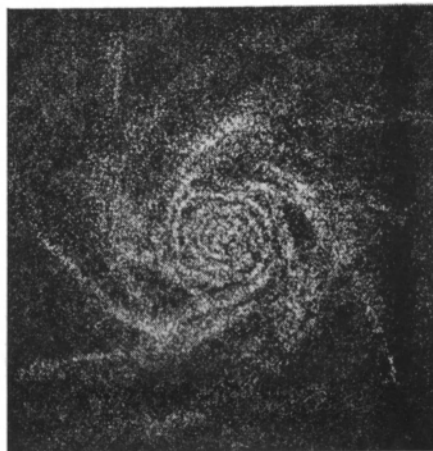
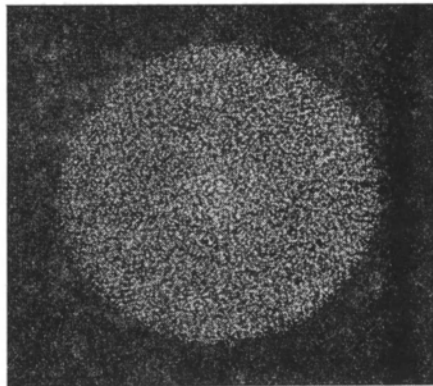


*Взаимодействие галактик, вращающихся вокруг своих ядер в противоположные стороны: вверху — математическая модель, внизу — снимок галактики VVI9 (негатив)*

спектры, которые помогают астроному однозначно решить подобную проблему, получены лишь для очень немногих ярких взаимодействующих галактик.

Многообразие наблюдаемых форм взаимодействующих галактик в значительной мере обусловлено их случайной ориентацией по отношению к земному наблюдателю. К такому выводу можно прийти, рассматривая с различных направлений изображения на экране дисплея. Когда взаимодействуют галактики, вращающиеся вокруг своих ядер в противоположных направлениях, изображения напоминают систему VV 19. Б. А. Воронцов-Вельяминов назвал ее «Телефон». Если же встречаются галактики с одинаковым направлением углового вращения, то изображения весьма схожи с системой Арп 241.

В последнее время автор учел самогравитацию пробных тел в математических моделях взаимодействия галактик. Первоначально в модели существовал плоский диск с определенным разбросом скоростей



отдельных звезд. Кроме звездного диска в модель было включено сферическое население, наблюдающееся во многих галактиках. Как показали расчеты на ЭВМ, спустя 400 млн. лет в диске сформировались **спиральные ветви**. Если галактика не испытывала приливного возмущения со стороны пролетающего «спутника», возникшие спирали, обусловленные коллективными явлениями в самогравитирующем диске, «жили» довольно долго — в течение пяти — десяти оборотов галактики вокруг ее ядра. При близкой встрече со «спутником» в диске галактики возникали мощные **приливные мосты**, которые со временем распадались. Следы приливного взаимодействия галактики сохраняют довольно долго.

В математических моделях взаимодействия галактик можно проследить возникновение двойных перемычек, прямолинейных хвостов, наблюдаемых в реальных системах. Пролет «спутника» перпендикулярно плоскости галактического диска искажает форму этого диска: из плоского он становится вытянутым, напоминающим латинскую букву S. Аналогичные искажения наблюдаются у многих взаимодействующих галактик. Радиоастрономические наблюдения обнаружили искажения плоскости диска нашей Галактики. Эти искажения вызваны, как полагают, приливным воздействием Магеллановых Облаков — близких спутников нашей Галактики.

Может сложиться впечатление, что феномен взаимодействия в ми-

*Рассчитанная на ЭВМ эволюция изолированного звездного диска (учтена самогравитация отдельных звезд). Вверху — начальное состояние диска, внизу — спустя примерно 400 млн. лет*



ре галактик перестал быть загадкой. Однако многие взаимодействующие галактики не укладываются в простые модели приливов. Б. А. Воронцов-Вельяминов выделил даже целый класс подобных систем. Явление

взаимодействия галактик, на наш взгляд, невозможно объяснить лишь одним приливным механизмом. В отдельных системах, вероятно, мы наблюдаем процессы деления и фрагментации галактик. Дальнейшие

наблюдения взаимодействующих галактик, создание их более детальных математических моделей, без сомнения, откроют астрономам не разгаданные сегодня тайны.

## НЕСОСТОЯВШИЙСЯ АСТЕРОИД

В истории астрономии помимо подлинных открытий новых небесных объектов случались и ложные открытия, основанные на ошибках наблюдателей. К числу таких казусов относится открытие астероида Адальберта, которому был присвоен номер 330.

Один из известных открывателей малых планет — М. Вольф нашел изображение Адальберты на снимках, полученных в две мартовские ночи 1892 года в Гейдельберге. К слову сказать, именно он первым применил фотографический метод для поисков и наблюдений астероидов.

С тех пор Адальберта ни разу не наблюдалась и считалась утерянной вместе с несколькими другими астероидами. Следует, однако, заметить, что число «утерянных» астероидов непрерывно уменьшается: современные методы вычисления орбит и учета возмущений позволяют в конце концов разыскивать один утерянный астероид за другим. Адальберту найти не удавалось. Между тем она представляла особый интерес. Дело в том, что период ее обращения, по старым определениям, был почти в 4 раза меньше периода обращения Юпитера. А еще в 1866 году, когда было известно менее сотни астероидов, американский астроном Д. Кирквуд установил, что нет астероидов с периодом, кратным периоду Юпитера: если построить распределение астероидов по периоду, то в соответствующих местах обнаруживаются провалы, или, как их теперь называют, люки Кирквуда. Сейчас число нумерованных астероидов приближается к 2500, но люки остаются чистыми. (Виновником их образования считают Юпитер, хотя механизм происхождения люков остается еще не вполне ясным.) Адальберта же находится в одном из люков.

И вот сотрудники Южной европейской обсерватории Р. Вест и К. Мадсен тщательно проверили оригинальные фотографии, полученные Вольфом и хранившиеся все это время в архиве. Выяснилось, что за астероид были приняты... галактические объекты! В наши дни, когда исследователи располагают подробными ката-

логами объектов Солнечной системы, Галактики и внегалактических объектов, это может показаться забавным казусом. Во времена же М. Вольфа таких каталогов не было, и ему самому принадлежит честь составления фотографического атласа неба (совместно с австралийским астрономом И. Пализа) и открытия многих туманностей.

Итак, астероид 330 Адальберта не существует. Вместе с этим остался «чистым» и соответствующий люк Кирквуда.

Кандидат физико-математических наук  
А. Н. СИМОНЕНКО

## КАК МОСКОВСКИЙ АСТРОНОМ «ЗАКРЫЛ» НОВУЮ ЗВЕЗДУ

Да, в астрономии случается и такое: новые звезды не только открывают, но и закрывают. История эта началась 36 лет назад. 30 августа 1946 года французский астроном Р. Риголле на фотопластинке, экспонировавшейся с 20 ч 31 мин до 21 ч 11 мин Всемирного времени, обнаружил в созвездии Орла новую звезду. Открытие подтвердил другой французский астроном — Ш. Берто, когда одновременно получил два фотоснимка той же области неба час спустя после снимка Риголле. Звезда была довольно яркой — 11,3 звездной величины, поэтому вызывало удивление, что столь яркий объект никто больше не заметил. Мало этого, астроном В. Венцель из Зоннебергской астрономической обсерватории, фотографировавший тот же участок неба в ту же ночь и в те же часы, сообщил, что в указанной области звезд 11-й

величины нет. Правда, другой зоннебергский астроном — К. Хофмейстер — нашел в этом месте объект 12,5 звездной величины. И хотя звезда было присвоено предварительное обозначение V 890 Aq1 (это означает, что данная звезда — 890-я по счету переменная в созвездии Орла), отождествить ее с новой или новоподобной звездой в минимуме блеска не удалось.

Разрешить это недоразумение взялся в наши дни научный сотрудник Астрономического совета АН СССР Н. Н. Самусь. Тщательное сравнение опубликованной фотокарты Риголле с присланной в Москву репродукцией снимка Берто убедительно показало, что положения объекта на этих снимках не совпадают. Смещение объекта на снимках составило 24 секунды дуги (поперечник диска Марса в период великого противостояния). Блеск объекта Н. Н. Самусь оценил в 12,4 звездной величины, тем самым подтвердив данные В. Венцеля и К. Хофмейстера. Вывод ученого гласил: перед нами не звезда, а движущийся объект.

Но какой именно? Малая планета? К сожалению, эфемериды малых планет на 1946 год не издавались. Н. Н. Самусь обратился к астроному Института теоретической астрономии в Ленинграде. В отделе малых планет, комет и метеоров института проверили возможность отождествления V 890 Орла с известными малыми планетами. И в результате предполагаемую новую уверенно отождествили с малой планетой № 258 Тихе.

Так была навсегда закрыта новая V 890 Орла.

Астрономический циркуляр, 1982,  
1205, 1215.



Кандидат физико-математических наук  
Б. В. КОМБЕРГ

## Радиогалактика Персей А

**В центре богатого скопления галактик в созвездии Персея находится гигантская радиогалактика с активным ядром. Чем вызвана активность ее ядра — столкновением с другой галактикой, взрывом в ядре или падением межгалактического газа на ядро?**

### ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОБЪЕКТ СКОПЛЕНИЯ

Под номером 1275 в Новом генеральном каталоге (NGC) Дж. Дрейера, опубликованном в 1888 году, значится сфероидальная галактика с яркой клочковатой полосой на северном краю. Именно с этой галактикой еще в 1954 году американские астрономы В. Бааде и Р. Минковский отождествили мощный радиоисточник в созвездии Персея. Ему как самому яркому в созвездии присвоили индекс А, и теперь радиоисточник часто называют Персей А, или ЗС 84, поскольку в третьем Кембриджском каталоге радиоисточников он имеет номер 84.

Галактика NGC 1275 — ярчайший объект в богатом скоплении галактик (13 видимая и —22 абсолютная звездная величина). Она видна в нескольких градусах от известной переменной звезды  $\beta$  Персея (Алголь). Скопление галактик расположено на расстоянии примерно 110 Мпк, оно удаляется от нас со скоростью около 5400 км/с. Отдельные галактики скопления движутся относительно его центра с большой скоростью,

достигающей 2500 км/с. Размер центральной области скопления порядка 120 000 пк, полная масса скопления, насчитывающего свыше тысячи галактик, оценивается в  $10^{15}$  солнечных.

От центра скопления, где расположена галактика NGC 1275, почти на 800 000 пк к западу тянется цепочка галактик. Вокруг нее заметно слабое свечение в оптическом и мягком рентгеновском диапазонах. Кончается цепочка кометообразной радиогалактикой IC 310 (Земля и Вселенная, 1975, № 2, с. 29—32. — Ред.). В скоплении видно еще несколько кометообразных радиогалактик, самая яркая из которых ЗС 83.1 (NGC 1265). Эта эллиптическая галактика движется относительно NGC 1275 со скоростью больше 2500 км/с. Когда галактика движется со сверхзвуковой скоростью в межгалактической среде, плотность которой в центральных областях скоплений может достигать  $10^{-2}$  атомов в  $1 \text{ см}^3$ , возникает межгалактический ветер. Он сдувает магнитосферы активных ядер галактик, образуя у них «хвосты», подобно тому, как солнечный ветер обдувает земную магнитосферу.

В скоплениях межгалактический газ, нагретый до  $10^7$ — $10^8$  К, излучает рентгеновские кванты с энергией 1—10 кэВ. Мощность рентгеновского излучения скопления галактик в созвездии Персея составляет примерно  $5 \cdot 10^{44}$  эрг/с. Около 45% этого излучения приходится на долю галактики NGC 1275, в короне которой, по-видимому, есть горячий газ, и 25% — на долю компактного радиоисточника, почти совпадающего с ядром NGC 1275. Правда, данные о рентгеновском излучении получены с разре-

шением порядка угловой минуты, что на расстоянии NGC 1275 составляет в линейной мере 30 000 пк.

### ВЗРЫВ ИЛИ СТОЛКНОВЕНИЕ?

Еще в 1943 году американский астроном К. Сейферт обнаружил в спектре ядра NGC 1275 широкие линии излучения, что и заставило исследователя занести галактику в свой список «сейфертовских» объектов. В 1957 году Р. Минковский выделил в спектре NGC 1275 две системы линий излучения, которым соответствовали различные скорости движения: 5200 и 8200 км/с.

И в «быстром» газе (его иногда называют газом Минковского), и в «медленном» наблюдаются линии ионизированного водорода и кислорода, а также линии ионизированного азота и серы. В 1965 году английские астрономы М. и Дж. Бербиджи выполнили детальные исследования спектров NGC 1275. Они установили, что «быстрый» газ сосредоточен в основном к северу от ядра галактики и имеет клочковатую структуру, вытянутую к северо-западу почти на 15 кпк. Этот газ, масса которого около  $10^8$  солнечных, движется со скоростью 3000 км/с от ядра, в сторону, противоположную наблюдателю. Выброс с большой скоростью такого огромного количества газа мог произойти, как считают Бербиджи, только при взрыве в ядре NGC 1275. С момента взрыва, по их оценкам, прошло около 5 млн. лет.

Не все согласны с гипотезой взрыва в ядре NGC 1275. Советский аст-

роном В. И. Проник, проанализировав имевшиеся к 1968 году данные о NGC 1275, пришел к выводу, что мы наблюдаем две сталкивающиеся галактики. «Быстрый» газ по своим параметрам походил на газ спиральной галактики, видимой с ребра и

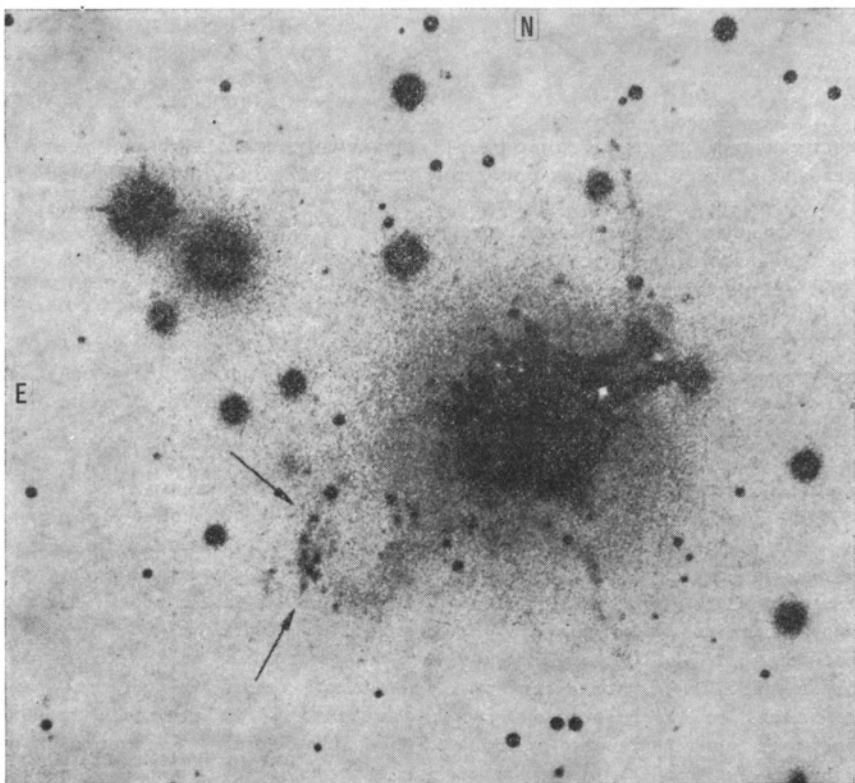
сильно «растрепанной» приливным взаимодействием. Казалось, правы не Бербиджи, а Бааде и Минковский, предложившие для объяснения радиоизлучения галактик гипотезу столкновения. Перед астрономами открывалась заманчивая перспектива

связывать все особенности NGC 1275 с катастрофическими процессами, происходившими в центре скопления при прохождении «быстрой» спиральной галактики вблизи массивной сфероидальной системы. Однако и у такого объяснения были свои трудности.

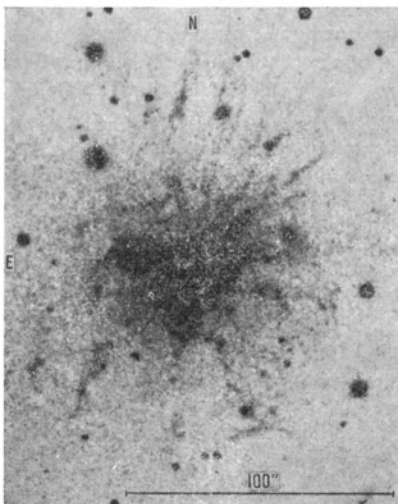
В 1970 году А. Сендидж, а в 1971 году Р. Линдс получили прекрасные фотографии галактики NGC 1275 в синих лучах и в линии водорода  $H\alpha$ . На снимках были видны расходящиеся от галактики узкие струи неправильной формы. Они тянутся от ядра галактики в среднем на 60 000 пк, а в северном направлении еще дальше — на 90 000 пк. Эти струи газа как будто бы свидетельствовали о взрыве в ядре. Но скорость газа в струях (не более 1000 км/с) оказалась меньше скорости движения самих струй, и, судя по направлению вытянутости струй, которые не сходятся в центре галактики, газ не был выброшен из ее ядра.

В 1976—1977 годах с критикой гипотезы столкновения двух галактик выступили Я. Оорт и С. ван ден Берг. Если «быстрая» спиральная галактика возмущена приливными силами, то почему не возмущена центральная сфероидальная система? Кроме того, в скоплении галактик в созвездии Персея мало спиральных объектов, поэтому и столкновения с ними должны случаться крайне редко. Оорт и ван ден Берг предположили, что если «быстрый» газ принадлежит спиральной галактике, то сама эта галактика просто проецируется на центр скопления, а не является его членом. Радиоастрономические и оптические наблюдения показали, что «быстрая» галактика расположена на луче зрения перед центральной галактикой скопления и приближается к ней со скоростью 3000 км/с. Вполне возможно, что «быстрый» газ — это обычные области ионизированного водорода (зоны H II), которые находятся в проецирующейся на NGC 1275 «быстрой» спиральной галактике, наблюдаемой почти с ребра.

Но если не взрыв в ядре галактики и не столкновение двух звездных систем, то что же вызывает активность ядра NGC 1275? Прежде



*Снимок NGC 1275 в голубых лучах (негатив), сделанный А. Сендиджем на 5-метровом телескопе Паломарской обсерватории. На северной кромке основного тела галактики концентрируется «газ Минковского». Стрелками указана область голубых компактных образований, вероятно, звездных сверхассоциаций*



*Фотография NGC 1275 в линии водорода  $H\alpha$  (негатив), полученная Р. Линдсом на 2-метровом телескопе обсерватории Китт Пик. Видны вытянутые струи газа*

чем попытаться ответить на этот вопрос, коротко расскажем о свойствах ядра галактики NGC 1275.

Условия в околядерной области этой галактики мало чем отличаются от условий в других сейфертовских галактиках. Мощное нетепловое излучение ядра (светимость порядка  $10^{44}$  эрг/с) способно ионизировать окружающий газ. Этот газ собран в отдельные облака, масса которых 1 млн. солнечных, а плотность 10 000 атомов в  $1 \text{ см}^3$ . Размеры облачной системы порядка 100 пк. Так как линии водорода, наблюдаемые в околядерной области NGC 1275, очень широкие, то можно сделать вывод, что система облаков расширяется со скоростью около 2500 км/с.

В оптическом диапазоне нетепловое излучение ядра сильно переменное. Советский астроном В. М. Лютый выделил две составляющие в излучении ядра этой галактики. Одна имеет амплитуду около 0,5 звездной величины и изменяется с характерным временем 1,5—2 года, другая — амплитуду около одной звездной величины и время изменения — месяцы. Коротковолновое радиоизлучение ядра также довольно сильно изменяется с теми же временными параметрами.

Радиоастрономы обнаружили вокруг галактики обширное радиогало поперечником  $5'$  (около 150 000 пк). Более яркий источник, совпадающий с основным телом галактики, имеет размер 8 кпк. Мощный радиисточник ( $5 \cdot 10^{42}$  эрг/с) наблюдается и в ядре NGC 1275. Его протяженность около 5 пк, а размеры отдельных деталей меньше 1 пк. Структура источника изменяется со временем: одни детали становятся ярче, другие — слабее, но общие его размеры остаются прежними. Интересно, что у NGC 1275 нет типичных для многих радиогалактик двойных протяженных радиоконфигураций. По некоторым своим свойствам ядро NGC 1275 похоже на квазары. Недавно еще 15 лет назад член-корреспондент АН СССР И. С. Шкловский предположил, что в ядрах подобных систем находится мини-квазар.

## МЕЖГАЛАКТИЧЕСКИЙ ГАЗ И АКТИВНОСТЬ ЯДЕР

В последние годы выяснилось, что в ядрах таких радиогалактик, как Дева А и Центавр А (Земля и Вселенная, 1978, № 1, с. 16—20; 1980, № 2, с. 26—30.—Ред.), довольно много газа и пыли. Да и вообще в этих гигантских сфероидальных звездных системах доля газа больше, чем в подобных же системах, но без повышенной активности ядер. Часто этот газ и пыль концентрируются вокруг галактики в плотных протяженных дисках, толщина которых может составлять несколько килопарсек. Таким образом, наметилась связь между обогащенностью галактик пылью и газом и активностью их ядер. Но откуда берется газ в сфероидальных системах, состоящих из маломассивных карликовых звезд? Лишь какая-то часть его может быть сброшена звездами во время эволюции. Кроме того, звезды есть во всех сфероидальных системах, а газ — не во всех. Значит, должен существовать резервуар, из которого газ постепенно поступает в галактику и оседает на ядро, поддерживая его активность. Резервуаром мог быть, в принципе, газ, содержащийся в скоплениях галактик или в коронах гигантских сфероидальных систем. Для радиогалактики Персей А, расположенной в центральной области богатого скопления галактик, таким резервуаром скорее всего способен стать межгалактический газ.

Рентгеновские наблюдения скопления галактик показывают, что в них имеется около  $10^{14}$  солнечных масс газа, нагретого до  $10^8$  К. Прежде чем упасть на центральную галактику, газ должен обязательно остыть и собраться в плотные облака. Такие облака, двигаясь в поле тяготения всего скопления со скоростями в тысячи километров в секунду, будут сталкиваться между собой, разрушаться, терять свою кинетическую энергию. Возможно, что наблюдаемые в линии  $H\alpha$  длинные струи вокруг галактики NGC 1275 возникают в результате развития тепловой неустойчивости в горячем межгалактическом газе. Из таких довольно

плотных образований и может формироваться поток оседающего на галактику газа. Чтобы обеспечить наблюдаемую интенсивность излучения от ядра NGC 1275, в год на ядро должно выпадать всего несколько десятков солнечных масс газа и пыли. При этом темпе падения вещества запасов газа в центральной области скопления хватит на все время жизни галактики.

Таким образом, активность ядер галактик и радиогалактик в последние годы объясняется падением газа на центральные области галактик. Падающий газ служит как бы топливом, которое сгорает в ядрах галактик, создавая наблюдаемую картину активности.

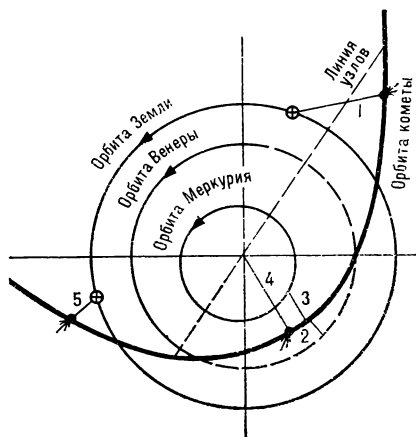
В «Земле и Вселенной» мы уже рассказывали о двух других необычных, или как говорят астрономы «пекулярных», радиогалактиках с активными ядрами — Деве А (M 87) и Центавре А (NGC 5128). В каком-то смысле термин «пекулярный» отражает непонимание природы этих объектов. История астрономии показывает, что чем лучше исследована та или иная система, тем с большим основанием ее можно отнести в ряд необычных. Мы не случайно описали свойства именно этих радиогалактик. Они принадлежат к гигантским сфероидальным системам с активными ядрами, расположенными в центрах скоплений или групп галактик. По нашему мнению, комплексные исследования этих объектов, проводимые одновременно в разных диапазонах длин волн, помогут разгадать природу активности их ядер, на большую роль которой в жизни галактик обратил внимание еще в 1958 году академик В. А. Амбарцумян. Без ответа на этот вопрос современная астрофизика не в состоянии правильно оценивать взаимосвязи между разными объектами с активными ядрами и предсказывать их эволюционные изменения. Да и проблему квазаров невозможно решить, не разгадав природу активности ядер галактик.



## ВОЗВРАЩЕНИЕ КОМЕТЫ ГАЛЛЕЯ

Обстоятельства предстоящего 9 февраля 1986 года возвращения кометы Галлея к перигелию изучены достаточно подробно, и новые наблюдения, вероятно, не изменят прогнозов астрономов. В одной из зарубежных работ, посвященных изучению условий видимости кометы Галлея с 11 года до н. э. по 1910 год, высказывается мнение, что возвращение кометы к перигелию в 1986 году будет самым неблагоприятным для наблюдателей за последние 2000 лет, в течение которых удалось достаточно уверенно проанализировать движение знаменитой кометы. Но ее появление в 1986 году может оказаться и самым результативным для науки, если будут осуществлены планируемые учеными полеты специальных космических аппаратов к комете.

На крупнейших телескопах США поиски кометы Галлея начались в 1977 году, когда она была слабее  $26^m$  и находилась еще за пределами



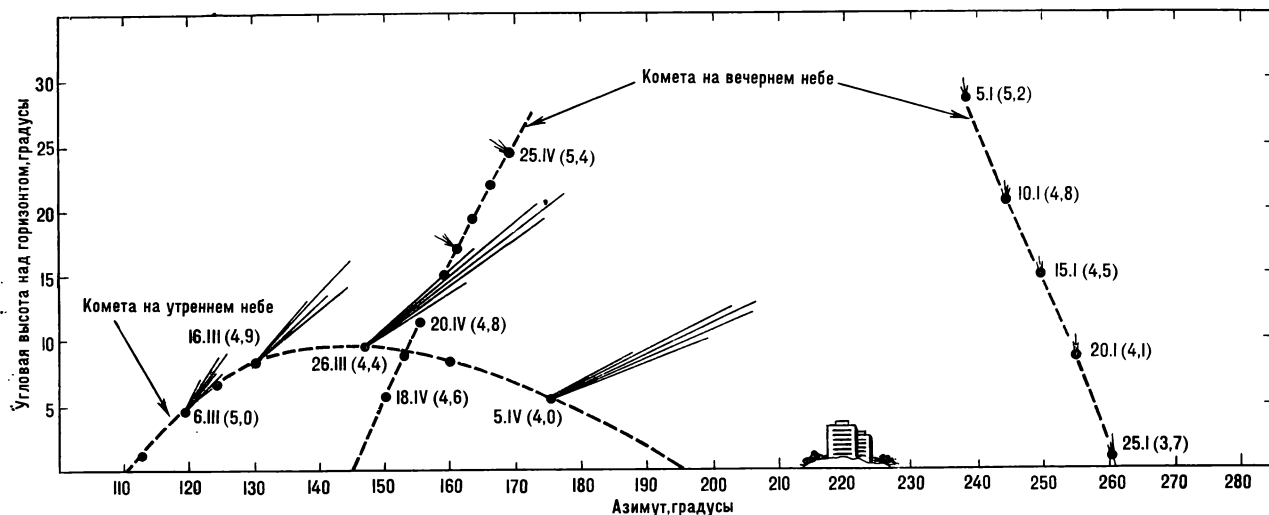
*Орбита кометы Галлея в проекции на плоскость эклиптики. Цифрами отмечены: 1 — сближение кометы с Землей 27 ноября 1985 года (минимальное расстояние между ними 0,62 а. е.); 2 — сближение кометы с Венерой 3 февраля 1986 года (0,27 а. е.); 3 — сближение кометы с Меркурием 3 февраля 1986 года (0,29 а. е.); 4 — сближение кометы с Солнцем 9 февраля 1986 года (0,59 а. е.); 5 — сближение кометы с Землей 11 апреля 1986 года (0,42 а. е.)*

орбиты Урана. И только в октябре 1982 года комета была обнаружена. Сейчас астрономы располагают точной эфемеридой кометы (положение в определенные дни года) на несколько лет до и после перигелия 1986 года. Приведенная в статье эфемерида вычислена на ЭВМ БЭСМ-6 в Институте теоретической астроно-

мии АН СССР с учетом возмущений от восьми больших планет (Меркурий — Нептун). При расчетах использовались элементы орбиты кометы, полученные американским астрономом Д. Йомансом (The Comet Galley Handbook. An observer's Guide, 1—44, USA, 1981). Эфемерида позволяет подробно проанализировать условия видимости кометы и ее сближения с Землей.

В эфемериде указаны: дата, прямое восхождение ( $\alpha$ ) и склонение ( $\delta$ ), геоцентрическое ( $\Delta$ ) и гелиоцентрическое ( $R$ ) расстояние в астрономических единицах, видимая звездная величина ядра кометы ( $m_2$ ), вычисляемая по формуле  $m_2 = 7,5^m + 5lg\Delta + 10lgR$ . Для больших комет, видимые размеры которых возрастают по мере приближения к Солнцу и Земле, иногда в эфемери-

*Условия видимости кометы Галлея в январе — апреле 1986 года в южных районах нашей страны (на широте Ашхабада). Показаны положения кометы над горизонтом в момент окончания вечерних астрономических сумерек или перед началом утренних астрономических сумерек. Рядом с кометой указана соответствующая дата и ожидаемая интегральная звездная величина головы кометы. (При перемещении наблюдателя к северу условия наблюдений ухудшаются, так как уменьшается высота кульминации кометы.)*





ЭФЕМЕРИДА КОМЕТЫ ГАЛЛЕЯ В 1985—1986 ГОДАХ

де приводится не только звездная величина ядра, но и общая (интегральная) звездная величина головы кометы. У кометы Галлея максимальное расхождение этих величин достигнет 3<sup>m</sup> в мае 1986 года. Подобное расхождение легко обнаружить, если сравнить звездные величины ядра кометы из эфемериды с интегральной звездной величиной головы кометы на рисунке, поясняющем видимость кометы Галлея в январе — апреле 1986 года.

В 1986 году условия встречи кометы Галлея с Землей значительно хуже, чем при последнем прохождении через перигелий в 1910 году. Тогда комета двигалась между Солнцем и Землей так, что наша планета прошла через хвост кометы. В предстоящем возвращении к перигелию комета Галлея сблизится с Землей дважды, но в обоих случаях она будет находиться вне орбиты Земли. Моменты сближений почти совпадут с моментами оппозиций (противостояний), когда Солнце, Земля и комета окажутся на одной прямой. В это время комета должна быть видна на небе всю ночь, причем в первой оппозиции (18 ноября 1985 года) — в северном полушарии, так как склонение кометы в это время 21°, а во второй оппозиции (15 апреля 1986 года) — в южном полушарии (склонение -47°).

Первое сближение с Землей произойдет 27 ноября 1985 года — за два месяца до прохождения кометой перигелия. Расстояние между Землей и кометой в этот день составит 0,62 а.е. Второй раз до минимального расстояния 0,42 а.е. комета сблизится с Землей 11 апреля 1986 года — уже после того, как пройдет перигелий. С Меркурием и Венерой комета сблизится в один и тот же день — 3 февраля 1986 года до расстояния 0,29 а.е. и 0,27 а.е.

Согласно прогнозам, до прохождения перигелия наиболее благоприятные условия для наблюдений кометы на отечественных обсерваториях приходится на ноябрь — декабрь 1985 года и первую половину января 1986 года, затем комета исчезнет в вечерних сумерках. Наиболь-

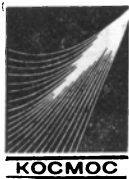
Дата	$\alpha(1950)$	$\delta(1950)$	$\Delta(\text{а. е.})$	$R(\text{а. е.})$	$m_2$	
1985 Янв.	5	5 <sup>h</sup> 41,01 <sup>m</sup>	12°5,4'	4,319	5,245	18,0
	15	5 30,12	12 15,4			
	25	5 20,06	12 28,5	4,320	5,060	17,8
Февр.	4	5 11,25	12 44,5			
	14	5 3,95	13 3,2	4,428	4,871	17,7
	24	4 58,31	13 24,1			
Март	6	4 54,35	13 46,9	4,590	4,679	17,6
	16	4 52,01	14 11,2			
	26	4 51,18	14 36,5	4,749	4,483	17,5
Апр.	5	4 51,71	15 2,3			
	15	4 53,46	15 28,2	4,861	4,282	17,3
	25	4 56,26	15 53,7			
Май	5	4 59,97	16 18,6	4,895	4,076	17,2
Июль	24	5 47,18	18 44,0	3,991	3,198	15,7
Авг.	3	5 53,46	18 54,5			
	13	5 59,36	19 4,0	3,510	2,962	15,0
	23	6 4,64	19 12,7			
Сент.	2	6 9,00	19 21,6	2,950	2,717	14,3
	12	6 12,02	19 31,7			
	22	6 13,07	19 44,5	2,332	2,464	13,4
Окт.	2	6 11,16	20 2,0			
	12	6 4,61	20 27,1	1,690	2,199	12,2
	22	5 50,34	21 2,5			
Нояб.	1	5 22,49	21 46,7	1,077	1,924	10,6
	11	4 29,86	22 11,8			
	1985 Дек.	1	1 6,80	13 43,4		
1985 Янв.	11	23 40,91	6 4,9	0,751	1,334	8,2
	21	22 49,61	0 55,7			
	31	22 18,39	-2 14,1	1,139	1,025	8,0
	31	21 56,70	-4 24,0	1,323	0,875	7,6
1986 Март	1	20 27,44	-16 12,4	1,269	0,721	6,7
	11	20 8,51	-20 19,6			
	21	19 39,77	-26 33,2	0,787	1,005	7,1
	31	18 34,79	-37 13,3			
Апр.	10	15 25,06	-47 29,1	0,417	1,314	6,9
	20	12 4,69	-32 58,1			
	30	10 58,29	-19 16,9	0,770	1,616	9,1
Май	10	10 35,01	-12 25,4			
	20	10 26,27	-8 49,8	1,404	1,905	11,1
	30	10 23,93	-6 50,5			
Июнь	9	10 24,96	-5 44,3	2,058	2,182	12,6
	19	10 27,99	-5 11,1			
	29	10 32,24	-4 59,7	2,680	2,446	13,6
Июль	9	10 37,29	-5 3,7			
	19	10 42,86	-5 19,2	3,241	2,701	14,5
	29	10 48,74	-5 43,3			
Окт.	27	11 35,77	-12 17,9	4,614	3,851	16,8
Нояб.	6	11 38,34	-13 6,1			
	16	11 39,89	-13 52,1	4,576	4,063	17,0
	26	11 40,26	-14 35,0			
Дек.	6	11 39,29	-15 13,2	4,463	4,268	17,2
	16	11 36,82	-15 45,2			
	26	11 32,71	-16 9,2	4,311	4,470	17,3

Примечание: пунктирная линия означает, что в эфемериде пропущен интервал времени, когда комета находится в «конусе зари» и не видна.

шей яркости она достигнет к середине января. После прохождения перигелия комету можно будет наблюдать только на обсерваториях южных и средних широт; наилучшее время для наблюдений — с марта по июль 1986 года. Максимальной

яркости комета Галлея должна достигнуть в начале апреля 1986 года. В это время, как ожидается, длина ее хвоста также будет максимальной — свыше 20°.

Кандидат физико-математических наук  
Н. А. БЕЛЯЕВ



В. Г. ПЕРМИНОВ  
О. С. ФЕДОРОВ

## Роботы на Венере

**Каждый новый полет автоматических межпланетных станций «Венера» ставит перед их конструкторами сложные задачи. Ряд проблем возник и при проектировании станций «Венера-13» и «Венера-14».**

### ШАГ ЗА ШАГОМ

18 октября 1967 года советская межпланетная автоматическая станция «Венера-4» провела непосредственные измерения в атмосфере Венеры. Она прекратила свое существование на высоте 22 км от поверхности, где давление достигало 18 атм, а температура 270° С. Земля в течение полутора часов принимала уникальную информацию с таинственной планеты. 90-минутный сеанс передачи данных с участка парашютирования станции «Венера-4» принес информацию, которая по своему значению превзошла всю сумму сведений о Венере, накопленную человечеством за многовековую историю. Впервые были проведены прямые измерения температуры, давления, плотности и химического состава атмосферы.

В 1970 году «Венера-7» совершила мягкую посадку на поверхность планеты и сообщила на Землю, что давление у поверхности составляет 100 атм, а температура достигает 480° С. Шаг за шагом советские автоматические станции открывали тайны планеты. Станция «Венера-8» (1972 г.) установила, что, несмотря на мощный облачный покров, освещенность поверхности Венеры достаточна для получения телевизионных

снимков, а станции «Венера-9» и «Венера-10» (1975 г.) передали на Землю первые снимки, которые совершенно не соответствовали представлениям ученых о поверхности планеты. Станции «Венера-11» и «Венера-12» (1978 г.) провели детальное исследование облачного слоя и атмосферы планеты. Было открыто аномальное содержание в атмосфере изотопов аргона.

С каждым полетом станций «Венера» наши знания о планете существенно возрастали, но появлялись и новые вопросы.

Один из наиболее эффективных методов исследования природы планет и их спутников — изучение химического состава и физико-механических характеристик пород, слагающих их поверхность. Впервые этот метод применили для изучения природы и происхождения естественного спутника Земли — Луны. Американские ученые использовали для доставки на Землю образцов лунного грунта пилотируемые полеты космических аппаратов «Аполлон». Иной метод предложили и осуществили советские ученые. В 1970 году автоматическая межпланетная станция «Луна-16» доставила на Землю первый керн лунного грунта, а в 1976 году станция «Луна-24» керн лунного грунта с глубины 1,5 м, сохранив при этом естественное чередование слоев грунта вдоль керна. Метод автоматического забора и доставки на Землю образцов лунного грунта, опробованный советскими учеными и инженерами, получил всеобщее признание. Именно такой способ наиболее привлекателен для доставки на Землю грунта с Марса, но, к сожалению, на Венере он неприем-

лем. Большая масса планеты, громадное давление и высокая температура требуют создания возвратной ракеты с массой в тысячи тонн, что не представляется возможным при современном уровне развития науки и техники. Кроме того, подобный метод не оправдан и с экономической точки зрения. Следовательно, для Венеры нужно было разработать новые методы изучения грунта, ориентируясь на непосредственное исследование грунта на поверхности планеты. При этом следовало учитывать, что для более достоверной интерпретации полученных данных необходимо было провести одновременные измерения физико-химических процессов, протекающих в атмосфере, а также получить панорамное изображение поверхности в месте посадки автоматических станций. Решение именно таких задач и стало основной целью полета советских автоматических станций «Венера-13» и «Венера-14».

### КОНСТРУКЦИЯ НОВЫХ СТАНЦИЙ

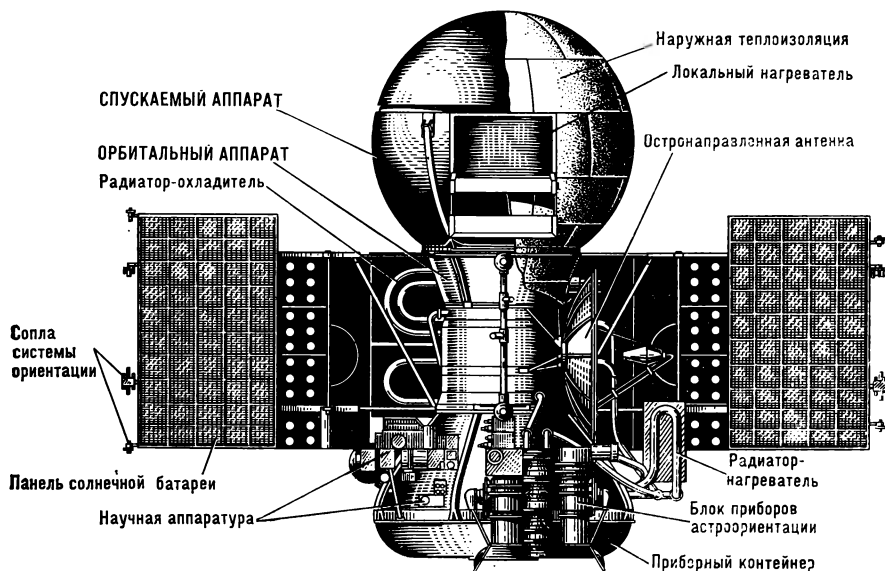
Межпланетные автоматические станции «Венера-13» и «Венера-14» состоят из двух автономных блоков: орбитального и спускаемого аппаратов. Орбитальный аппарат обеспечивает доставку спускаемого аппарата к Венере и используется для комплексного изучения космического пространства на трассе перелета и ретрансляции научной информации.

Выведение межпланетных станций на траекторию перелета к Венере осуществлялось с промежуточной орбиты искусственного спутника Земли. Сразу же после отделения от разгонного блока ракеты-носителя рас-

крывались панели солнечных батарей, антенны и происходила ориентация межпланетной станции относительно Солнца, Земли и опорной звезды. Если по данным радиотраекторных измерений обнаруживалось отклонение действительных параметров траектории от расчетных, станция ориентировалась в строго определенном положении относительно опорных звезд на небесной сфере, а затем включалась двигательная установка точно на то время, которое было необходимо для сообщения импульса скорости, достаточного для перевода станции на расчетную траекторию.

...Редки сеансы связи с Землей. Много неожиданных ситуаций может встретить станция на космической трассе, но во всех случаях она должна сама найти наиболее правильный выход. Чуткие приборы следят за работой бортовых систем станции, за ее температурным режимом и ориентацией в пространстве. В случае возникновения неисправности или нарушения в режиме работы какого-либо прибора бортовая автоматика проанализирует создавшуюся ситуацию и даст команду на включение резервного прибора или изменение режима полета.

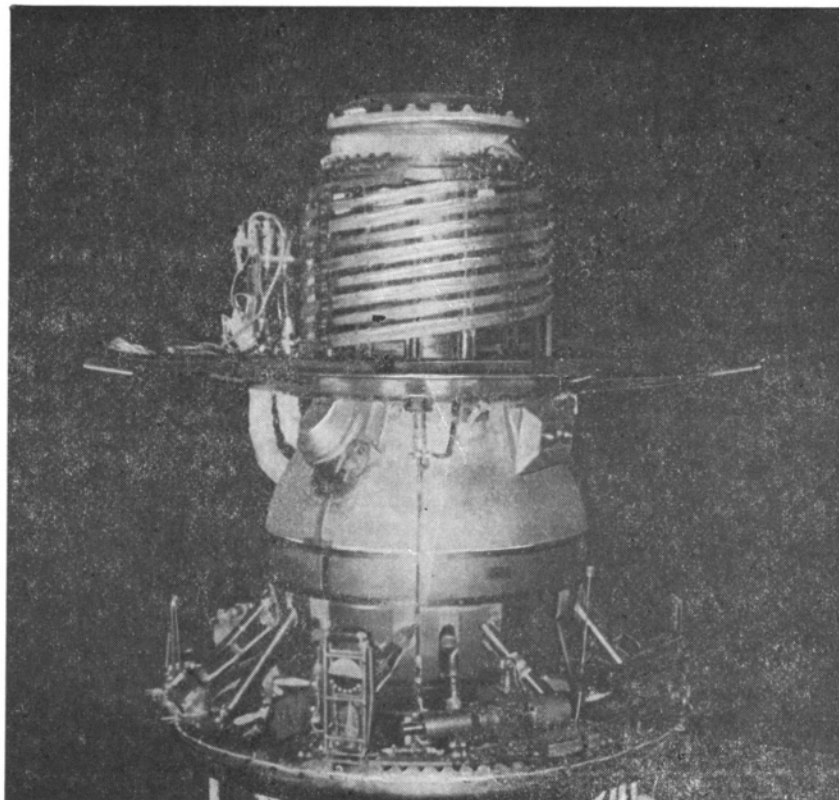
Спускаемый аппарат летит по межпланетной трассе в выключенном состоянии, как бы экономя свои силы для главного, решающего участка, где ему предстоит работать в условиях, при которых кипит и испаряется ртуть, плавятся олово, свинец, цинк..., а огромное давление можно сравнить с давлением километровой толщи воды. Но это еще впереди, а на этапе перелета необходимый температурный режим спускаемого аппарата обеспечивается системами орбитального аппарата. Во время приближения межпланетной станции к Венере спускаемый аппарат подготавливается к заключительному этапу работы: заряжается его батарея и включаются системы автоматического контроля и управления. Чтобы увеличить время активного существования на поверхности Венеры, спускаемый аппарат охлаждают до  $-10^{\circ}\text{C}$ . За двое суток до подлета к планете спускаемый аппарат отделяется от орбитального и продолжает свой полет в автономном



режиме. Орбитальный аппарат с помощью двигательной установки переводится на пролетную траекторию, параметры которой синхронизированы с траекторией полета спускаемого аппарата. Через двое суток точно в заданное время орбитальный аппарат

*Схематическое изображение космической станции «Венера-13» и «Венера-14»*

*Космическая станция «Венера-13» («Венера-14»)*



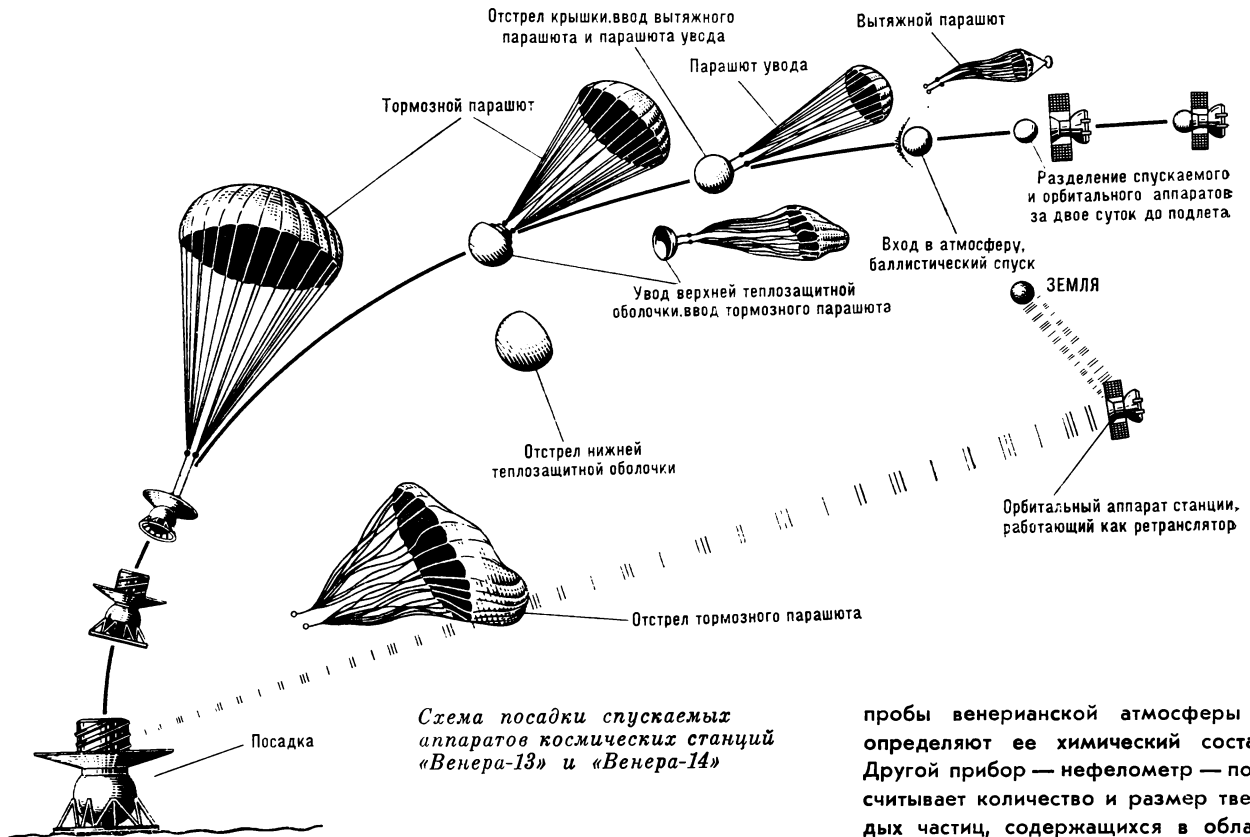


Схема посадки спускаемых аппаратов космических станций «Венера-13» и «Венера-14»

должен находиться в зоне радиовидимости спускаемого аппарата, а его бортовые системы должны быть подготовлены для приема и ретрансляции на Землю научной информации. Необходимость жесткой синхронизации параметров относительно движения орбитального и спускаемого аппаратов объясняется тем, что место посадки выбрано на освещенной, но не видимой с Земли половине планеты. И поэтому режим ретрансляции — единственный способ передачи информации со спускаемого аппарата в процессе его спуска в атмосферу и после посадки на поверхность.

Двое суток Земля не получает никакой информации о состоянии бортовых систем спускаемого аппарата: аппарат работает в автономном режиме. Но вот наступает время встречи с планетой. Неласково встречает она посланца Земли. За счет торможения в атмосфере слой газа перед теплозащитной оболочкой спускаемого аппарата разогревается до  $10\,000^\circ\text{C}$ , резко растут перегрузки, максимальное значение которых в

сотни раз превышает земное тяготение. Наконец, перегрузки, воздействующие на аппарат, снижаются до двух единиц, что свидетельствует: скорость спускаемого аппарата уменьшилась с  $11,2\text{ км/с}$  до значений, близких к скорости звука. Именно на этой скорости срабатывает парашютная система, обеспечивая плавный спуск аппарата в облачном слое планеты. Взрыв! И над Венерой, увлекая за собой маленький парашют, взлетает крышка парашютного отсека. Вслед за этим вводится парашют увода верхней полусферы теплозащитной оболочки. Еще взрыв! И теплозащитная сфера разрезается пополам. Верхняя ее часть отделяется, вытягивая за собой тормозной парашют. Снова взрыв — отделяется нижняя полусфера — и станция медленно проходит облачный слой.

Из чего состоит он, этот загадочный облачный слой? Для ответа на такой вопрос используется информация целого комплекса научных приборов. Масс-спектрометр и газовый хроматограф анализируют первые

пробы венерианской атмосферы и определяют ее химический состав. Другой прибор — нефелометр — подсчитывает количество и размер твердых частиц, содержащихся в облачном слое, а их химический состав исследуется с помощью рентгенофлуоресцентного анализатора. Спектрофотометр постоянно передает информацию о поглощении световых лучей в различных спектральных диапазонах. Чутко прислушивается к раскатам венерианского грома прибор «Гроза». Грозовые разряды впервые были открыты при полетах межпланетных станций «Венера-11» и «Венера-12». Новая задача прибора заключалась в уточнении природы их возникновения. В предыдущих полетах было установлено, что содержание паров воды в атмосфере Венеры не превышает  $1\%$ . Не превышает..., а точно? На этот вопрос отвечает специальный прибор — влагомер. Дружно работают приборы, и результаты их измерений мощным потоком поступают в наземные центры обработки научной информации.

Пройден облачный слой. Растут давление и температура. Теперь нужно как можно быстрее достичь поверхности, пока температура бортовых приборов не превысила допустимых пределов. И вот тормозной парашют

отстреливается, и дальнейший спуск станция совершает на аэродинамическом щитке. При этом скорость снижения станции сначала несколько увеличивается, а затем, по мере уплотнения атмосферы, падает. С точки зрения аэродинамики внешние обводы станции не идеальны, в результате чего она имеет тенденцию к «раскачке». Чтобы исключить ее, на тороидальной оболочке посадочного устройства установлены специальные турбулизаторы — «зубчатая корона».

## НА ПОВЕРХНОСТИ ПЛАНЕТЫ

В момент соприкосновения с поверхностью скорость станции не превышает 8 м/с. Но механические свойства грунта в месте посадки, наклон площадки и ее микрорельеф неизвестны. Поэтому конструкторы сделали так, что посадочное устройство станции обеспечивает устойчивость при экстремальных сочетаниях углов наклона площадки и характеристиках грунта, слагающего ее поверхность.

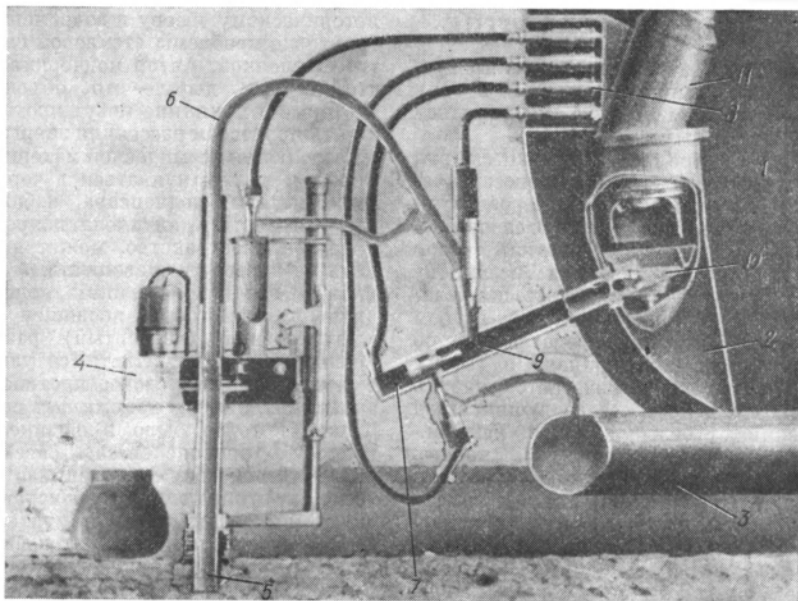
Наконец, станция замирает на поверхности планеты. Начинается новая фаза исследования Венеры. Теперь основная задача — проведение химического анализа состава пород, слагающих поверхность планеты. Приборы, помогающие решить эту задачу, способны работать только в нормальных температурных условиях и при давлении, близком к вакууму. Поэтому необходимо их разместить внутри герметического отсека станции, где поддерживаются надлежащие температурные условия, а давление не превышает значений, оптимальных для работы приборов. А как быть с грунтозаборным устройством? Его не разместить внутри станции, оно должно работать в адских условиях венерианской атмосферы.

Основа грунтозаборного устройства — буровая установка. Она состоит из тех же элементов, что и обычная электродрель: двигатель, редуктор, сверло... Но в земных условиях для обеспечения нормальной работы дрели электродвигатель охлаждается потоком воздуха с помощью специального вентилятора, редуктор обильно заполнен смазкой, а режущая кромка сверла выполнена из специально-

го твердого сплава. Попробуйте такой дрелью просверлить бетонную стенку. Через минуту сверло раскалится и выйдет из строя. «Венерианская дрель» должна работать при температуре 500° С и крошить любую породу, включая базальт, который в десятки раз прочнее бетона. Да и редуктор нельзя заполнять смазкой, так как любое из известных термостойких масел в условиях атмосферы Венеры превращается в кокс, а электродвигатель может «охлаждаться» только раскаленной атмосферой планеты. Теперь читателям ясно, какие сложные проблемы пришлось решать соз-

*Схема грунтозаборного устройства:*

- 1 — приборный контейнер станции «Венера-13» («Венера-14»),
- 2 — герметичный контейнер флуоресцентного анализатора,
- 3 — вакуумная емкость для сброса давления венерианской атмосферы из приемной камеры,
- 4 — грунтозаборное устройство,
- 5 — буровой инструмент,
- 6 — тракт перегрузки образца грунта в приемную камеру,
- 7 — исполнительный механизм устройства перегрузки образца грунта в приемную камеру,
- 8 — блок пиротехнических устройств,
- 9 — приемная камера,
- 10 — чашка рентгенофлуоресцентного анализатора,
- 11 — флуоресцентный анализатор



дателям венерианских грунтозаборных устройств. В процессе их разработки были получены новые марки жаропрочной стали, созданы термостойкие подшипники и провода, высокопрочные стали для бурового инструмента, электродвигатели, способные работать в раскаленной атмосфере... Не менее сложная задача — создание комплекса приборов для рентгенофлуоресцентного анализа элементного состава грунта на борту станции.

Сейчас на Земле все большее распространение получают роботы и разнообразные автоматические устройства, которые выполняют на производстве наиболее утомительные и трудоемкие операции, а также заменяют человека на опасных участках работы.

Венерианские станции — это те же роботы, но они предназначены для исследования другой планеты. Несомненно, непосредственное участие человека в экспериментах позволило бы значительно расширить диапазон этих исследований. Но в настоящее время это не представляется реальным. Вот почему человек посылает на Венеру роботов.

...Робот на Венере. Что же он может делать?



Сразу после посадки сбрасываются защитные крышки иллюминаторов телевизионных камер и включается грунтозаборное устройство. Буровая установка опускается на грунт, и буровой инструмент вгрызается в породу. Песок, туф, гранит, базальт...—любой материал не страшен. Но вот бурение закончено. Срабатывают пиротехнические устройства, и порода под давлением венерианской атмосферы транспортируется в специальную ампулу. Но давление в приемной камере равно наружному, а по условиям проведения эксперимента требуется, чтобы оно не превышало 50 мм рт. ст., то есть было почти в 2000 раз меньше. Взрывается новый пиропатрон, и газ из приемной камеры сбрасывается в специальную емкость, установленную на посадочном устройстве. Почти одновременно срабатывают последние пиросистемы, и ампула, попадая в герметичный контейнер, рассыпает грунт ровным слоем на чашке рентгенофлюоресцентного анализатора. Тем временем продолжают свою работу и другие приборы станции. Раскрылась штанга с прибором для исследования электропроводности и физико-механических свойств грунта; открылись цветные тесты; включились телевизионные

## НОВЫЕ КНИГИ

### **«ВСЕЛЕННАЯ И РАЗВИТИЕ»**

Так называется брошюра А. П. Трофименко, выпущенная в 1982 году издательством «Наука и техника» (Минск).

В брошюре рассматривается ряд методологических и мировоззренческих аспектов проблемы развития во Вселенной. В первом разделе брошюры содержится краткий обзор теории «расширяющейся Вселенной» и попыток ее идеалистически-религиозного истолкования. Во втором разделе брошюры «Представление об эволюционных „тупиках“ в теории эволюции звезд» излагается идея о том, что в процессе эволюции звезд возникают белые карлики, нейтронные звезды и, вероятно, черные дыры. Автор обсуждает проблему, являются ли черные дыры абсолютным «тупиком» в развитии космической эволюции или энергия, «захороненная в гравитационных могилах», способна каким-либо образом вновь включиться в эволюционный процесс.

камеры; прибор «Гроза» чутко прислушивается к сейсмическому пульсу планеты. Точка за точкой телевизионные камеры осматривают местность, окружающую станцию. При этом световой поток, пропорциональный яркости каждой точки, через оптические системы камеры принимается светочувствительным приемником, а тот преобразует его в электрический сигнал. Далее сигнал попадает в радиопередающие устройства и пересылается на наземные пункты приема и обработки видеоинформации. Здесь отдельные точки изображения складываются в вертикальные строки, а из них — вся панорама, в которой содержится 1000 строк. Сначала на Землю были переданы черно-белые панорамы, затем панорамы, снятые последовательно через красный, зеленый и синий светофильтры. Сравнивая полученную видеоинформацию с цветовыми тестами, на Земле из этих трех панорам синтезировали одну — цветную.

Нет сомнения, что результаты очередного полета советских межпланетных автоматических станций «Венера-13» и «Венера-14» внесли важный вклад не только в развитие нашего представления о Венере, но и в понимание истории Земли.

Третий раздел брошюры посвящен историческому обзору и современной трактовке проблемы «тепловой смерти» Вселенной. Автор подчеркивает, что черные дыры — это объекты, «которые в принципе могут противостоять процессам рассеяния энергии», но «эволюция космической материи... может и не заканчиваться в черной дыре: материя коллапсирует, избежав сингулярности и антиколлапсировав в другое пространство, может вступить на новый путь эволюции».

Двум основополагающим концепциям в космогонии посвящен заключительный (четвертый) раздел брошюры. Автор считает: «ситуация в космогонии по своим противоречивым концепциям напоминает положение, которое было в физике по вопросу о природе света». Рассматривая классическую концепцию как тезис, а отрицающую ее бюрократскую концепцию как антитезис, А. П. Трофименко приходит к выводу. «Что это отрицание будет снято будущей космогонической концепцией, которая проявит себя как синтез двух первых концепций».

**Полеты автоматических межпланетных станций «Венера» позволили открыть у Венеры магнитосферу, не похожую на магнитосферы других планет. Лабораторные исследования помогли разобраться в причинах этого различия.**

## МАГНИТОСФЕРА ЗЕМЛИ

Один из наиболее важных результатов космических исследований — открытие магнитосферы Земли. Оказалось, что поле магнитного диполя, существующего в недрах нашей планеты, создает полость (магнитосфера), в которую солнечный ветер почти не проникает. Напомним читателям, что солнечный ветер — это плазма, которая в основном состоит из ионов водорода и электронов, заполняющих все межпланетное пространство. Потoki этих частиц достигают сверхзвуковых скоростей (нескольких сотен километров в секунду). На дневной стороне граница магнитосферы располагается на расстоянии 10—12 радиусов Земли. На ночной стороне Земли линии магнитного поля вытягиваются солнечным ветром на сотни тысяч километров, образуя протяженный геомагнитный хвост. Магнитосфера служит препятствием для солнечного ветра, и перед ней устанавливается ударная волна.

Полеты космических аппаратов к различным планетам показали, что магнитосферой обладает не только Земля. Магнитные моменты большинства планет достаточно велики, чтобы их поле могло служить преградой солнечному ветру, образуя



## Магнитосфера Венеры

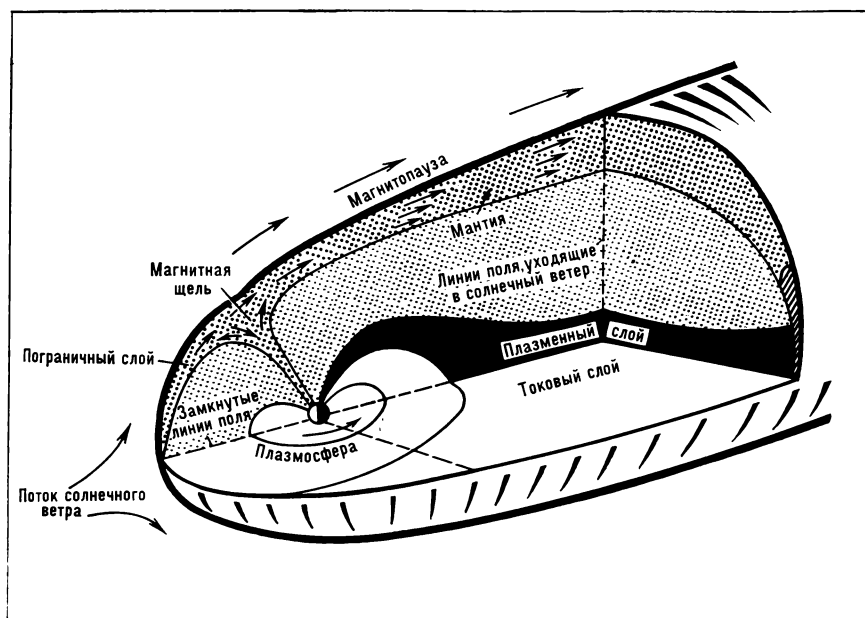
магнитосферы. Наш естественный спутник — Луна не имеет собственного магнитного поля, и частицы солнечного ветра могут попадать на ее поверхность. Правда, приборами, до-

ставленными на Луну, обнаружены слабые всплески магнитного поля, но они связаны с токами в плазме на неосвещенной стороне Луны.

во, которое не позволяло дать утвердительный ответ.

По мере приближения космического аппарата к Венере регистрировалось не только возрастание магнитного поля, но и довольно резкое увеличение концентрации плазмы. Венера обладает мощной атмосферой (давление на поверхности — около 100 атм), и ее верхние слои легко ионизируются солнечным излучением, то есть здесь мы имеем аналог ионосферы Земли. Но ионосфера Земли находится глубоко в магнитосфере, и поэтому прямое взаимодействие с ней солнечного ветра полностью исключается. Около же Венеры солнечный ветер может непосредственно взаимодействовать с плазмой ионосферы и возбуждать токи **униполярной индукции**. Как известно, при движении проводника поперек магнитного поля в нем индуцируется электрическое поле, пропорциональное скорости проводника и напряженности магнитного поля. Это и есть униполярная индукция, которую не следует путать с электромагнитной индукцией, возникающей при изменении магнитного поля. Роль такого проводника играет ионосфера Венеры, а роль магнитного поля — магнитное поле Солнца.

Поэтому магнитное поле вблизи Венеры можно было приписать не только токам, текущим в самой планете, но и действию космического магнитогидродинамического генератора. Процессы, происходящие в таком генераторе, те же, что и в МГД-генераторе, используемом для получения энергии из потоков плазмы в магнитном поле. Когда вектор ско-



*Схематическое изображение магнитосферы Земли.*

*При взаимодействии солнечного ветра с магнитным полем Земли образуется магнитная полость — магнитосфера.*

*На дневной стороне линии поля поднимаются потоком плазмы.*

*На ночной стороне образуется протяженный хвост, разделенный токовым слоем. Этот слой одновременно является плазменным.*

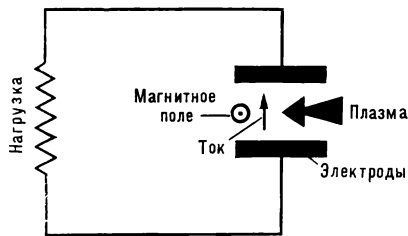
*Давление плазмы в нем уравновешивается давлением магнитного поля хвоста.*

*Плазма солнечного ветра проникает в глубь магнитосферы*

*через полярные магнитные щели*

### МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ВЕНЕРЫ

Длительное время магнитное поле Венеры представляло собой загадку. Магнитные измерения, выполненные на первых автоматических станциях «Венера», отчетливо показали, что около планеты образуется ударная волна и на некотором участке траектории космического аппарата (после пересечения ударной волны) магнитное поле возрастает. Естественно было бы предположить: планета обладает магнитосферой земного типа. Но существовало одно обстоятельство,



*Схема действия магнетогидродинамического генератора. Принцип его действия таков: поток плазмы направляется перпендикулярно линиям магнитного поля. Электроны и ионы отклоняются магнитным полем в противоположных направлениях. Поток электронов устремляется на один электрод, ионов — на другой. При этом создается разность потенциалов между электродами*

рости плазмы имеет составляющую, перпендикулярную магнитному полю, электроны и положительные ионы смещаются в противоположных направлениях, создавая электрическое поле. Если в солнечном ветре поместить электроды, как в МГД-генераторе, отстоящие друг от друга на расстоянии, равном диаметру Венеры, то разность потенциалов может достигнуть нескольких десятков киловольт! Именно такая разность потенциалов и должна быть приложена к ионосфере Венеры. Эти соображения дали основание известному шведскому ученому Х. Альфвену предположить, что небесные тела с ионосферными оболочками обладают наведенными магнитосферами с протяженными магнитными хвостами. Но гипотеза об образовании наведенной магнитосферы у тел, имеющих плазменную оболочку, тогда еще не была экспериментально подтверждена. Магнитосфера с собственным полем планеты была хорошо известна, а существование наведенной магнитосферы представлялось как нечто экзотическое. В результате, когда на ночной стороне Венеры обнаружили магнитный хвост, похожий на хвост магнитосферы Земли, это оказалось для многих убедительным аргументом в пользу собственного поля Венеры. Именно так трактовались тог-

да результаты обработки большого объема данных, полученных Ш. Ш. Долгиновым и его сотрудниками на автоматических станциях «Венера-9 и -10». Казалось, все стало на свое место. Но такому выводу противоречил анализ, выполненный Е. Г. Ерошенко, который сопоставил направления поля в солнечном ветре и в хвосте магнитосферы Венеры. Анализ возможен только при наличии двух искусственных спутников Венеры. Нужно было выбрать такие сеансы радиосвязи, когда один из спутников находился в хвосте магнитосферы, а другой — в невозмущенном солнечном ветре. Сравнение показаний магнитометров позволило сделать вывод о том, что направление поля в хвосте связано с направлением поля в межпланетной среде. Эту связь можно было объяснить только образованием у Венеры наведенного магнитного поля. К этому времени в Институте космических исследований АН СССР уже провели первые эксперименты по моделированию такой магнитосферы (Земля и Вселенная, 1977, № 3, с. 32—38.— Ред.). Основные выводы Е. Г. Ерошенко находились в согласии с предсказаниями лабораторной модели, но существовали некоторые противоречия в конфигурации поля хвоста, в частности, знак поперечной составляющей поля в хвосте магнитосферы Венеры получался противоположным ее знаку в солнечном ветре.

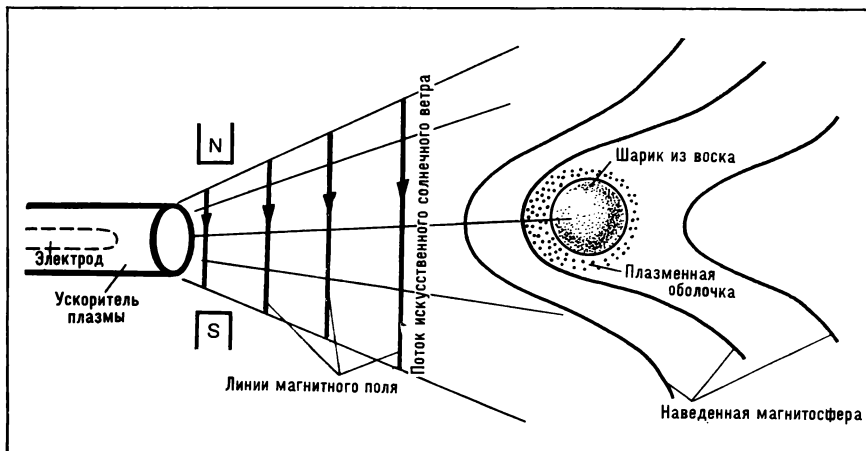
Для разрешения этого противоречия исследования велись в двух на-

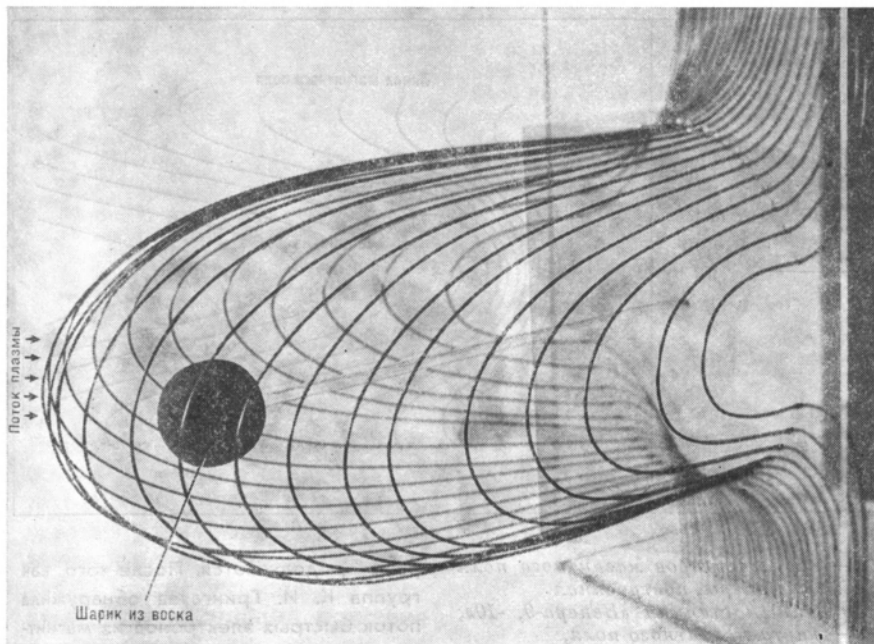
правлениях: уточнялась трехмерная лабораторная модель наведенной магнитосферы и тщательно обрабатывались магнитограммы, чтобы достоверно установить знак поперечной составляющей поля в хвосте. Вторую задачу можно было решить, лишь определив поле с точностью до  $10^{-5}$  Гс. Задача сложная, особенно в условиях, когда ничтожные изменения параметров схемы в течение многомесячного полета могут привести к значительным ошибкам.

## ЭКСПЕРИМЕНТЫ В ЛАБОРАТОРИИ

В лабораторных экспериментах, выполненных автором совместно с Ю. В. Андрияновым, Э. М. Дубининым, П. Л. Израйлевичем, Ю. Н. Потаниным и С. И. Школьниковой, в качестве искусственного солнечного ветра использовался сверхзвуковой поток водородной плазмы. Скорость, концентрация плазмы, температура и другие параметры искусственного солнечного ветра выбирались так, чтобы смоделировать явления, происходящие вблизи Венеры. Как и в реальных условиях, поток плазмы в лабораторной установке распространялся в магнитном поле. Это поле можно рассматривать как бы вмороженным в поток плазмы.

*Схема лабораторного эксперимента по моделированию магнитосферы Венеры*





*Трехмерная проволочная модель магнитного поля в искусственной магнитосфере Венеры*

В вакуумную камеру был помещен восковой шарик. Воск сублимировался (переходил из твердого состояния в газообразное), а продукты сублимации ионизировались электронами искусственного солнечного ветра и ультрафиолетовым излучением. Таким образом, вокруг шарика возникла искусственная ионосфера. Конечно, в таком эксперименте невозможно было создать полное подобие всех явлений, происходящих около Венеры. Но возможность образования ударной волны у тела с плазменной оболочкой в отсутствие собственного магнитного поля была подтверждена. Удалось найти и общие закономерности наведенной магнитосферы.

Результаты эксперимента показали, что линии магнитного поля обволакивают препятствие, создавая магнитный барьер. Перед барьером устанавливается ударная волна. За восковым шариком линии магнитного поля вытягиваются в длинный хвост. Трехмерная модель магнитного поля, полученная в лабораторном эксперименте, показала: токи этого своеобразного

МГД-генератора настолько искажают магнитное поле в потоке плазмы, что линии поля как бы загибаются у границы препятствия. Натяжение линий магнитного поля, возникающее подобно натяжению тетивы лука, приводит к появлению силы, увлекающей плазму ионосферной оболочки. Исходя из этой модели, следует ожидать у Венеры достаточно плотную ионосферу на ночной (неосвещенной) стороне, несмотря на то, что ионизирующее ультрафиолетовое излучение там отсутствует.

#### ИССЛЕДОВАНИЯ НА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТАХ

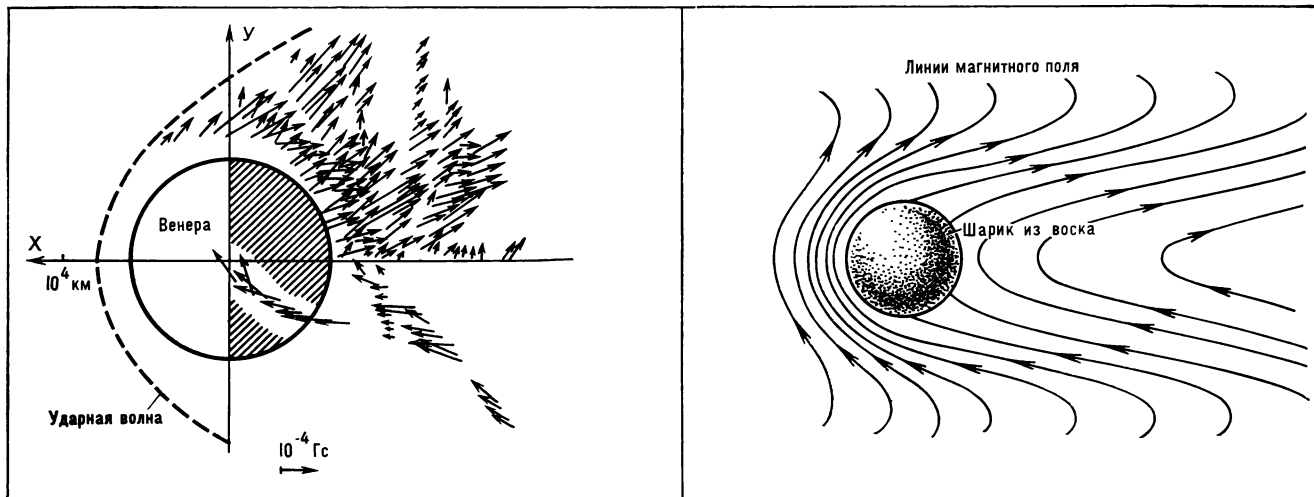
Обтекание Венеры потоком плазмы, несущим с собой линии магнитного поля, может привести к появлению своеобразной волны разрежения на ночной стороне. Такой эффект известен у Луны. У Венеры он должен быть значительно слабее из-за существования ионосферы, однако и здесь, согласно измерениям потока ионов, сделанным сотрудниками О. Л. Вайсберга, проявляется достаточно отчетливо.

Хвост наведенной магнитосферы Венеры напоминает хвост магнитосферы Земли. В обоих случаях име-

ются два пучка магнитных линий, один из них направлен от Солнца, второй к Солнцу. Пучки разделены между собой токовым слоем.

Важное отличие наведенной и собственной магнитосфер — ориентация магнитных полей. В собственной магнитосфере ориентация определяется направлением магнитного момента небесного тела и довольно слабо меняется от условий в солнечном ветре. Напротив, ориентация полей в наведенной магнитосфере определяется направлением межпланетного магнитного поля, и вся магнитосфера будет поворачиваться вокруг оси, направленной к Солнцу, реагируя на изменения направления поля межпланетной среды. Именно такое изменение распределения магнитного поля в хвосте было замечено при сравнении показаний магнитометров на «Венере-9 и -10», когда одна из них находилась в хвосте магнитосферы, а вторая — за пределами магнитосферы в солнечном ветре.

Удалось построить карты векторов поля в 18 сеансах, когда межпланетное поле можно было определить. Построена и карта направлений векторов в лабораторной наведенной магнитосфере. Если их сравнить, то окажется, что конфигурация поля Венеры, во всяком случае основная ее часть, создается токами униполярной индукции. Интересно отметить: в тех случаях, когда искусственный спутник Венеры находился в ее магнитосфере и при этом резко изменялось направление магнитного поля в межпланетной среде, конфигурация поля значительно отличалась от конфигурации, создаваемой токами униполярной индукции. В это время в ионосфере Венеры возбуждались кольцевые токи, как это бывает в проводнике, помещенном в изменяющееся магнитное поле (токи Фуко). Вклад этих токов в конфигурацию поля можно оценить, если вычесть вклад основного эффекта — униполярной индукции. Несмотря на недостаточную точность такого вычитания, в редких случаях, когда во время измерений направление межпланетного поля менялось особенно резко, обнаруживалась конфигурация, соответствующая вызываемой



токама Фуко. Возможный вклад этого эффекта также проверялся в лаборатории, и правильность сделанных выводов была подтверждена.

Данные о магнитосфере Венеры получены и в измерениях на космическом аппарате «Пионер — Венера» (США). Он мог проникать внутрь ионосферы Венеры, потому что имел довольно низкую орбиту. Отдельные измерения велись на высоте 150 км. Оказалось, что поле магнитного барьера действительно определяется токами во внешней части ионосферы. Величина поля в магнитном барьере около  $6 \cdot 10^{-4}$  Гс, затем поле резко падает по направлению к поверхности Венеры, не превышая там  $10^{-4}$  Гс. Было получено именно такое распределение поля в зависимости от расстояния до Венеры, как предсказывалось лабораторной моделью. Совокупность данных показала, что магнитный момент Венеры в  $10^4$  раз меньше земного, а его влияния на свойства магнитосферы планеты обнаружить не удалось.

Магнитные измерения внутри ионосферы Венеры обнаружили быстрые всплески магнитного поля с амплитудой до  $10^{-3}$  Гс. Они названы магнитными жгутами потому, что линии магнитного поля в них имеют форму волокон, скрученных в жгут. Такая конфигурация может возникнуть, если пучок линий проникнет из солнечного ветра в ионосферу и вдоль оси пучка будет протекать электрический

*а — карта векторов магнитного поля вблизи Венеры, построенная по данным станций «Венера-9, -10»; б — карта магнитного поля, построенная по результатам лабораторных экспериментов. Из сравнения рисунков видно: направления векторов поля, измеренные с помощью космических аппаратов, соответствуют направлению силовых линий наведенной магнитосферы, полученной в лаборатории*

ток. Анализ этого явления в Институте космических исследований АН СССР показал, что проникновение в ионосферу пучков линий магнитного поля, по-видимому, связано со специфическими условиями развития неустойчивости на границе ионосфера — солнечный ветер. Из-за неустойчивости на границе возникает сначала желобок, а затем пучок линий поля, прорвавшись через границу, затягивается солнечным ветром внутрь ионосферы. Ток, который течет вдоль пучка этих линий, образует винтовое поле. Электроны, по-видимому, приходят из солнечного ветра вдоль поля, а ионы попадают туда из-за диффузии.

Интересные дискуссии о процессах в ионосфере Венеры на ночной сто-

роне продолжаются. После того, как группа К. И. Грингауза обнаружила поток быстрых электронов из магнитного хвоста, возник соблазн объяснить существование ночной ионосферы ионизацией газа этими электронами. Дело в том, что медленное вращение Венеры вокруг собственной оси не может обеспечить такую скорость конвекции плазмы, которая бы компенсировала распад ионосферы на ночной стороне. Но последние данные указывают на значительные потоки плазмы с дневной стороны на ночную, компенсирующие распад плазмы. Скорость потока ионизированного водорода в районе терминатора достигает 8 км/с. Этот механизм, по-видимому, и играет основную роль в формировании ночной ионосферы Венеры. Создается впечатление, что поток ионосферной плазмы на ночную сторону — следствие вязкого взаимодействия солнечного ветра с ионосферой.

Итак, магнитосфера Венеры — уникальный объект, и ее дальнейшее изучение, несомненно, поможет глубже понять физику межпланетной плазмы.





Академик АН УССР  
Б. А. НЕЛЕПО  
Дважды Герой Советского Союза,  
летчик-космонавт СССР  
В. В. КОВАЛЕНКО  
Доктор физико-математических наук  
Г. К. КОРТАЕВ  
Кандидат физико-математических наук  
Г. А. ГРИШИН

## Динамика океана и атмосферы по наблюдениям с «Салюта-6»

Почти пять лет прекрасно работала на орбите станция «Салют-6». На ней проведены самые разнообразные научные и прикладные исследования. В частности, изучали процессы, происходящие в океане и атмосфере, их влияние на погоду и климат — сложные и важные задачи прикладной космонавтики.

Среди актуальных проблем современной физической океанографии и метеорологии особое место занимают проблемы пространственной и временной изменчивости океанической и атмосферной циркуляций, долгосрочного прогноза погоды и колебаний климата на Земле. Но чтобы понять и использовать в народном хозяйстве многочисленные связи, сложившиеся между океаном и атмосферой, необходимо измерить большое число гидрометеорологических параметров: например, температуру воды в глубине и на поверхности океана, распределение температуры и влажности воздуха, скорости морских течений, ветра и облачности. Сделать это можно лишь с помощью спутников, которые в кратчайшие сроки позволяют получать полную информацию со всей поверхности Земли.

Большое значение придается наблюдениям океана в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах спектра, проводимым на пилотируемых орбитальных станциях «Салют», автоматических метеорологических спутниках «Метеор», специализиро-

ванных спутниках «Космос» и «Интеркосмос». В космическую систему изучения природных ресурсов Земли входят и полигоны, оборудованные стационарными и передвижными средствами для проведения измерений, а также наземная сеть приема и обработки информации.

Из разнообразных космических методов исследования океана широкое распространение получили фотографирование и съемка морской поверхности с помощью сканирующих комплексов. Для фотосъемки в автоматическом режиме чаще всего используются космический фотоаппарат МКФ-6М и топографический фотоаппарат КАТЭ-140, входившие в штатное научное оборудование пилотируемой орбитальной станции «Салют-6». В качестве же аппаратуры для наблюдения земной поверхности с автоматических искусственных спутников Земли используются многозональные сканирующие устройства (МСУ). При фотографировании оптическое изображение объекта регистрируется непосредственно на черно-белой или цветной пленках, а при сканировании изображение формируется, запоминается и передается на Землю с помощью оптико-электронных систем телевизионного типа.

### СИНОПТИЧЕСКИЕ ВИХРИ В ОКЕАНЕ

Изучение изменчивости вихрей в океане необходимо для выявления форм энергообмена между океаническими вихрями и атмосферными процессами синоптических масштабов, в частности теплообмена меж-

ду ними. Это важно при разработке теоретических моделей крупномасштабного взаимодействия океана с атмосферой, так как, согласно современным научным представлениям, учет переноса тепла вихревыми структурами в Атлантическом океане может на 30—40% изменить оценку общего баланса меридионального потока тепла к северу, определяющего в итоге погоду и климат на значительной территории Европы.

На многих космических снимках морской поверхности по цветовым контрастам отчетливо выявляются крупномасштабные вихри фронтального типа (сформировавшиеся в области интенсивных струйных течений). Одна из первых серий космических фотографий вихревых образований диаметром 50—100 км в районе Фолклендских (Мальвинских) островов была получена Г. М. Гречко.

Этот регион интересен тем, что ветвь течения Западных Ветров, отклонившись к северу после прохождения мыса Горн, обходя обширную банку Бердвуд и острова, продвигается далеко на север, где встречается с водными массами Бразильского течения. Хорошо различима с большой высоты граница раздела этих течений нередко прослеживается на расстоянии около 1000 км. По наблюдениям с орбитальной станции «Скайлэб», выполненным в декабре 1974 года, фронтальная зона между Бразильским и Фолклендским течениями, нигде не разрушаясь, прослеживалась визуально в виде тонкой серпантинной ленты более чем на 3500 км. Однако серия фо-

*Фрагмент фотосъемки акватории Южной Атлантики в районе Фолклендских (Мальвинских) островов*

тографий, полученная с «Салюта-6» в 1978 году, показала неустойчивость системы течений в целом и формирование ряда крупномасштабных вихрей.

Мы приводим фрагмент космической съемки акватории океана к юго-востоку от Фолклендских (Мальвинских) островов. Заметна струя Восточно-Фолклендского течения, практически повторяющая изолинии придонной топографии. В центре снимка виден почти сформировавшийся крупномасштабный циклонический вихрь. Линейные размеры вихрей составляют около 50 км, расстояние между ними почти 200 км.

На другом рисунке заметно формирование океанического вихря и гидрологического фронта при слиянии одной из ветвей Гольфстрима (темный тон на снимке) с холодным Лабрадорским течением на банке Флемиш Кап вблизи Ньюфаундленда. По данным спутниковых наблюдений большинство вихрей подобного типа в этом регионе формируется внутри узкого диапазона широт в районе между 35 и 39° с. ш., 60 и 70° з. д. Дрейфуют они преимущественно на запад, время их жизни колеблется от 6 месяцев до 2—3 лет, по некоторым оценкам — до 5 лет, после чего некоторые из них снова сливаются с Гольфстримом, другие же полностью распадаются на мелкомасштабные неоднородности.

Необходимо подчеркнуть, что к сегодняшнему дню выполнено не так уж много измерений, чтобы с уверенностью можно было выделить районы Мирового океана с повышенной вихревой активностью. Например, в Северной Атлантике



*Формирование вихря при слиянии теплого Гольфстрима (темный тон) и холодного Лабрадорского (светлый тон) течения в районе банки Флемиш Кап (Северная Атлантика)*

известны всего лишь 3—4 таких региона: участки океана, примыкающие к северо-западной оконечности Африки и Азорским островам; область Гольфстрима; район экваториальных и пассатных течений. В то же время отдельные крупномасштабные вихри фронтального происхождения наблюдались у побережья Юго-Западной Африки, в районах Сомалийского и Бразильского течений, в экваториальных областях Индийского и Тихого океанов, в Северном Ледовитом океане, Средиземном море. Но до сих пор нет статистически достоверных данных о распределении вихрей в этих регионах Мирового океана, особенностях их термического и динамического режима, условиях циклогенеза. Существуют лишь эпизодические оценки количества переносимого ими тепла в меридиональном направлении. Не ясно, как влияют вихри на атмосферные процессы (или наоборот), хотя отдельные визуальные наблюдения с «Салюта-6» подтверждают наличие связей между вихревыми полями в океане и циклонами в атмосфере. Многие ученые считают, что их взаимодействие между собой во многом определяет характер общей атмосферной циркуляции, играющей важную роль при формировании погоды и климата на Земле.

#### КРУПНОМАСШТАБНЫЕ АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

В исследованиях погоды и климата ключевая роль отводится изучению термогидродинамических процессов в тропической зоне океана. Этот район — гигантский аккумулятор тепловой энергии. Так, например, до 50% пара, образующегося из морской воды, поступает в атмосферу между 30° с. ш. и 30° ю. ш. В экваториальной зоне, наоборот, происходит высвобождение большей части энергии за счет конденсации водяного пара. При этом образуются гигантские кучево-дождевые облака, высота которых достигает 10—15 км. Эта узкая полоса мощной облачности опоясывает над океанами почти весь земной шар и хорошо видна на спутниковых фототелевизионных изображениях.



*Неустойчивость атмосферы  
в виде «кошачьих глаз»*

Тропическая зона океана служит также очагом зарождения циклонов, которые при благоприятных, но еще мало изученных условиях могут развиваться в мощные ураганы и тайфуны. Характерный масштаб тропического циклона средних размеров составляет 1000 км, а поступательная

скорость перемещения 10—50 км/ч в зависимости от района формирования.

С борта станции «Салют-6» космонавты неоднократно наблюдали развитие тропических циклонов и тайфунов, оказывающих существенное влияние на термическую структуру верхнего слоя океана. Получая тепловую энергию, накопленную в толще воды, они оставляют позади себя сильно охлажденный след в поверхностном слое. Горизонтальные раз-

меры такого следа измеряются сотнями километров, охлаждение проникает до глубины 100—150 м, а перепад температуры по сравнению с невозмущенными водами достигает 5—6° С. След урагана может сохраняться и прослеживаться по понижению температуры в поверхностном слое до 10 суток.

Погодные аномалии, как известно, в большей степени обязаны своим существованием неустойчивости атмосферной циркуляции. В этой связи обращает на себя внимание снимок облачности, полученный над одним из районов Атлантики с борта станции «Салют-6». На этом снимке видно развитие особого типа неустойчивости, впервые описанной У. Томсоном (Кельвином) в 1880 году. Он показал, что поле линий тока существенно изменяется на некоторой высоте, где скорость ветра равна скорости волновых возмущений. В этой области движение носит своеобразный характер. Такое поле получило название системы «кошачьих глаз». В 1968 году уже экспериментально было показано, что неустойчивость такого типа существует и под водой, но ее чрезвычайно трудно наблюдать в природе. Большинство работ, посвященных этой проблеме, касается либо исключительно математических аспектов теории, либо численного анализа гипотетических моделей. С этой точки зрения снимок одного из районов Атлантики, о котором мы говорили, можно назвать уникальным.

Характерная структура облачных образований при наблюдениях с искусственных спутников Земли во многих случаях может служить индикатором аномального поведения температуры поверхности океана. По расчетам академика Г. И. Марчука, к районам океана с аномальной температурой вод, оказывающим на климат наибольшее воздействие, относятся зоны формирования таких мощных и интенсивных течений, как Гольфстрим в Атлантике и Куроисио в Тихом океане, приполярные участки океана, а также те области океана, где наблюдается выход к поверхности глубинных вод.

Поэтому вызывают интерес наблю-

даемые, в частности с «Салюта-6», полосы облачности шириной от 100 до 1000 км, простирающиеся со стороны Антарктиды и Арктики в сторону экватора почти меридионально. Согласно расчетам суммарной радиации, на поверхности Северной Атлантики (по данным искусственного спутника Земли «Космос-1151») удастся выделить волнообразную структуру радиационных потоков, которая в принципе может быть связана с крупномасштабной периодической структурой полей облачности. Физическая природа их существования до сих пор не ясна, но очевидно, что они могут оказывать существенное влияние на формирование погоды над материками, включая Европейскую часть территории СССР. Таким образом, визуальные наблюдения облачности с борта орбитальной станции дают возможность более точно интерпретировать данные дистанционных измерений атмосферных параметров для лучшего прогнозирования погоды.

#### ВНУТРЕННИЕ ВОЛНЫ

Важное направление исследования динамики океана из космоса — изучение внутренних волн, образующихся в глубине моря на поверхности раздела между слоями относительно легкой и тяжелой воды. Это аналогично тому, как образуются поверхностные волны на границе раздела атмосфера — океан.

Большой интерес к наблюдениям внутренних волн из космоса обусловлен прежде всего возможностью определения пространственного спектра внутреннего волнения и его изменчивости во времени. Кроме того, есть основания считать, что в водах с относительно высокой прозрачностью в верхнем квазиоднородном слое наблюдения внутренних волн в видимом диапазоне возможны не только по их поверхностным проявлениям, но и по контрастам яркости слоя пониженной прозрачности, то есть на глубине в десятки метров в открытом океане.

Научно-исследовательское судно «Академик Вернадский» осенью 1978 года проводило эксперимент севе-

ро-западнее Англии. Удалось выделить колебания слоев воды суточного и инерционного (около 17 ч) периодов. В среднем амплитуда колебаний короткопериодных внутренних волн равна 15—20 м. В то же время на глубине примерно 400 м полный размах колебаний составляет 200—250 м.

Интересно, что, несмотря на большие амплитуды внутри жидкости, внутренние волны проявляются на поверхности океана лишь при определенных условиях. В случае выхода внутренних волн на морскую поверхность они легко идентифицируются по темным и светлым полосам гладкой и покрытой рябью воды, перемещающимся по поверхности со скоростью от 10 до 100 см/с. Одно из возможных объяснений этого интересного явления состоит в том, что при горизонтальном движении внутренних волн на поверхности в ложбинах концентрируются поверхностно-активные вещества, гася при этом короткопериодные волны и формируя, таким образом, полосы гладкой воды — их называют «слики». Наличие на поверхности океана сликов приводит к локальным изменениям коэффициента яркости восходящего радиационного излучения, регистрируемого дистанционными датчиками. Анализ аэрокосмических изображений морской поверхности показывает, что ширина сликовых полос может достигать сотен метров, а их длина — десятков километров.

Если еще раз посмотреть на фотографию, сделанную в районе Фолклендских (Мальвинских) островов, то можно увидеть, что в прибрежной части острова Восточный Фолкленд изображены короткопериодные волнообразные возмущения, которые были идентифицированы с проявлениями внутренних волн на поверхности в виде полосатой периодической структуры. Их длина составляет 1—2 км, а скорость горизонтального перемещения около 30 см/с. Период таких волн наиболее близко соответствует периоду внутреннего прилива в этом районе, откуда можно заключить, что исследуемые волны возникают

оттого, что кромка островного шельфа рассеивает энергию прилива, причём волны движутся к берегу.

Интересный характер внутреннего волнения можно видеть на космическом фотоснимке акватории Черного моря в районе Крымского полуострова. Длина волновых возмущений, расположенных в узком секторе с мористой стороны от мыса Сарыч, изменяется от 0,5 км в районе мелководья до 1,5 км на глубине. Их скорость в прибрежной зоне 40 см/с, что соответствует данным прямых (подспутниковых) измерений.

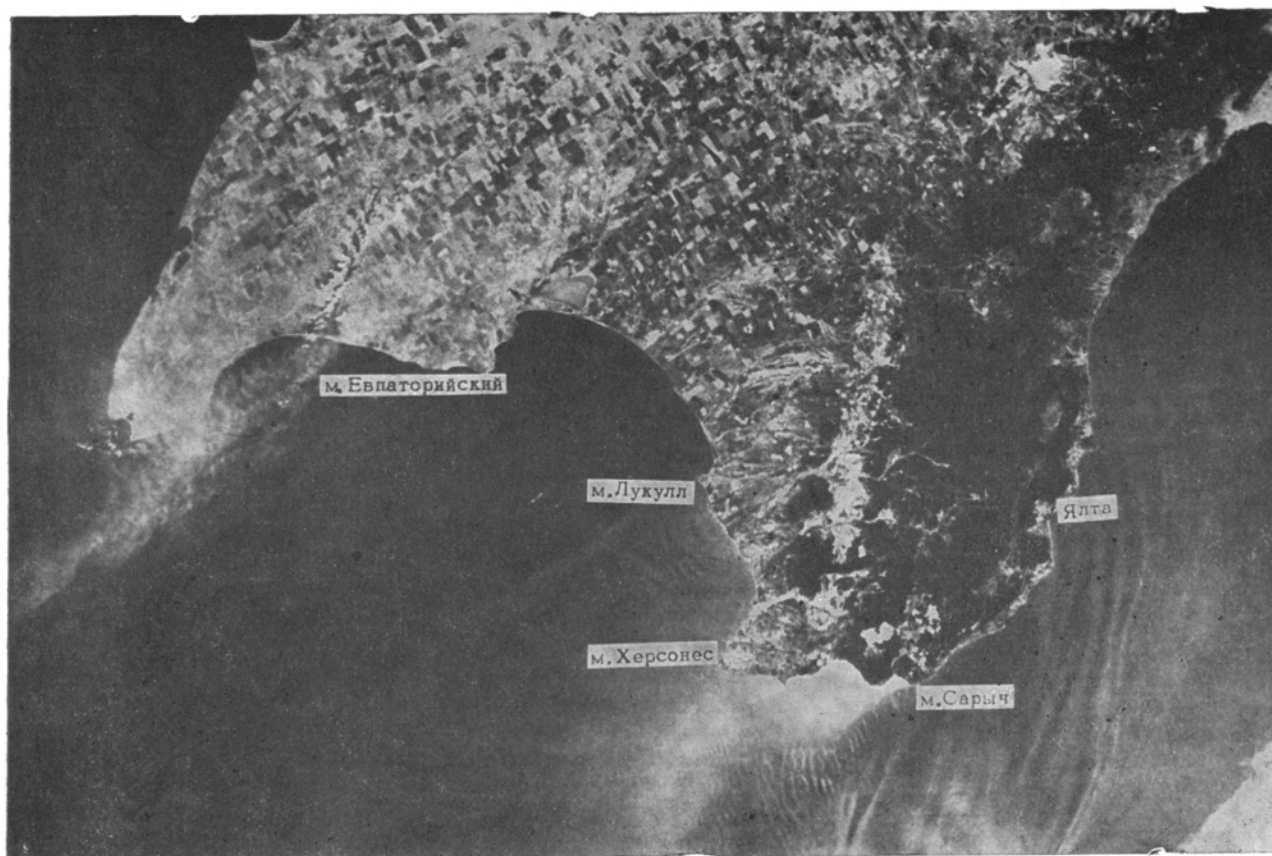
Подробное рассмотрение особенностей циркуляции поверхностных вод данного региона показывает, что наблюдаемые на снимке внутренние волны генерированы на резком перепаде глубин в районе мыса Сарыч. Эти волны распространяются в сторону открытого моря, постепенно увеличивая свою длину.

Отметим, что по наблюдениям космонавтов с пилотируемых орби-

тальных станций и по результатам измерений с автоматических спутников Земли характерная структура, присущая полю внутренних волн, неоднократно отмечалась как на континентальных шельфах, так и в открытом океане. Таким образом, по результатам спутниковых наблюдений морской поверхности уже в настоящее время можно оценить скорость, направление распространения и длину внутренних волн. Особая ценность этих наблюдений состоит в том, что по известным параметрам внутренних волн из космоса удается определить теплозонас верхнего однородного слоя океана — важнейшую характеристику теплового баланса системы океан — атмосфера.

*Фотоснимок акватории Черного моря в районе Крымского полуострова, полученный 22 июня 1975 года (высота Солнца около 50°)*

Почему же все-таки важно исследовать синоптические вихри и внутренние волны именно из космоса? Дело в том, что оба типа океанической изменчивости наиболее рельефно проявляются при контрастном освещении поверхности океана, то есть в зоне прямого солнечного отражения — солнечной дорожки. Учитывая, что с высоты 200—300 км площадь солнечной дорожки (в зависимости от высоты Солнца над горизонтом и состояния морской поверхности) может составлять более 15 000 км<sup>2</sup>, такие наблюдения представляют интерес прежде всего с точки зрения одновременного контроля динамики разных масштабов на больших площадях. Кроме того, наблюдения гидрофизических явлений в зоне солнечной дорожки важны для разработки перспективных методов изучения океана с помощью автоматических спутников «Космос» и «Метеор».







Кандидат физико-математических наук  
Д. М. КУЛИ-ЗАДЕ  
Кандидат физико-математических наук  
В. С. ПОПОВ

## Олег Александрович Мельников

Выдающийся советский астрофизик, член-корреспондент АН СССР профессор Олег Александрович Мельников родился 2 апреля 1912 года в городе Хвалынске Саратовской губернии. Его отец Александр Васильевич Мельников, впоследствии академик Академии медицинских наук СССР, генерал-майор медицинской службы, был крупнейшим хирургом-онкологом. Мать Олега Александровича — Ксения Терентьевна — работала медицинской сестрой. По стопам отца пошли сестра и брат Олега Александровича, ставшие со временем известными учеными-медиками. Сам же Олег Александрович свое призвание видел в ином.

Окончив школу, он поступил на физико-математический факультет Харьковского университета и еще студентом регулярно посещал университетскую обсерваторию.

В 1933 году О. А. Мельников успешно закончил Харьковский университет, получил специальность физика-исследователя и в том же году поступил в аспирантуру Пулковской обсерватории. Почти 50 лет он отдал работе на этой обсерватории.

В 1934—1935 годах в Симеизском отделении Пулковской обсерватории Олег Александрович вел исследования под руководством академика Г. А. Шайна, который заинтересовал его вопросами определения лучевых скоростей и межзвездного поглощения. О. А. Мельников участвовал в наблюдениях по программе Каталога лучевых скоростей 343 звезд, составленной Г. А. Шайном и В. А. Альбицким. Олег Александрович получил также большие ряды наблюдений классических цефеид



*Олег Александрович Мельников  
(1912—1982)*

$\delta$  Цефея,  $\eta$  Орла и  $\zeta$  Близнецов. Этот материал лег в основу его кандидатской диссертации, которую он защитил в 1939 году.

В 1940 году О. А. Мельников стал заведующим астрофизической лабораторией в Пулкове, в 1941—1946 годах он вместе с сотрудниками обсерватории находился в эвакуации в Ташкенте, в 1946—1950 годах вновь возглавлял астрофизическую лабораторию в Пулкове.

В 1944 году Олег Александрович закончил крупное исследование по спектрофотометрии цефеид. Он дал глубокий анализ физических условий в их атмосферах. Эта работа была представлена на соискание степени

доктора наук, которую О. А. Мельникову присвоили в 1945 году.

Олег Александрович одним из первых обратил внимание на недооценку астрономами абсолютных величин цефеид. Он предложил увеличить их на  $0,5^m$ . Как известно, сравнивая видимые звездные величины цефеид в далеких галактиках с их абсолютной величиной в нашей Галактике, астрономы определили расстояния до далеких звездных систем (Земля и Вселенная, 1973, № 2, с. 46.—Ред.). Рост абсолютной звездной величины цефеид на  $0,5^m$  повлек бы за собой увеличение расстояний до галактик в 1,3 раза. Однако ревизия абсолютных величин цефеид (они оказались ярче на  $1,5^m$ ) и шкалы внегалактических расстояний была проведена только в 1952 году после работ В. Бааде.

Изучая межзвездное поглощение света, О. А. Мельников установил, что только в видимой области спектра поглощение обратно пропорционально длине волны ( $\lambda^{-1}$ ). В общем случае закон межзвездного поглощения имеет вид  $\lambda^{-n}$ , где  $n$  изменяется от 0 в ультрафиолетовом до 4 в инфракрасном диапазоне. За эти исследования Олег Александрович был удостоен в 1950 году премии Академии наук СССР имени Ф. А. Бредихина.

В 1951—1961 годах О. А. Мельников возглавлял организованный в Пулковской обсерватории отдел физики звезд. Под его руководством здесь велись систематические исследования спектрофотометрических градиентов звезд различных спектральных классов. Используя предло-

женный им метод, сотрудники отдела, найдя параметры звездных атмосфер, уточнили шкалу звездных температур. Температура звезд класса А0, определенная по интенсивности спектральных линий, оказалась близкой к 16 000 К, в то время как более ранние измерения потсдамских и гринвичских астрономов давали соответственно температуру 9000 и 18 000 К.

О. А. Мельников разработал метод лабораторного измерения относительных сил осцилляторов, характеризующих интенсивность линий, в мультиплетах железа, титана и кремния.

Олег Александрович — один из создателей метода «кривых роста» в астрофизике. Этот метод позволяет на основе эквивалентных ширин спектральных линий, если известны относительные силы осцилляторов, вычислять такие важные характеристики звездных атмосфер, как температура возбуждения, скорость турбулентных движений, химический состав. Применяя этот метод к звездным атмосферам, О. А. Мельников показал, что температура возбуждения на 1000—2000 К меньше эффективной температуры.

Работы Олега Александровича по физике Солнца представляют особый интерес. Он успешно продолжил и развил спектроскопическое исследование активных образований на Солнце, начатое до него еще в 30-е годы. Изучая контуры эмиссионных линий, Олег Александрович обнаружил турбулентные движения в хромосфере и в протуберанцах. Скорость таких движений оказалась 15—20 км/с, то есть значительно выше скорости теплового движения атомов. В дальнейшем это дало возможность объяснить большую протяженность солнечной хромосферы.

О. А. Мельников неоднократно участвовал в экспедициях, наблюдавших солнечные затмения, и получил высококачественные спектры хромосферы в разных фазах солнечного цикла. Сравнив эти спектры, он установил, что температура возбуждения хромосферы увеличивается от минимума к максимуму солнечной активности.

Олег Александрович подробно ис-

следовал физические условия в солнечных факелах и пятнах и показал, что непрерывный спектр факелов соответствует температуре примерно на 1000 К более высокой, чем спектр фотосферы. Он разработал новый метод для оценки магнитных полей солнечных пятен, взяв за основу изучение магнитной интенсификации фраунгоферовых линий в спектре солнечных пятен (расщепление линий в магнитном поле вследствие эффекта Зеемана).

Систематическое изучение сдвигов и интенсивностей фраунгоферовых линий в спектре невозмущенной фотосферы также было начато в СССР О. А. Мельниковым. Сейчас его ученики продолжают эти исследования.

Используя обширный экспериментальный материал, Олег Александрович детально изучил гравитационное красное смещение фраунгоферовых линий железа в спектре Солнца и первым получил результат, согласующийся с теорией относительности Эйнштейна.

О. А. Мельников очень много сделал для отечественного телескопостроения. Еще в конце 40-х годов он вместе с конструкторами и инженерами Ленинградского оптико-механического объединения создал 25-сантиметровый телескоп с бесщелевым спектрографом. Этот телескоп использовался для наблюдения ультрафиолетовых спектров звезд в Пулковке и в экспедициях на Кавказе. Под руководством Олега Александровича был сооружен для астрономической обсерватории Ленинградского университета башенный солнечный телескоп с большим дифракционным спектрографом. Крупнейший в мире 6-метровый телескоп, установленный в Специальной астрофизической обсерватории АН СССР, строился под руководством О. А. Мельникова.

Работы О. А. Мельникова приобрели международную известность. С 1946 года он был членом и активным участником Международного астрономического союза. В 1960 году его избрали членом-корреспондентом АН СССР.

О. А. Мельникову принадлежит около 200 работ по телескопостроению, переменным звездам, астро-

спектроскопии, истории астрономии. Он — один из авторов известного «Курса астрофизики и звездной астрономии», переиздававшегося неоднократно. Статьи О. А. Мельникова о жизни и деятельности И. Фраунгофера, Г. Галилея, М. В. Ломоносова, А. А. Белопольского интересны и для специалистов, и для широкого читателя.

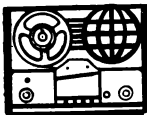
Олег Александрович принадлежал к талантливой когорте ученых, которые успешно совмещают научную работу с педагогической. С 1946 года по 1978 год он был профессором Ленинградского государственного университета и одновременно возглавлял лабораторию физики Солнца и радиоастрономии. Его лекции по спектроскопии, переменным звездам и физике Солнца слушали с большим интересом не только студенты, но и аспиранты.

О. А. Мельников вложил большой труд в подготовку высококвалифицированных кадров астрофизиков: под его руководством подготовлены и защищены более 20 кандидатских диссертаций, его ученики работают во многих обсерваториях нашей страны.

Много внимания и сил О. А. Мельников уделял научно-организационной работе. Он был членом редакционной коллегии «Астрономического журнала» и реферативного журнала «Астрономия». В 1970 году Олег Александрович был избран почетным членом Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО). Тогда же он вошел в состав Центрального совета ВАГО, в котором работал десять лет, из них пять — в должности вице-президента общества. Много лет О. А. Мельников активно трудился и в Ленинградском отделении ВАГО.

12 мая 1982 года, примерно через месяц после своего 70-летнего юбилея, Олег Александрович скоропостижно скончался.

Заслуги члена-корреспондента АН СССР, профессора Олега Александровича Мельникова отмечены двумя орденами «Знак почета», медалью «За трудовую доблесть», золотой медалью ВДНХ.



НАШИ  
ИНТЕРВЬЮ

## Астрономы о своей профессии

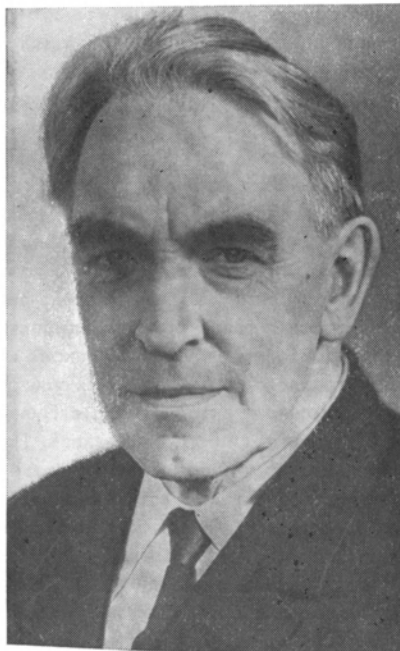
Продолжаем начатую в № 6 журнала за 1982 год публикацию ответов астрономов на следующие вопросы:

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

**Член-корреспондент АН СССР  
Митрофан Степанович Зверев**

1. Интерес к астрономии пробудился случайно лет 65 тому назад, когда я еще жил с родителями в Воронеже. В то время старшая сестра как раз писала школьный реферат о планетах Солнечной системы. Руководствуясь книжкой К. Фламариона, мы вместе разыскали ночью на небе несколько планет и созвездий. Сестра, окончив школу, поступила в университет на естественное отделение, стала биологом. А я всерьез увлекся звездами. Университет в Воронеже был создан в 1918 году на базе университета, эвакуированного из Юрьева (теперь Тарту). В нем оказались два астронома — В. Р. Берг (впоследствии — известный пулковский астроном) и энтузиаст астрономических наблюдений К. В. Купфер. Именно он разъяснил мне, что с моим скромным биноклем польза науке могут принести наблюдения только метеоров или переменных звезд. И с 1921 года я стал «переменщиком». Позже эти мои наблюдения получили в Москве положительную оценку С. Н. Блажко и даже были опубликованы.

Астрометристом я стал тоже случайно. Окончив в 1931 году Московский университет и поступив на работу в Государственный астрономический институт имени П. К. Штерн-



берга, я собирался продолжать исследования переменных звезд. Но в 1932 году из Пулковской обсерватории пришло предложение об участии московского меридианного круга в коллективной работе советских обсерваторий по определению точных координат геодезических звезд. Эта работа, организованная по заданию Главного геодезического управ-

ления, тогда была особенно актуальной в связи с созданием в СССР сети триангуляции I класса. Я согласился участвовать в меридианных наблюдениях, оговорив право в свободные вечера наблюдать переменные звезды на 7-дюймовом рефракторе. Моя судьба была окончательно решена летом 1934 года во время двухмесячной стажировки в Пулковской обсерватории, где я оказался среди замечательных астрометристов — П. И. Яшнова, Н. И. Днепровского, С. К. Костинского, Н. В. Циммермана, Н. Н. Павлова, А. Н. Дейча, А. А. Немиро.

2. В целом мои надежды вполне оправдались.

3. У астрономии в будущем, несомненно, расширятся технические возможности (в частности, благодаря развитию космонавтики) вплоть до организации регулярных астрономических наблюдений в космосе, например, на Луне. Для этого астрономы-профессионалы должны обладать широким диапазоном знаний, иметь достаточно высокое научно-техническое образование. Вместе с тем хотелось бы, чтобы астрономия не утратила свои «романтические» черты, чтобы получение информации об удивительных, чрезвычайно разнообразных небесных объектах не было целиком передано различным роботам и автоматам, которых обслуживает технический персонал. В «земной» астрономии, по моему мнению, основная роль по-прежнему останется за астрономом-наблюдателем. Желательно, чтобы каждый настоящий астроном, хотя бы в молодости, участвовал в астрономических наблюдениях.

**Доктор  
физико-математических наук  
Раиса Александровна Бартая**

1. Звездное небо, мир вокруг нас с детства привлекали мое внимание. Я хотела понять, как устроена Вселенная. Это желание осталось неудовлетворенным и по окончании средней школы, так как в то время астрономию преподавали неквалифицированно. Ведь на современном уровне астрономия начала развиваться в Грузии лишь в 30-х годах, когда была основана Абастуманская астрофизическая обсерватория.

Желание познать строение Вселенной еще более закрепились во время учебы на физико-математическом факультете Тбилисского университета, где курс общей астрономии читал основатель Абастуманской астрофизической обсерватории и ее бессменный директор, член-корреспондент АН СССР Е. К. Харадзе. Своими глубоко содержательными, увлекательными лекциями он ввел нас в прекрасный мир астрономии и познакомил с тайнами Вселенной.



2. Велико удовлетворение, испытываемое при изучении астрономии. Всегда любила ночные наблюдения, которым сопутствует только им присущая романтика.

Я уверена, что правильно выбрала профессию, хотя труд астронома несколько тяжелее труда ученых дру-

гих специальностей. Астроном наблюдает ночью. Он оторван от городской жизни, лишен свойственного ей разнообразия и комфорта, так как современные обсерватории находятся далеко от города. Но если любишь астрономию, то эти трудности не пугают.

3. С самого начала интерес к астрономии был обусловлен не только любознательностью человека, но и практическими потребностями, которые в наше время стали особенно насущными. Астрономические исследования невозможны без знания многих смежных разделов науки, не говоря о физике и математике, и поэтому астроном будущего должен быть высоко эрудированным человеком.

Теперь уже привычным стало выражение: «Вселенная — лаборатория современного естествознания». Это значит, что не только физика, но и химия, биология и другие науки пользуются необъятной лабораторией. Вот почему среди современных наук астрономия играет все возрастающую роль. Исходя из этого и нужно оценивать профессию астронома будущего.

**Академик АН УССР  
Семен Яковлевич Брауде**

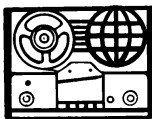
1. Так уж сложилась моя судьба, что из 52 лет научной работы первая половина была посвящена физике рентгеновских лучей, физике и технике сверхзвуковых частот, распространению радиоволн и радиолокации. В середине 50-х годов меня заинтересовала возможность радиолокации Солнца. Выполненные расчеты показали, что для такой локации необходимо использовать установку, работающую только на декаметровых радиоволнах. Для радиолокатора нужны были мощные передатчики, антенные устройства гигантских размеров, сложные приемные и регистрирующие системы. За всю проблему, связанную с радиолокацией Солнца, я не рискнул тогда взяться (она как следует не решена и сейчас), но вознамерился вместо радиоло-



кационной развивать наблюдательную декаметровую радиоастрономию. Мне это направление исследо-

ваний представлялось весьма перспективным, хотя на таких частотах, по ряду причин, очень трудно работать, а потому было мало желающих осваивать декаметровый диапазон. Так я стал радиоастрономом.

2. Конечно, не удалось в полной мере реализовать все то, что было задумано. И все же за прошедшие годы был создан коллектив научных сотрудников, которые разработали и построили четыре поколения широкополосных, электрически управляемых декаметровых радиотелескопов, в том числе крупнейший в мире инструмент — УТР-2 (Земля и Вселенная, 1981, № 5, с. 24). Проведен ряд интересных наблюдений и получены новые данные о радиоизлучении различных космических объектов. Заманчивые перспективы в дальнейшем исследовании угловой структуры радиоисточников откроются с вводом в строй длинноволновой интерфе-



## НАШИ ИНТЕРВЬЮ

ренционной системы УРАН (Украинский радиоинтерферометр Академии наук), которая на дециметровых волнах будет иметь угловое разрешение 1,5—2,0”.

Сейчас уже ни у кого нет сомнения, что и в диапазоне дециметровых радиоволн возможны плодотворные радиоастрономические исследования,

и в этом смысле мои надежды оправдались. Правда, трудности работы в дециметровом диапазоне оказались намного большими, чем ожидалось, и это обстоятельство нами не было в должной мере учтено, когда мы начинали свои исследования. Возможно, такой просчет сыграл положительную роль, ибо, если бы мы представили истинные трудности, вероятно, мы и не рискнули бы взяться за радиоастрономические исследования на дециметровых волнах.

3. Мне представляется, что со временем роль астрономии в развитии человечества будет непрерывно возрастать. Это связано с бурным развитием космонавтики и с усилением роли исследований различных физических процессов, происходящих в гигантской лаборатории — во Вселенной.

Владея первоклассной техникой, инструментами и аппаратурой, работая как на Земле, так и на космических аппаратах, а возможно, и на обсерваториях, расположенных на других планетах Солнечной системы, астроном будущего должен быть весьма разносторонним человеком. Кроме умения проводить сложнейшие эксперименты (я не имею в виду теоретиков), он должен обладать глубокими знаниями в области астрономии, физики, химии, математики. В ряде случаев он должен уметь работать в экстремальных условиях, например, на обсерваториях, расположенных на Луне или на Марсе. По-видимому, в будущем профессия астронома окажется одной из сложнейших, но вместе с тем и одной из увлекательнейших.

## Профессор Клавдия Александровна Бархатова

1. Впервые стала думать о звездах, когда мне было десять лет. Я с родителями жила в маленьком уральском городке и однажды, зимою, выйдя вечером кататься на санках, вдруг обратила внимание на звездное небо. Меня поразила красота его, я долго не могла оторвать глаз от яркой голубой звезды (позднее я узнала, что это был Сириус) и окружающих ее светил... Первоначальное воздействие звезд на мою душу было чисто эстетическое. Они были прекрасны и питали мою неудержимую фантазию и мечтательность. Затем я стала задавать вопросы по астрономии отцу, и тогда он принес мне из библиотеки книги Фламариона и Клейна. Особенно я увлекалась «Астрономическими вечерами» Клейна. Мой интерес к астрономии совпал по времени со страстным увлечением музыкой, поэзией, особенно Лермонтовым. Постепенно я все больше и больше приобщалась к астрономической литературе и теперь уже стремилась понять, что же такое звезды.



Разумеется, волновали размышления о бесконечности и вечности Вселенной.

Когда семья переехала в Свердловск, я уже не видела восхитительного «буйства» звезд (мешали огни города), но много читала, твердо решив стать астрономом. Поступив в Уральский университет, я заинтересовалась наблюдениями переменных звезд, а затем и другими вопросами

звездной астрономии и астрофизики. Большое влияние в выборе узкой специализации (исследование звездных скоплений) оказали Б. В. Кукаркин и П. П. Паренаго.

2. Я считаю, что мои мечты и надежды полностью оправдались. Мне посчастливилось осуществить заветное желание — создать астрономическую обсерваторию на Урале и возродить кафедру астрономии и геодезии в Уральском университете. Мне посчастливилось также сочетать свою научную работу с педагогической. Передавать молодежи свои знания я считаю величайшим счастьем.

3. После выхода человека в космос, профессия астронома становится все более увлекательной и творческой, а сам процесс наблюдений — все более автоматизированным. Замечательным представляется созерцание величия звездного мира, бездонных глубин Вселенной с какой-нибудь из планет, например с Марса. Но наземная астрономия, на мой взгляд, не потеряет актуальности, и профессия астронома никогда не утратит своего значения.

Доктор физико-математических  
наук  
Р. А. БАРТАЯ



## 50 лет Абастуманской астрофизической обсерватории

Поразительно красиво Абастуманское ущелье. Среди окаймляющих его горных вершин особенно хороша, конечно же, Канобильская гора — ее природное величие прекрасно сочетается с архитектурой сооружений, возведенных на лесистых склонах.

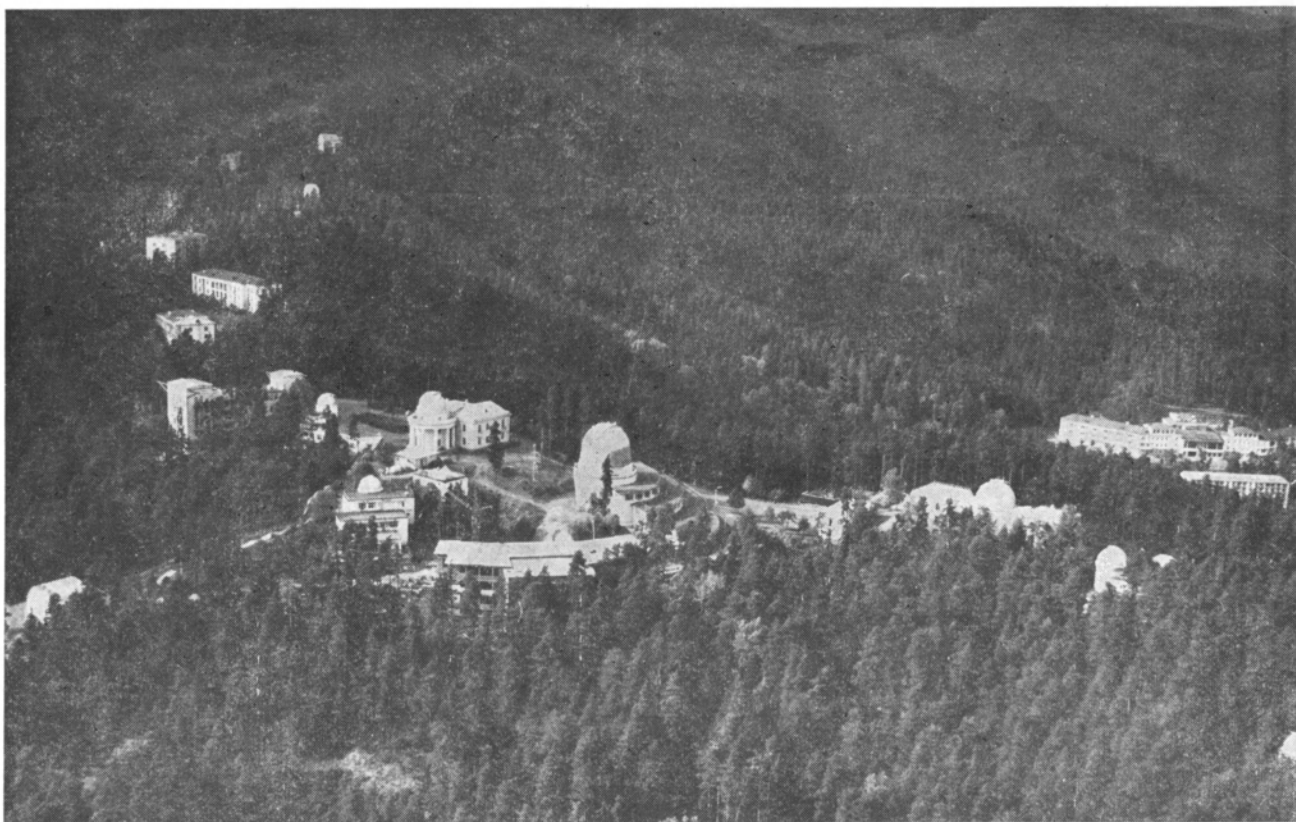
Из Абастуманского ущелья на Канобили ведет живописная автомобильная дорога; впрочем, можно подняться на гору и по канатной дороге. И тут перед вами откроется

утопающий в зелени городок, где рядом с обычными постройками соседствуют здания, увенчанные серебристыми куполами. Это — Абастуманская астрофизическая обсерватория АН ГССР, ставшая за пять десятилетий своего существования первоклассной обсерваторией (Земля и Вселенная, 1965, № 1, с. 65.— Ред.).

Канобильское небо! Кого только ни удивляло оно своим нигде не виданным синим цветом. Еще в 90-х годах прошлого века профессор С. П. Гла-

зенап, ведя в этих краях астрономические наблюдения, обратил внимание на необычную прозрачность атмосферы. Это и навело ученых на мысль построить обсерваторию на Канобили. «Если судить по результатам, полученным профессором С. П. Глазенапом, ни одна обсерва-

*Панорама Абастуманской  
астрофизической обсерватории  
АН ГССР*







тория в Европе не имеет столь благоприятного расположения, и вообще, трудно назвать подобную где-либо в другом месте, кроме горы Гамильтон (в Америке.— Р. Б.), где атмосферные условия столь же благоприятны»,— писал в 1892 году американский астроном С. Бернхэм.

Создание обсерватории стало возможным лишь при Советской власти, когда в Грузии началось планомерное осуществление многих научно-культурных мероприятий в содружестве с братскими республиками.

В 1931 году в Грузию прибыла экспедиция Ленинградского астрономического института, чтобы выбрать место для строительства первой в нашей стране горной астрофизической обсерватории. В работе экспедиции участвовал синоптик Тбилис-

ской геофизической обсерватории Евгений Кириллович Харадзе. Экспедиция исследовала астроклимат в ряде высокогорных районов Грузии и признала лучшим район Абастумани. Именно здесь решено было построить астрофизическую обсерваторию.

Вскоре после отъезда ленинградцев Тбилисский государственный университет получил письмо, в котором сообщалось, что решением Народного комиссариата просвещения РСФСР Е. К. Харадзе зачислен аспирантом Ленинградского астрономического института. А вслед за этим, в 1932 году, правительство Грузинской республики назначило Е. К. Харадзе директором обсерватории. Так стал 25-летний синоптик одновременно и аспирантом Ленинградского астро-

*Основатель и бессменный директор Абастуманской обсерватории член-корреспондент АН СССР Е. К. Харадзе (в центре) с сотрудниками обсерватории: руководителем отдела Солнца, Луны и планет доктором Т. Г. Мегрелишвили (справа) и старшим научным сотрудником, лауреатом Государственной премии СССР Р. И. Киладзе*

мического института, и директором тогда еще не существовавшей обсерватории. В эти годы Е. К. Харадзе формировался как ученый и как организатор науки. В научных достижениях Абастуманской обсерватории, в оснащении ее современными инструментами, в воспитании национальных кадров грузинских астрономов —

во всем этом проявилась незаурядная личность первого в Советской Грузии астронома-профессионала — Евгения Кирилловича Харадзе. И ныне, уже будучи президентом Академии наук Грузинской ССР, член-корреспондент АН СССР Е. К. Харадзе возглавляет Абастуманскую обсерваторию. 50 лет директорства — беспрецедентный случай в истории астрономии!

С момента основания Абастуманской обсерватории ее сотрудники занимались изучением межзвездной материи. Монография Е. К. Харадзе «Каталог показателей цвета 14 000 звезд и исследования поглощения света в Галактике на основе цветовых избытков звезд», вышедшая в 1952 году, принесла известность Абастуманской обсерватории. Уникальный для своего времени каталог позволил Е. К. Харадзе выявить, как распределена межзвездная поглощающая материя в Галактике. В решение проблемы межзвездного поглощения света немалый вклад внесли сотрудники Абастуманской обсерватории М. А. Вашакидзе и Ш. Г. Горделадзе.

Разнообразное применение нашел метод определения пространственных плотностей звезд в Галактике, предложенный в 1938 году М. А. Вашакидзе одновременно и независимо от голландского астронома Я. Оорта и известный теперь как метод Вашакидзе — Оорта.

Широко используется составленный в Абастуманской обсерватории Дж. Ш. Хавтаси «Атлас галактических темных туманностей».

Для Абастуманской обсерватории характерны наблюдения параметров сразу многих звезд. Если вначале определялись лишь звездные величины и показатели цвета звезд, то впоследствии, когда в 1955 году был установлен 70-сантиметровый менисковый телескоп, перед объективом которого помещалась призма, стали получать спектры множества звезд. В обсерватории разработали методику и выполнили спектральную классификацию более 150 000 звезд, провели спектральные обзоры неба, а также составили каталоги. Среди них следует упомянуть каталог спектров около 11 000 звезд, в котором

приведены результаты двумерной классификации с учетом особенностей в звездных спектрах. Каталог ценен и тем, что классификация звезд осуществлена в тех же областях неба, где в свое время Е. К. Харадзе исследовал межзвездное поглощение света звезд. Кстати, данные каталога записаны на магнитной ленте, которая передана в Центр звездных данных (Страсбург, Франция). Таков вклад Абастуманской обсерватории в международный обмен научными данными. Созданные в обсерватории каталоги показателей цвета и спектров звезд использовались для построения и исследования функции плотности и светимости звезд.

В нашей стране работы по массовой двумерной классификации звезд ведутся только в Абастуманской обсерватории. В этом научном направлении Абастуманская обсерватория выступает как основной разработчик методики и поставщик звездных спектро-классификационных данных для других советских обсерваторий. Опыт спектральной классификации звезд, накопленный в Абастуманской обсерватории, успешно перенимают сотрудники Главной астрономической обсерватории АН УССР, Тартуской астрофизической обсерватории имени В. Я. Струве АН ЭССР, а также Европейской южной обсерватории. Методику спектральной классификации освоили в Абастуманской обсерватории Э. Желванова (Центральный институт астрофизики АН ГДР) и Ц. Радославова (Сектор астрономии АН НРБ).

Сейчас в Абастуманской обсерватории созданы все условия для внедрения автоматической спектральной классификации звезд. Идея полной автоматической классификации спектров звезд, получаемых на инструментах с предобъективными призмами, принадлежит Р. Весту. Этот выпускник Копенгагенского университета начал свою научную деятельность под руководством Е. К. Харадзе. В 1966—1967 годах на 70-сантиметровом телескопе Абастуманской обсерватории Р. Вест получал спектры звезд. Знаком признательности ученика к учителю стала открытая

Р. Вестом малая планета № 2147, которую он назвал Харадзе.

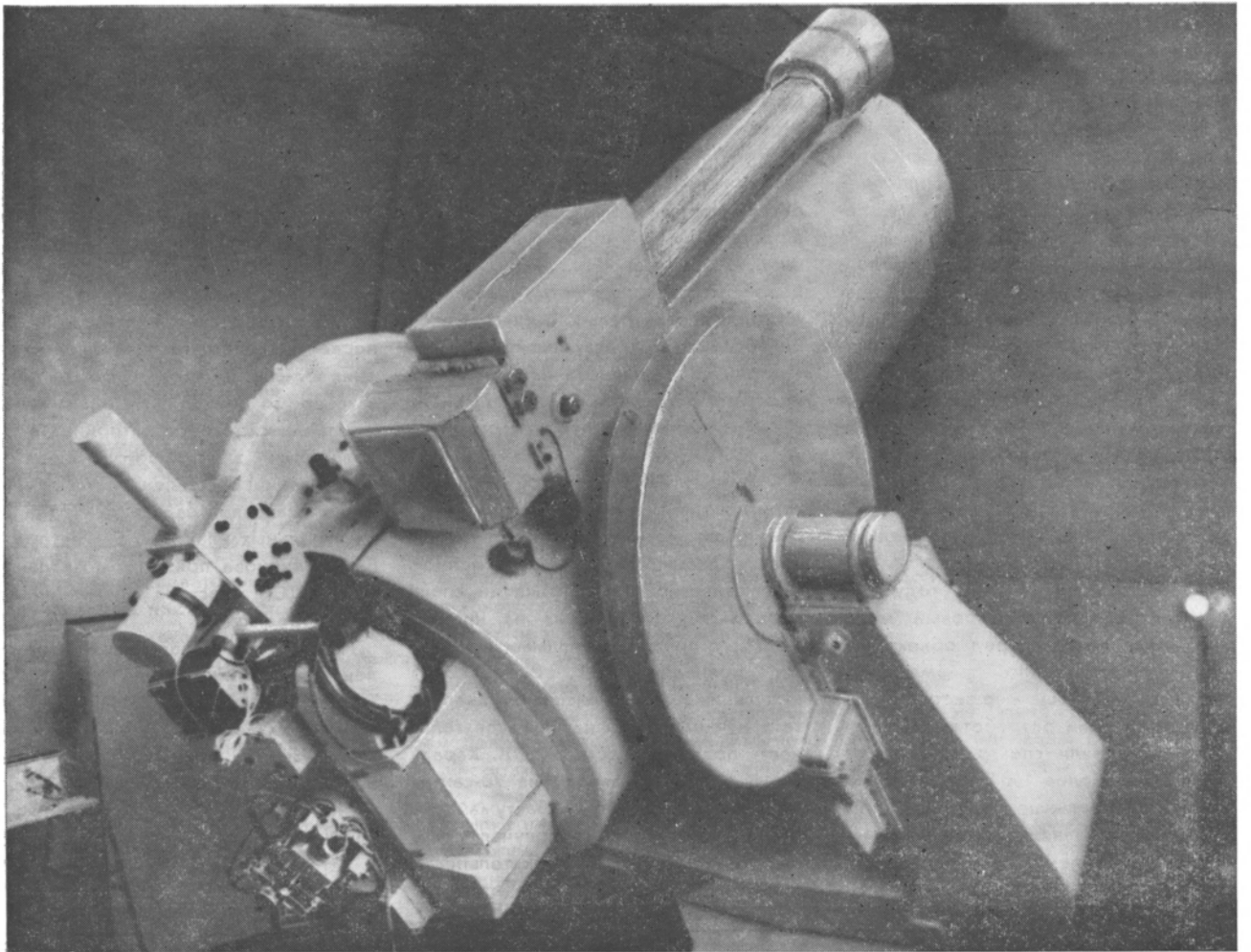
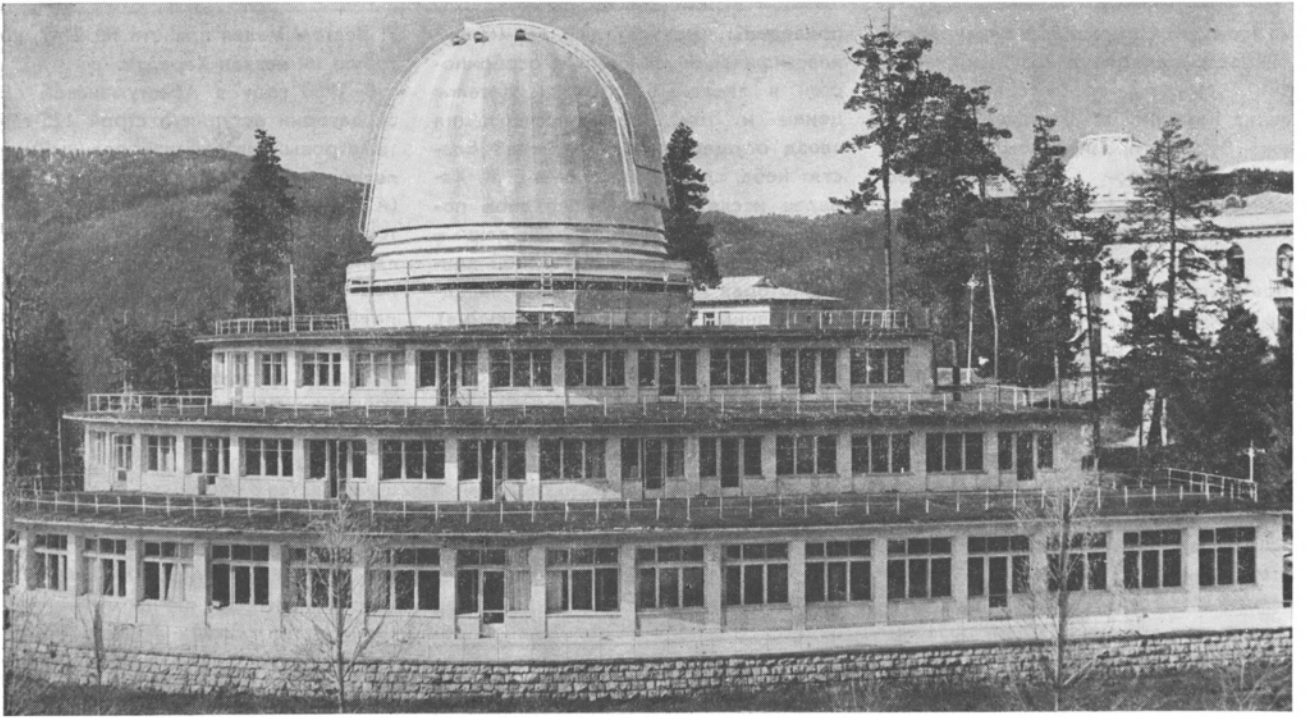
В 1980 году в Абастуманской обсерватории вступил в строй 125-сантиметровый автоматизированный телескоп с программным управлением (АЗТ-11). Он предназначен для электрокоординатных наблюдений небесных объектов. На телескопе можно получать прямые снимки небесных объектов, а также их спектрограммы. У нового инструмента два фотоэлектрических гида и телевизионная установка для визуальной наводки на объект. Управление телескопом осуществляется с помощью вычислительного комплекса М-6000. Эквивалентное фокусное расстояние инструмента 1598 см, светосила 1:13. При часовой экспозиции на чувствительных фотопластинках можно получать изображения звезд до 19-й величины.

На 125-сантиметровом телескопе ведутся наблюдения по трехцветной фотометрии звезд в галактических звездных скоплениях и многоцветной электрофотометрии пекулярных звезд и звезд RR Лыры.

Хочу напомнить, что первые электрофотометрические наблюдения в нашей стране были осуществлены на Абастуманской обсерватории в 30-х годах. Звездный электрофотометр, созданный В. Б. Никоновым и П. Г. Куликовским, установили на первенце советского телескопостроения 33-сантиметровом рефлекторе, в то время крупнейшем инструменте Абастуманской обсерватории. На основе этих электрофотометрических наблюдений составлен «Каталог цветовых эквивалентов звезд избранных спектральных классов». Его автора — В. Б. Никонова президиум Академии наук СССР удостоил премии имени Ф. А. Бредихина.

Недавно в обсерватории составлен «Каталог кратных систем типа Трапеции», насчитывающий 412 объектов. В Т-ассоциациях — группировках молодых, как правило, неправильных переменных звезд обнаружено 120 систем типа Трапеции, 182 двойные и кратные звезды.

Летом 1978 года на горе Канобили был установлен широкоугольный



◀ *Лабораторное здание с башней,  
где установлен 125-сантиметровый  
телескоп*

астрограф Народного предприятия «Карл Цейс Йена» (ГДР). Астрограф имеет два четырехлинзовых фотографических объектива диаметром 40 см и фокусным расстоянием 3 м. На пластинках  $30 \times 30$  см<sup>2</sup> фотографируется участок неба  $5,7 \times 5,7$  кв. градусов. На этом инструменте начаты астрономические наблюдения по программе «Каталога опорных звезд северного неба (до  $-20^\circ$  склонения)» и определение точных положений и собственных движений избранных небесных объектов.

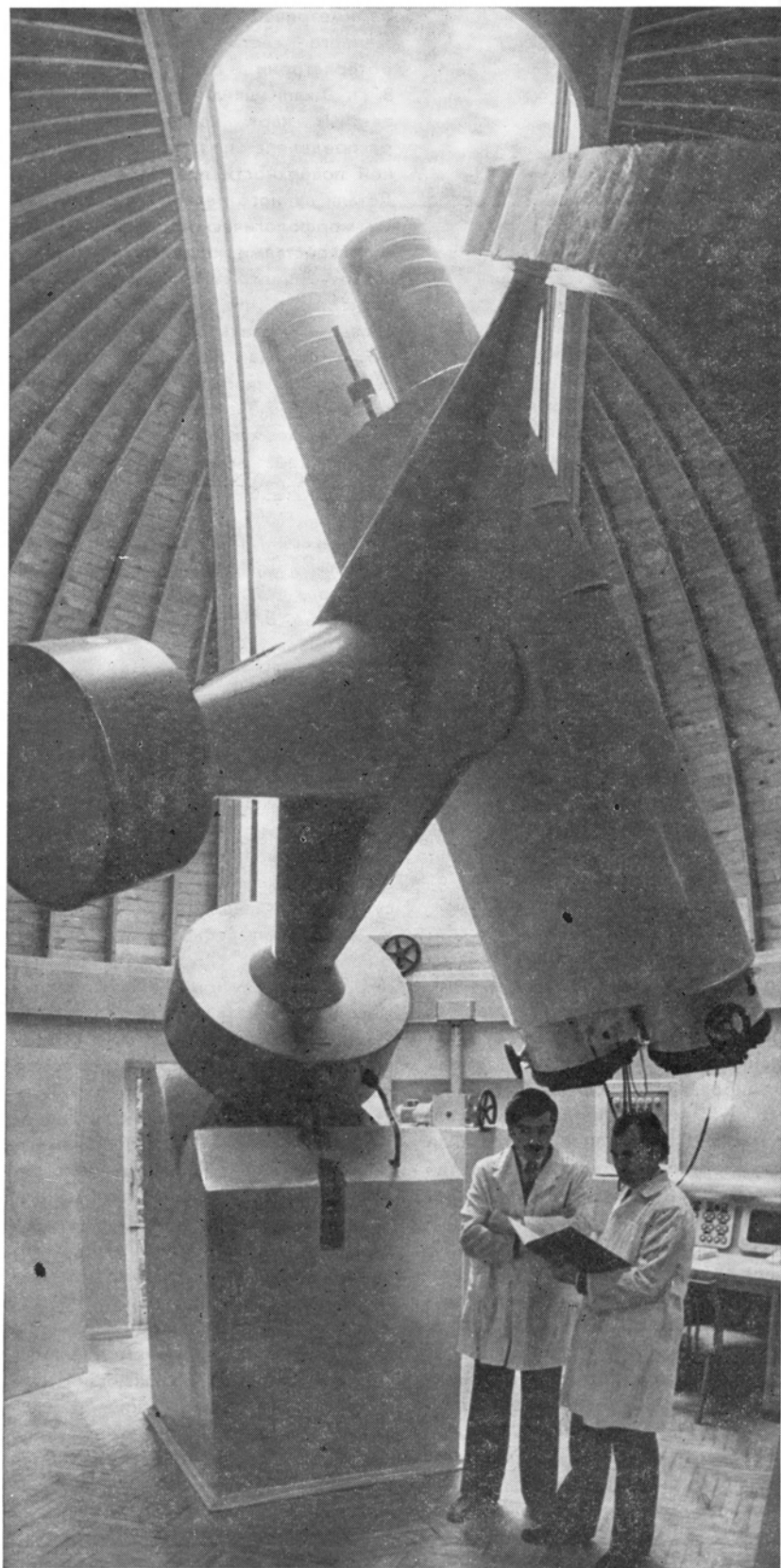
В настоящее время астрономы ощущают острую необходимость в каталоге точных положений и собственных движений слабых звезд, которые, например, могли бы служить опорными при наблюдении положений естественных и искусственных космических объектов. Работы по программе этого каталога ведутся в советских обсерваториях, оснащенных широкоугольными астрографами. Создаваемый каталог будет содержать положения около миллиона звезд.

Астрометрические наблюдения избранных небесных объектов включают систематические определения точных положений ряда малых планет и квазаров. Наблюдения по этим программам выполняются в кооперации с другими советскими и зарубежными обсерваториями.

В Абастуманской обсерватории планомерно ведутся исследования и в области внегалактической астрономии. Они были начаты в сотрудничестве с Бюраканской астрофизической обсерваторией АН АрмССР. В Абастумани осуществлена детальная фотометрия нескольких галактик с необычными характеристиками, составлен сводный каталог ярких галактик, данные которого записаны на

◀ *125-сантиметровый  
автоматизированный телескоп  
с программным управлением*

*40-сантиметровый двойной  
астрограф Цейса* ▶





магнитной ленте. Вместе с Европейской южной обсерваторией и обсерваторией в Упсала (Швеция) Абастуманская обсерватория опубликовала списки расположенных в южной полусфере галактик с эмиссионными линиями в спектре. Сотрудники Абастуманской обсерватории проводят спектральный обзор богатых скоплений галактик, чтобы выявить в них новые эмиссионные галактики и квазары. Близкие скопления галактик изучаются в сотрудничестве с Центральным институтом астрофизики АН ГДР. Теоретики Абастуманской обсерватории подтвердили гипотезу образования компактных скоплений компактных галактик при столкновениях.

В обсерватории успешно работает группа специалистов в области плазменной астрофизики. Возглавляет группу член-корреспондент АН СССР Дж. Г. Ломинадзе. Ученые исследуют плазменные механизмы излучения пульсаров и других радиоисточников. Результаты, полученные в нелинейной теории переноса излучения в плазме, а также в теории формирования в космических условиях функции распределения релятивистских электронов, позволили интерпретировать ряд особенностей в спектрах излучения, например, сверхновых звезд. Изучаются и процессы, происходящие в магнитосфере пульсаров. Предложена модель рентгеновского и гамма-излучения Крабовидной туманности и расположенного в ней пульсара. Кстати, открытие поляризации излучения Крабовидной туманности принадлежит М. А. Вашихидзе.

Особого внимания заслуживает «Поляриметрический атлас Луны». На основе прецизионных электропо-

ляриметрических наблюдений отраженного света Луны сотрудники обсерватории под руководством В. П. Джапиашвили построили серию цветных карт, показывающих, как распределена поляризация на лунной поверхности при разных фазах. Детали лунного рельефа с различными морфологическими и физическими свойствами обладают неодинаковыми поляризационными характеристиками, что, по-видимому, обусловлено разным возрастом их формирования. Точные электрополяриметрические измерения демонстрируют происходящие в настоящее время изменения в окрестностях кратера Аристарх и в некоторых других местах лунной поверхности.

В обсерватории исследованы поляризационные свойства атмосферы Юпитера, его галилеевых спутников и Сатурна. В 1966 году при пересечении Землей плоскости кольца Сатурна Р. И. Киладзе оценил толщину кольца (Земля и Вселенная, 1972, № 1, с. 10.—Ред.). В 1974 году, во время прохождения Меркурия по диску Солнца, он измерил величину рефракции света около края этой планеты, что свидетельствовало о существовании атмосферы вокруг Меркурия. Изучение происхождения суточного вращения планет привело к ряду интересных результатов: оценке массы Плутона, предсказанию у него спутника, а также окружающего планету роя мелких частиц.

С 1937 года Абастуманская обсерватория участвует во всесоюзной службе Солнца. В 1975 году в Абастумани установили большой внезатменный коронограф (диаметр объектива 53 см, фокусное расстояние 800 см), сконструированный Г. М. Никольским и А. А. Сазоновым. На этом инструменте, оборудованном спектрографом, сотрудники обсерватории успешно наблюдают хромосферу и корону Солнца. Они первыми получили наблюдательный материал, отражающий долговременные динамические изменения хромосферных спикул — столбов светящейся плазмы. На коронографе внедрена система устройства для автоматического фотографирования

спектров солнечной хромосферы на различных высотах.

Сотрудники обсерватории участвуют в экспедициях по наблюдению полных солнечных затмений. Эти наблюдения дают богатую информацию о структуре и динамике солнечной короны.

Абастуманская обсерватория внесла большой вклад в изучение верхних слоев земной атмосферы. Ее сотрудники собрали обширные данные о закономерностях излучения верхней атмосферы, которые изложены в недавно опубликованных монографиях Т. Г. Мегрелишвили и Л. М. Фишковой.

В последние годы обсерватория участвует в исследовании аэрозольной составляющей средней атмосферы методом фотографирования яркостной структуры дневного и сумеречного горизонтов Земли с орбитальных космических кораблей. Уже получены в глобальном масштабе данные о рассеивающей способности средней атмосферы в зависимости от географической широты и различных типов подстилающей поверхности.

Сотрудники Абастуманской обсерватории открыли много новых небесных объектов: несколько малых планет и комет, десятки звезд с необычными свойствами, четыре новые звезды и пять сверхновых.

Научные труды Абастуманской обсерватории составляют к настоящему времени 55 томов. Сотрудники обсерватории публикуют статьи как в советских, так и зарубежных журналах, пропагандируют астрономические знания в республике. В частности, обсерватория издает «Астрономический календарь» (ежегодник) на грузинском языке.

Признанием вклада, вносимого в науку грузинскими астрономами, являются участвовавшие в Абастумани не только всесоюзные, но и международные научные конференции. Так, в 1975 году в Тбилиси и Абастумани состоялась III Европейская астрономическая конференция, а в 1981 году Исполком МАС проводил здесь свои очередные заседания. Имена выдающихся грузинских астрономов увековечены в названиях малых



планет (Харадзе) и лунных кратеров (Вашикидзе).

В связи с 50-летием со дня основания Абастуманская астрофизическая обсерватория АН ГССР была удостоена высокой государственной награды — ордена Трудового Крас-

ного Знамени. Абастуманская обсерватория отметила юбилей своего основания в знаменательный для нашей страны 1982 год, когда весь народ праздновал 60-летие образования СССР. В заключение остается только пожелать Абастуманской об-

серватории, чтобы она и впредь в тесном сотрудничестве с другими обсерваториями Советского Союза добивалась все новых и новых впечатляющих успехов, обогащая мировую науку и раздвигая границы нашего познания Вселенной!

## **НАГРАДА РОДИНЫ — НА ЗНАМЕНИ АБАСТУМАНСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ**

27 июня 1982 года состоялось расширенное заседание ученого совета Абастуманской астрофизической обсерватории АН ГССР, посвященное вручению обсерватории ордена Трудового Красного Знамени. На торжественное заседание прибыли кандидат в члены Политбюро ЦК КПСС, первый секретарь ЦК Коммунистической партии Грузии Э. А. Шеварднадзе, Председатель Президиума Верховного Совета Грузинской ССР П. Г. Гиладшвили, руководители партийных, государственных, профсоюзных организаций республики и представители научной общественности.

Прикрепляя орден к знамени обсерватории, Э. А. Шеварднадзе сказал: «Имею честь вручить вам высокую награду. Поздравляю с этой большой и заслуженной победой, от души желаю новых успехов, покорения новых вершин в науке, большого личного счастья, большой радости! Пусть вечно сияет над Абастумани величественное солнце подлинного научного творчества!».

Затем П. Г. Гиладшвили вручил группе сотрудников обсерватории Почетные грамоты Президиума Верховного Совета республики и грамоты в связи с присвоением почетных званий.

В поздравительных телеграммах, поступивших от различных астрономических учреждений, и в выступлениях гостей отмечались заслуги Абастуманской обсерватории в развитии астрономии, высказывались добрые пожелания коллективу обсерватории.

Директор обсерватории, президент Академии наук ГССР, член-корреспондент АН СССР Е. К. Харадзе, заведующие отделами обсерватории доктор физико-математических наук Т. Г. Мегрелишвили и Р. А. Бартая, секретарь партийной организации обсерватории М. И. Кумсиашвили и кандидат физико-математических наук В. И. Кулиджанишвили поблагодарили выступавших за теплые слова.



*Кандидат в члены Политбюро ЦК КПСС, первый секретарь ЦК Коммунистической партии Грузии Э. А. Шеварднадзе прикрепляет орден Трудового Красного Знамени к знамени Абастуманской астрофизической обсерватории АН ГССР. Знамя держит директор обсерватории член-корреспондент АН СССР Е. К. Харадзе*

Фото О. Болквадзе

За 50 лет, прошедших со времени основания Абастуманской астрофизической обсерватории, она превратилась в многопрофильное астроно-

мическое учреждение. Сейчас в обсерватории работают семь докторов и 36 кандидатов наук. Более 30 лет трудятся в обсерватории кандидаты наук И. Ф. Алалия, М. В. Долидзе, Я. И. Кумсишвили, доценты В. П. Джапашвили, Н. Б. Каландадзе, Н. Л. Магалашвили, доктора наук Р. А. Бартая, Т. Г. Мегрелишвили, Л. М. Фишкова. Под их руководством растет молодое поколение грузинских астрономов.

Весь коллектив Абастуманской астрофизической обсерватории АН ГССР воспринял высокую награду Родины как аванс за будущие открытия и разработки и постарается и впредь плодотворно трудиться во славу советской науки.

**Кандидат исторических наук  
Г. Г. ГЕОРГОБИАНИ**





ИЗ ИСТОРИИ  
НАУКИ

Б. И. СИЛКИН

## Международный геофизический год (к 25-летию его проведения)

В конце сороковых — начале пятидесятых годов ученые всего мира ощутили острую нехватку информации, необходимой для развития планетарной геофизики. Несмотря на успех Первого и Второго Международных полярных годов, в середине XX века оставались нерешенными многие вопросы физики твердой Земли, ее воздушной, водной и магнитной оболочек. А ведь к этому времени уже появились более совершенные средства наблюдений. Был изобретен радиолокатор, который дал возможность автоматически следить за полетом шаров-зондов, определяя скорость ветра на большой высоте в любую погоду, сконструированы приборы для фотографирования полярных сияний, отличным средством для подъема геофизических приборов в атмосферу оказались ракеты.

С помощью радиотелескопов тогда уже изучали процессы на Солнце, более совершенные сейсмографы и гравиметры позволили глубже «заглядывать» в недра планеты. Специально построенные экспедиционные суда охватывали наблюдениями обширные экватории Мирового океана. Электронные вычислительные машины, «прирученные» радиоактивные изотопы, телеметрические установки — все это были не просто новые инструменты: с их появлением рождались и новые «ветви» геофизики...

В 1950 году в городке Силвер-Спрингс (США) собралась группа видных геофизиков. Среди них были член Лондонского королевского общества профессор С. Чепмен, американский специалист в области распро-

странения радиоволн доктор Л. Беркнер, крупный магнитолог Дж. Ван Аллен. Они обсудили вопрос об организации нового Международного полярного года и предложили провести его не через пятьдесят лет (интервал между первым и вторым МПГ), а через двадцать пять лет после второго МПГ. (Выбранный период отличался тем, что на него приходился очередной максимум солнечной активности.)

Предложение одобрили Международны совет научных союзов, Международный геодезический и геофизический союз, Международный астрономический союз, Международный научный радиофизический союз, Всемирная метеорологическая организация. При этом ученые высказывали мнение, что ограничиваться исследованием только полярных регионов было бы неправильно, так как многие геофизические процессы в тропических и умеренных зонах также требуют одновременного и комплексного изучения и сопоставления с явлениями в высоких широтах. Так идея третьего МПГ трансформировалась в проект Международного геофизического года (МГГ).

Чтобы разработать и принять общую программу, распределить роли между участниками сложного научного мероприятия, был создан Специальный комитет по проведению МГГ, секретариат которого обосновался в обсерватории Уккль, под Брюсселем. Президентом СК МГГ стал профессор С. Чепмен, вице-президентом — сначала доктор Л. Беркнер, а затем видный советский геотектонист член-корреспондент АН СССР В. В. Белоусов. Гене-

ральным секретарем комитета стал бельгийский магнитолог М. Николе. В 1953 году СК МГГ принял решение начать наблюдения по единому плану с 1 июля 1957 года, а завершить их 31 декабря 1958 года. Во все страны было направлено приглашение принять участие в новом научном мероприятии. В итоге МГГ привлек ученых 67 стран мира.

При президиуме АН СССР был создан Советский комитет по проведению МГГ, который возглавил вице-президент АН СССР академик И. П. Бардин. Его заместителями стали члены-корреспонденты АН СССР В. В. Белоусов и доктор физико-математических наук Ю. Д. Буланже (ныне член-корреспондент АН СССР), магнитолог доктор физико-математических наук Н. В. Пушков и заместитель начальника Гидрометслужбы СССР доктор географических наук Ф. Ф. Давитая (впоследствии академик АН ГССР). Ученым секретарем комитета была назначена доктор физико-математических наук В. А. Троицкая.

Наиболее авторитетные специалисты в различных областях геофизики сформировали рабочие группы комитета по метеорологии и физике атмосферы, геомагнетизму и земным токам, полярным сияниям и свечению ночного неба, космическим лучам, ионосфере, гляциологии, океанологии, изучению долгот и широт, солнечной активности, сейсмологии, гравиметрии, метеорам, ракетам и спутникам. В деятельности этих групп, представляющих собой как бы коллективных экспертов в соответствующих областях планетарной геофизики, приняли активное участие такие

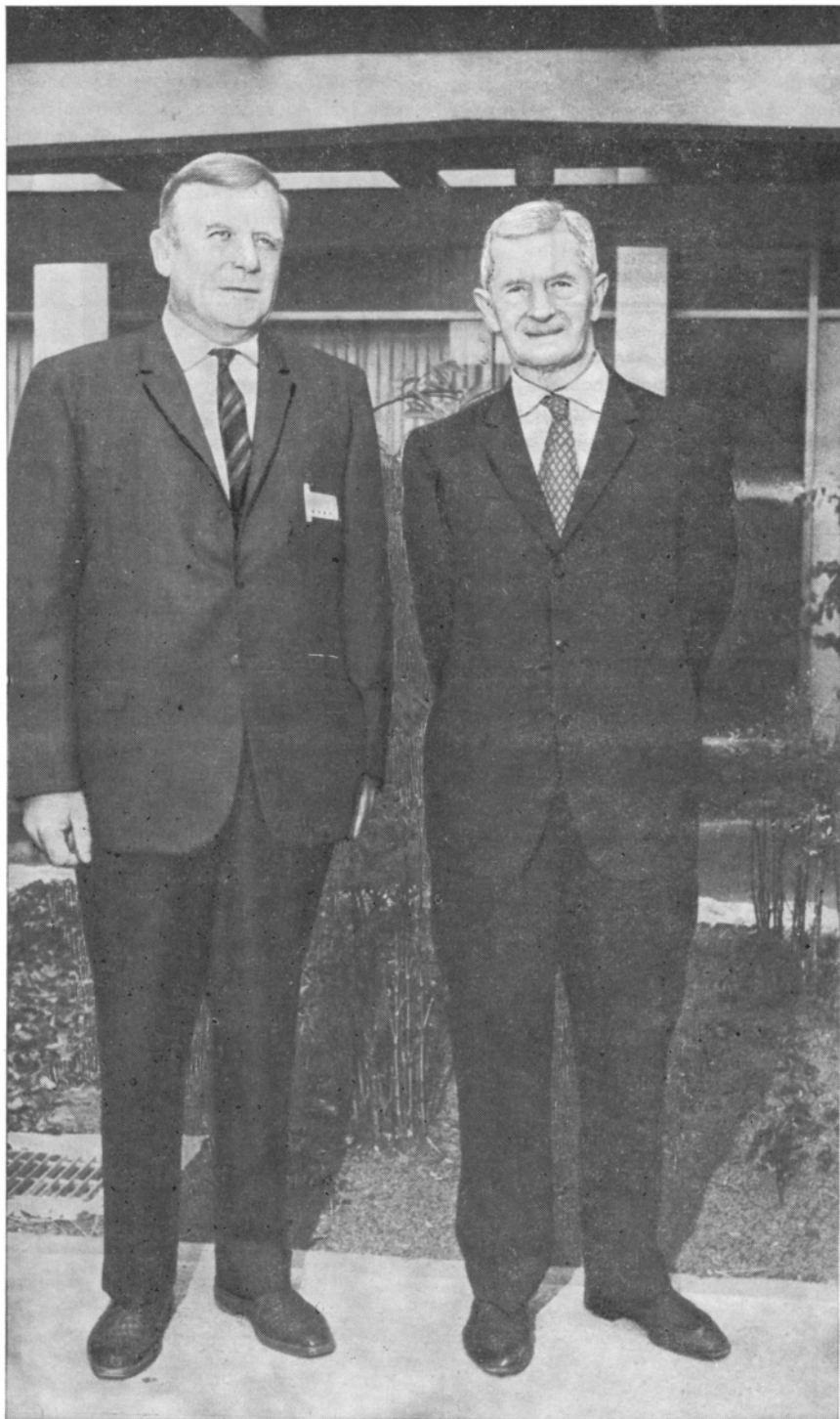
ведущие специалисты, как С. Н. Вернов, А. А. Михайлов, Е. К. Федоров, Г. А. Авсюк, В. В. Белоусов, Ю. Д. Буланже, В. Г. Корт, Э. Р. Мустель, Е. Ф. Саваренский, Н. П. Бенькова, Ю. Д. Калинин, А. И. Лебединский, В. А. Троицкая.

Обширная программа участия нашей страны в изучении Земли по единому плану, составленная Советским комитетом МГГ, была в 1955 году доложена на Брюссельской ассамблее МГГ, одобрена и согласована с программами других стран. После этого около сотни исследовательских учреждений, институтов, вузов Советского Союза принялись за активную подготовку...

Многие знают эмблему МГГ, изображающую земной шар, вокруг которого летит спутник. Она сейчас широко известна. Но автор этих строк помнит, как ему, приехавшему в начале 1957 года на Монетный двор, чтобы заказать для участников МГГ нагрудный значок с этой эмблемой, пришлось объяснять тамошним работникам, что это за кольцо вокруг планеты и почему спутник не падает сразу на Землю...

...Старинный зал в средневековом дворце в Барселоне. Здесь звучал голос Колумба, докладывавшего королеве Изабелле Кастильской о своем плавании в неизведанные моря. И вот более четырех столетий спустя, в 1956 году, академик И. П. Бардин сообщает здесь участникам Геофизической ассамблеи о намерении советских ученых в рамках программы МГГ запустить искусственный спутник Земли. Не все придали тогда должное значение этому выступлению. Тем большее впечатление произвело позднее на участников Вашингтонской конференции по геофизическим исследованиям с помощью ракет и спутников известие о том, что как раз в последний день ее работы, 4 октября 1957 года, прорыв в космос был совершен.

Впрочем, к этому времени МГГ шел полным ходом. На четырех тысячах научных станций и обсерваторий, разбросанных по всем материкам, около 30 тысяч специалистов уже больше трех месяцев вели



*Президент международного Специального комитета по проведению МГГ профессор С. Чепмен (Великобритания) (слева) и заместитель президента*

*член-корреспондент АН СССР В. В. Белоусов (август, 1963 год)*



ИЗ ИСТОРИИ  
НАУКИ

одновременную регистрацию всех геофизических процессов. На территории СССР работало почти пятьсот наблюдательных станций и обсерваторий.

В августе 1958 года в Москве собралась V ассамблея СК МГГ. Советская делегация (указав, что, по ее мнению, нет смысла прерывать 31 декабря 1958 года такими усилиями налаженные работы в труднодоступных областях Земли), предложила продлить МГГ еще на год. Предложение было принято, и МГГ под названием Международное гео-

*Академик И. П. Бардин (в центре) на Геофизической ассамблее в Барселоне (Испания) только что сообщил о том, что Советский Союз намерен в период МГГ запустить искусственный спутник Земли (1956 год)*



физическое сотрудничество, таким образом, был продлен до 31 декабря 1959 года.

Новинкой МГГ была служба «алертов» («alert» в переводе с английского — «тревога»). «Алерт» объявлялся в период, когда ожидалось или начинались особенно важные планетарные явления, например, мощные вспышки или крупные пятна на Солнце, влияющие на физические процессы на Земле; магнитные бури, полярные сияния в низких широтах, ионосферные возмущения. По сигналу «алерт» наблюдения на всех геофизических обсерваториях проводились более детально и часто, запускались ракеты, зондирующие верхние слои атмосферы, поднимались баллоны для регистрации космических лучей.

Специально для координации Службы «алертов» были созданы Международные центры оповещений в Вашингтоне, под Москвой (при Институте земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР), в Париже и Токио. Сюда стекались со всего мира телеграфные сообщения о ходе солнечной активности, здесь разрабатывались прогнозы ее дальнейшего развития и принимались решения о времени очередных «алертов». Из пятнадцати сильных магнитных бурь, случившихся в период МГГ, девять

были предсказаны заранее, и ученые получили возможность детально исследовать их во всеоружии наблюдательной техники.

Во время МГГ в Северном Ледовитом океане работали четыре советские и две американские дрейфующие станции, изучавшие геофизические явления в высоких широтах. Поступившая из этих районов метеорологическая информация позволила не только усовершенствовать прогноз погоды, но и яснее представить общую картину глобальных атмосферных явлений. Много нового узнали ученые и о течениях в полярном бассейне, и о физике льдов, магнитных явлениях, столь характерных именно для высоких широт.

Еще больший «прорыв» осуществили науки о Земле в южнополярной области. Внутренние области Антарктиды стали тогда объектом массированного «наступления», предпринятого учеными двенадцати стран. Наиболее крупные антарктические экспедиции были организованы Советским Союзом и США. Наши ученые проводили работы в Восточной Антарктиде, на огромной, практически неисследованной территории побережья моря Дейвиса, ныне носящей название Берег Правды, а также в глубине континента, где природные условия особенно тяжелы. Созданные советскими учеными обсерватория Мирный и полярные станции Пионерская, Оазис, Комсомольская, Советская, Восток, Лазарев, американские станции и обсерватории Литл-Америка, Амундсен-Скотт, Мак-Мердо, Элсуэрт, Уилкс и Бэрд, английские станции Шеклтон и Халли-Бей, новозеландские Моусон и Дейвис, французские Дюмон-д'Юрвиль и Шарко, бельгийская Король Бодуэн, японская Сёва стали важными форпостами науки на почти неизученном тогда континенте.

Благодаря мужеству работавших в Антарктиде зимовщиков, не прекращавших наблюдения в самых суровых природных условиях, было установлено, что полюс холода планеты находится в районе станции Восток, где вскоре после окончания МГГ



*Так выглядела антарктическая станция Восток-1 во время МГГ. Отсюда до ближайшего жилья — сотни километров ледяной пустыни*

был зафиксирован абсолютный минимум температуры — минус 88,3° С. Была измерена мощность антарктического ледникового покрова, во многих местах превышающая 4000 м, было открыто высокогорное ледниковое плато Советское протяженностью 1500 км, собраны бесценные данные о магнитном поле, полярных сияниях, потоке космических частиц, характере распространения радиоволн в области, окружающей Южный геомагнитный полюс.

Буквально во всех акваториях Мирового океана по программе МГГ проводились исследования **водной оболочки Земли**. Десятки кораблей науки бороздили моря, среди них был и прославленный «Витязь». Экспедиция на этом судне открыла в Тихом океане глубоководный желоб, глубина которого 6150 м. Желоб Витязя (так он был назван) как бы замыкает собой длинную цепь желобов, протянувшихся на тысячи километров от Алеутского архипелага до Новой Зеландии. Уточнены были тогда и максимальные глубины в величайших подводных впадинах — Марианской, Тонга и Кермадек.

Американским ученым, изучавшим крупномасштабные движения водных масс, в дни МГГ удалось проследить в Тихом океане течение Кромвелла — подлинную подводную «реку» четырехсоткилометровой ширины и «толщиной» около 200 м. Со скоростью 1,5 м/с на глубине 100 м под поверхностью воды это течение пересекает с востока на запад почти весь Тихий океан и исчезает вблизи Галапагосских островов.

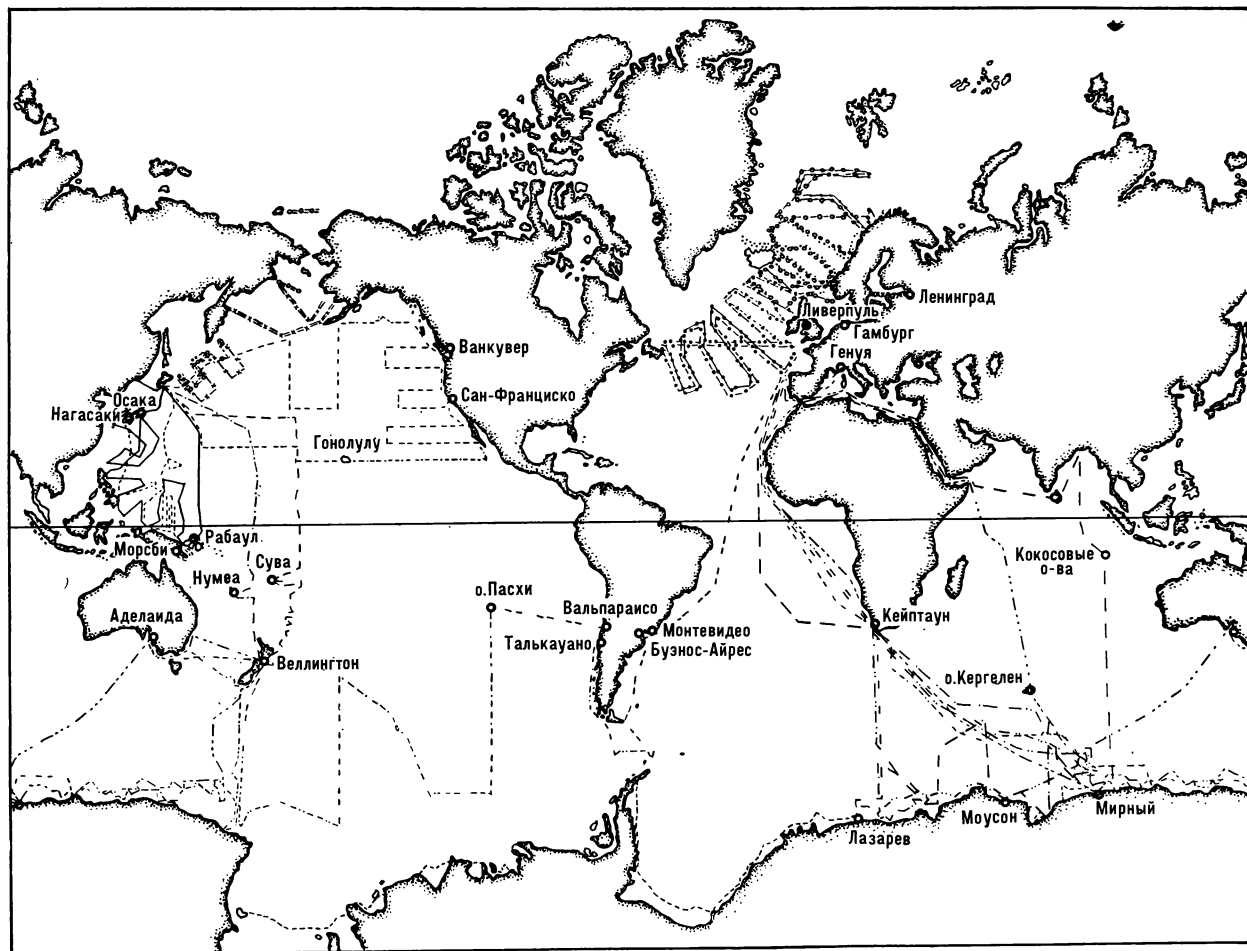
Огромные возможности предоставил МГГ для развития **гляциологии**. Впервые в истории более ста гляциологических станций на территории 26 стран одновременно и по единой программе изучали оледенение. Среди прочих применялись методы сейсмической разведки, основанные на регистрации отраженных упругих волн. Они позволили «просвечивать» толщи ледников, изучать их состав и структуру. Наши гляциологи открыли в Забайкалье неизвестное ранее оледенение в районе хребта Кодар, где теперь проходит трасса БАМа, определили тенденцию к наступлению или отступлению многих ледников Кавказа, Тянь-Шаня, Памира (в том числе величайшего из горных — ледника Федченко), Алтая, Алатау, Новой Земли, Земли Франца-Иосифа, внесли большой вклад в изучение крупнейшей полярной ледяной «шапки» Земли — ее антарктического континента.

Американские гляциологи открыли ряд неизвестных ранее ледников на Крайнем Севере Западного полушария, провели наблюдения в практически недоступных до тех пор районах оледенения на хребте Брукс (Аляска). Не остались в стороне и ученые Канады и скандинавских стран, где ледники — неотъемлемая часть местного ландшафта. Усилиями гляциологов всех стран впервые был составлен достоверный «реестр» запасов льда на планете. Оказалось, что ледниками в наши дни покрыто более 11% всей поверхности суши; общий объем льда, содержащегося в них, достигает примерно 30 млн. км<sup>3</sup>. Это своеобразный резерв пресной воды на Земле, который следует учитывать в наш век растущего ее дефицита.

Одной из ведущих научных дисциплин МГГ была **сейсмология**. Используя естественные волны, приходящие от землетрясений, и волны, возбуждаемые искусственно с помощью взрывов, сейсмологи смогли глубже «заглянуть» в земные недра. В нашей стране и за рубежом тогда широко стало применяться глубинное сейсмическое зондирование земной коры, предложенное академиком Г. А. Гамбурцевым. В итоге удалось обнаружить неизвестные ранее закономерности строения земной коры на континентах. Было установлено, что под осадочными породами лежат не два слоя — гранитный и базальтовый, как полагали, а последовательность чередующихся друг с другом слоев со сложным строением.

Новые сведения о земной коре под морским дном собрали по программе МГГ советская Тихоокеанская экспедиция, изучавшая Курило-Камчатскую зону, и американская сейсмологическая экспедиция, работавшая у противоположного побережья Тихого океана.

Особенно интересными были сейсмические наблюдения, выполненные в полярных районах. На Кольском полуострове, на Земле Франца-Иосифа, в бухте Тикси, на крайнем севере Гренландии, в Исландии и Финляндии приступили к работе новые, специально к МГГ



- |                           |                             |                               |                             |                              |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| — «Витязь» (I рейс)       | — «Обь» (II рейс)           | — «Ломоносов» (III рейс)      | — «Полярник» (I рейс)       | — x — «Вал» (I рейс)         |
| - - - «Витязь» (II рейс)  | - - - «Обь» (III рейс)      | ••••• «Севастополь» (I рейс)  | — o — «Полярник» (II рейс)  | x - x - «Вал» (II рейс)      |
| - - - «Витязь» (III рейс) | - - - «Обь» (IV рейс)       | ••••• «Севастополь» (II рейс) | — o — «Полярник» (III рейс) | = x = x «Жемчуг»             |
| - - - «Витязь» (IV рейс)  | - o - «Ломоносов» (I рейс)  | — v — «Экватор» (I рейс)      | ••• «Океан» (I рейс)        | = o = «Ломоносов II»         |
| - - - «Обь» (I рейс)      | - o - «Ломоносов» (II рейс) | — v — «Экватор» (II рейс)     | ••• «Океан» (II рейс)       | xxxxxx Балтийская экспедиция |

*Маршруты советских экспедиционных судов, выполнявших по программе МГГ океанографические разрезы*

построенные сейсмостанции. За 30 месяцев было зарегистрировано около сотни подземных толчков там, где раньше они считались большой редкостью. Собранный по всей Земле полный «архив» сейсмических данных позволил ученым лучше познать строение планеты и сыграл огромную роль в прогнозировании землетрясений.

В дни МГГ геофизики вместе с астрономами и астрометристами собрали обширную информацию о том, как дрейфуют полюса Земли, изменяются широты и долготы. Эти явления чрезвычайно трудны для исследования: здесь и «перетекание» водных и воздушных масс, и перемещения вещества внутри планеты, и горообразовательные процессы, и, казалось бы, мельчайшие движения земной коры. Но без всесторонних и подробных данных о всех этих процессах невозможно делать выводы о дрейфе полюсов нашей планеты.

Подлинную революцию пережили во время МГГ отрасли науки о Земле, которые занимаются магнитной оболочкой планеты. Так, было открыто, что составляющие верхнюю атмосферу частицы газа отнюдь не нейтральны — они несут электрический заряд. От «бегства» в космическое пространство их удерживает в основном не тяготение Земли, а ее магнитное поле, простирающееся во много раз дальше, чем предполагали ранее.

Полной неожиданностью стало открытие поясов заряженных частиц, охватывающих нашу планету. Когда



ИЗ ИСТОРИИ  
НАУКИ

счетчики заряженных частиц, установленные на спутниках, впервые «сообщили» о том, что в районе земного экватора их окружает весьма интенсивный рой частиц, ученые сперва не поверили приборам. Но постепенно выяснилось, что вокруг планеты действительно существуют кольцеобразные пояса, «населенные» протонами с энергией, достигающей сотен миллионов электрон-вольт, и электронами, энергия которых измеряется сотнями тысяч электрон-вольт. Внешняя область радиационных поясов, ее положение, объем, плотность частиц, их распределение по энергетическому спектру — все это весьма изменчиво и зависит от активности физических процессов на Солнце.

В августе 1959 года началась сильная магнитная буря. Один из искусственных спутников в это время зарегистрировал неожиданное явление: число заряженных частиц в радиационном поясе начало быстро уменьшаться и упало на три четверти. Одновременно полярники на многих высокоширотных обсерваториях наблюдали яркое ночное сияние на небе. Вероятно, под влиянием магнитной бури заряженные частицы «высыпались» из пояса и проникли в низкие слои атмосферы. Здесь, взаимодействуя с частицами, они «погибли», истратив всю свою энергию в ярких сполохах полярных сияний.

«Сердцевиной» программы МГГ нередко называли те исследования, которые вскрывали взаимосвязи, существующие между солнечной активностью и состоянием магнитного поля Земли, ионосферы, где распространяются радиоволны, потоками заряженных частиц, бомбардирую-

щих планету и приносящих информацию о далеких областях Вселенной.

Перечислить все, что было сделано учеными во время МГГ, просто невозможно. Свод собранных ими фактов содержится в бесчисленных таблицах, в сложных графиках и картах, в сотнях километров пленки, запечатлевшей «биение пульса» нашей планеты за два с половиной года.

Полученные в период МГГ материалы были уникальны; если бы пропала пусть и незначительная часть этих данных, нарушилась бы непрерывность ряда наблюдений и многие новые выводы оказались бы менее достоверными. Чтобы избежать этого и обеспечить специалистам доступ ко всем результатам наблюдений, была создана сеть учреждений, не имевшая аналогов в истории, — **Мировые центры сбора и хранения данных** (один из них — МЦД Б — в Москве, а другой — МЦД А — в нескольких городах США). Эти центры сосредоточили у себя результаты наблюдений по всем разделам геофизики, входившим в программу МГГ. Кроме того, несколько стран, не имевших возможность создать универсальные хранилища, организовали так называемые МЦД С — центры, где собирают данные по одной из дисциплин. Ученый имеет право выбрать, в какой из МЦД он хочет послать материалы своих наблюдений, и может обратиться в любой из них за интересующими его «чужими» данными. Все МЦД сообщают друг другу, какие данные к ним поступили, и бесплатно обмениваются копиями недостающих материалов.

Во время МГГ впервые в истории было зарегистрировано каждое геофизическое явление за 30 месяцев жизни Земли. Созданные в рамках МЦД вычислительные центры хранят всю эту информацию в своей памяти и выдают по запросу исследователя любой страны.

О масштабе деятельности, связанной с МГГ, можно судить хотя бы по тому, что только в публикуемой Геофизическим комитетом АН СССР серии «Результаты исследований по международным геофизическим проектам» уже вышло

более 300 монографий и сборников статей, содержащих плоды таких исследований.

Теперь, когда дни МГГ от нас отделены уже четвертью века, мы можем смело сказать, что его успех превзошел самые оптимистические прогнозы. После МГГ по образу и подобию этой программы были проведены такие крупные геофизические мероприятия, как Международный год спокойного Солнца (1964—1965 гг.), Международный год активного Солнца (1969—1971), Геодинамический проект (1971—1980), проект Верхняя мантия (1961—1971), Программа исследования глобальных атмосферных процессов (70-е годы), Международные исследования магнитосферы (1976—1979), Международный антарктический гляциологический проект (первый этап: 1970—1980), океанологическая экспедиция «ПОЛИМОДЕ» (1977—1978), ЭЛАС (изучение электропроводности астеносферы; 1978—1985), Международный год солнечного максимума (1979—1981 гг.) и ряд других, внесших крупный вклад в соответствующие дисциплины.

Пример совместных, координированных между представителями разных стран научных исследований оказался настолько привлекательным, что им воспользовались представители ряда других, далеких от геофизики отраслей человеческой деятельности. Международный год ребенка, Международное десятилетие питьевого водоснабжения и санитарии в своей организации немало заимствовали из опыта проведения МГГ. Теперь можно с уверенностью сказать: МГГ способствовал установлению сотрудничества между учеными всех стран, а тем самым и укреплению мира между народами.



## Обсуждается программа поиска планет у ближайших звезд

В конце мая — начале июня 1982 года в Специальной астрофизической обсерватории АН СССР состоялось первое совещание Рабочей группы «Поиск внесолнечных планет», организованной в 1981 году при Совете по комплексной проблеме «Радиоастрономия». Совещание проходило под председательством члена-корреспондента АН СССР В. С. Троицкого. 26 участников — астрономы и радиофизики из различных обсерваторий и институтов страны — стремились найти наиболее реальные пути решения этой сложнейшей задачи. На совещании рассматривались главным образом конкретные исследования и планы ближайших работ, которые могут быть полезными для проблемы поиска планет у других звезд. Участники совещания обсудили перспективы астрометрических наблюдений внесолнечных планет; возможности методов регистрации лучевых скоростей звезд; результаты фотометрических и радиофизических измерений, выполняемых на пределе возможностей современных инструментов.

Как показали расчеты, пока ни одним из существующих методов невозможно уверенно обнаружить планеты даже у соседних звезд. Тем не менее модификация методов, использование новых технических средств, а также инструментов, появление которых ожидается в скором будущем, — все это вселяет некоторую надежду на успешный поиск планет, по крайней мере у ближайших звезд.

Допустим, что мы наблюдаем с расстояния 5 пк нашу Солнечную систему. Тогда угловое расстояние

между Солнцем и Землей составит  $0,20''$ , между Солнцем и Юпитером —  $1,04''$ . Если планетная система видна «в плане», то создаются наиболее благоприятные условия для астрометрических и фотометрических наблюдений. Однако лучевая скорость звезды (проекция скорости на луч зрения), связанная с движением планет, в этом случае равна нулю. Наибольшее смещение Солнца, вызванное его движением вокруг общего со всеми планетами барицентра, не превышает  $\pm 0,006''$ . Если учитывать влияние только Юпитера, смещение уменьшится до  $\pm 0,004''$ , а одной лишь Земли, — до  $\pm 2 \cdot 10^{-8}''$ . Лучшие разрешения, достигнутые фотографической астрометрией, составляют пока  $\pm 0,010''$ . Существенный прогресс дает переход к фотоэлектрической регистрации в сочетании с ЭВМ, реализованный в проекте Дж. Гейтвуда (США). Это редкий случай, когда хорошую идею астрометристам предложил радиоастроном — Ф. Дрейк. (Кстати, в начале 60-х годов подобная идея была высказана и осуществлена в Главной астрономической обсерватории АН СССР В. Суховым и Е. Платоновым). В аппаратуре, разработанной Гейтвудом, момент визирования звезды точно фиксируется беспристрастной электронной системой. Благодаря этому разрешение  $0,003''$  достигается за одну ночь наблюдений. Иллюстрируя возможности метода, Гейтвуд в своей статье приводит результаты наблюдения Проциона ( $\alpha$  Малого Пса). Искривление пути его собственного движения под действием спутника, период обращения которо-

го 40 лет, выявляется всего за две недели. В принципе сочетание астрометрических методов с современной вычислительной техникой позволяет обнаружить планету, аналогичную Юпитеру (и, может быть, Сатурну), в планетной системе, удаленной от нас до 5 пк.

Если рассматривать планетную систему «с ребра», можно пытаться обнаружить планеты по периодическому изменению лучевой скорости звезды. В планетной системе, удаленной от нас на 5 пк, Юпитер вызвал бы периодическую составляющую в лучевой скорости Солнца, равную  $\pm 13$  м/с, а Земля — лишь  $\pm 0,1$  м/с. По оценке Е. Л. Ченцова (Специальная астрофизическая обсерватория АН СССР), хорошей можно считать точность измерения скоростей 400—500 м/с. И только в некоторых случаях удается определить лучевую скорость звезды с точностью до 100 м/с. Изменение лучевых скоростей легче обнаружить у звезд, менее массивных, чем Солнце, поскольку у таких звезд больше лучевая скорость и смещение от барицентра, вызванные движением планет.

Считается, что и фотографическая астрометрия может быть полезной в поиске планет, но только у двойных звезд. Обращение достаточно массивных планет вокруг каждой (или одной) из двойных звезд должно привести к «волнистому» движению звезды, что, как утверждают специалисты, в двойной системе заметить легче. Подобные наблюдения планирует сотрудник Главной астрономической обсерватории АН СССР А. А. Киселев. Методы спекл-интер-

ферометрии (Земля и Вселенная, 1980, № 2, с. 32.— Ред.) для поиска планет у двойных звезд намерен использовать В. А. Захожай (Харьковский государственный университет). К сожалению, пока неизвестно, есть ли планеты у двойных звезд (по некоторым данным, существование планетных систем у двойных звезд менее вероятно, чем у одиночных).

Светимости планет по отношению к светимости центральной звезды в системе, подобной Солнечной, но удаленной от нас на 5 пк, очень малы. Венера и Юпитер в квадратуре, когда направление на планету составляет прямой угол с направлением на Солнце, не превосходят  $1,2 \cdot 10^{-9}$ — $1,5 \cdot 10^{-9}$  светимости Солнца, Земля —  $3 \cdot 10^{-10}$ . Не следует, конечно, думать, что астрономы попытаются зарегистрировать свет планеты на фоне звездного излучения. Это было бы бесполезным и неразумным занятием. Подобно тому, как в коронографе свет Солнца поглощается черным экраном, прямой свет звезды также не должен попадать на светоприемник. Но и рассеянный свет создает, к сожалению, заметный фон. Поскольку угловые расстояния между звездой и планетой малы, а фон от звезды велик, можно лишь пытаться обнаружить планеты в темных дифракционных кольцах изображения звезды (если довести уровень рассеянного света до типичных для коронографа значений). Но и в этом случае, если вести наблюдения в 2,6-метровый телескоп, от Юпитера приходило бы всего 18 фотон/с в полосе шириной 500 нм. При тех же условиях наблюдений полный поток от Солнца составит  $1,2 \cdot 10^{10}$  фотон/с, а фон в кольцах на расстояниях Венеры, Земли и Юпитера  $2 \cdot 10^{-4}$ ,  $5 \cdot 10^{-5}$  и  $2 \cdot 10^{-6}$  солнечного потока. Но проводя наблюдения в такой широкой полосе длин волн, как 500 нм, мы уже не получим темные дифракционные кольца в изображении звезды. Сужение полосы хотя и не ухудшает отношение яркостей звезды и планеты, но ослабляет световой поток от планеты, который и так находится на пределе возмож-

ностей 6-метрового телескопа. (Блеск Солнца на расстоянии 5 лк равен 3,33, Юпитера — 25,4 звездной величины.)

Наиболее сложной проблемой фотометрии при поиске планет у других звезд станет атмосферное дрожание изображения звезды, из-за чего действительный уровень рассеянного света сильно возрастает. Чтобы избежать этого, Г. А. Лейкин (Астрономический совет АН СССР) и автор статьи (Институт космических исследований АН СССР) предложили вводить изображения в память ЭВМ и выполнять их статистическую обработку за очень короткие интервалы времени. Независимо от смещения изображения звезды в результате длительных наблюдений должна являться функция корреляции, связывающая измерения разных дней и даже лет. Иными словами, смещения изображения этим методом как бы исключаются.

М. Я. Маров (Институт прикладной математики АН СССР) и В. Ф. Шварцман (Специальная астрофизическая обсерватория АН СССР) предложили вести поиск планет в тепловом инфракрасном диапазоне (например, на волне 20 мкм). В этой области спектра существенно меньше шум, вызванный квантовой природой света (фотонный дробовой эффект), который сильно мешает наблюдениям в видимом диапазоне. Кроме того, в тепловой инфракрасной области спектра отношение яркостей Юпитера и Солнца в 10 000 раз больше, чем в видимом диапазоне. Однако в тепловом инфракрасном диапазоне слишком широк центральный максимум дифракционного изображения звезды, что затруднит обнаружение планет в темных дифракционных кольцах. К тому же приемники этого диапазона спектра имеют низкую чувствительность. Лишь детальный учет всех «за» и «против» покажет реальные возможности поиска внесолнечных планет в тепловом инфракрасном диапазоне.

О возможностях радиофизических методов поиска планет у других звезд рассказал В. С. Троицкий (Научно-исследовательский радиофизический институт, Горький). Сейчас уже зарегистрировано радиоизлуче-



ние нескольких десятков звезд. В ближайшем будущем в миллиметровом и особенно в субмиллиметровом диапазоне радиоастрономы надеются принять антеннами умеренных размеров излучение значительно большего числа звезд. Наблюдения двойных звезд методом радиоастрометрии, по мнению В. С. Троицкого, позволят установить, бывают ли у них планетные системы. Можно добавить, что в отличие от оптической в радиоастрономии сложилась парадоксальная ситуация: сверхдальняя радиоинтерферометрия дает высокое угловое разрешение (Земля и Вселенная, 1978, № 1, с. 4.— Ред.), но поток от звезд в сантиметровом диапазоне волн настолько мал, что его регистрация вызывает трудности. Так как поток излучения растет с уменьшением длины волны, целесообразен переход к более коротким волнам.

После разбора разных методических возможностей совещание приняло решение, обращенное к ряду астрономических учреждений, с просьбой проводить астрометрические, спектрометрические (измерение лучевых скоростей), фотометрические и радиофизические измерения, чтобы обнаружить планеты у других звезд.

Дирекция и коллектив Специальной астрофизической обсерватории АН СССР позаботились о прекрасных условиях работы и отдыха участников совещания. Для них была организована экскурсия в Нижний Архыз. Величественная природа Кавказа, ослепительная зелень молодых листьев, шум быстрых рек и заснеженные горы на фоне синего неба — все это надолго останется в памяти.



Профессор  
В. В. РАДЗИЕВСКИЙ

## Обсуждение в Горьком проблем астрономического образования

С 28 сентября по 1 октября 1982 года в городе на Волге, богатом своими астрономическими традициями, прошло Всероссийское совещание преподавателей астрономии пединститутов, на котором были представлены все 90 педагогических институтов РСФСР. Совещание было посвящено проблемам повышения теоретического и научно-методического уровня преподавания астрономии.

Открыл совещание председатель оргкомитета ректор Горьковского педагогического института профессор И. Е. Куров. После теплых приветствий от Горьковского обкома КПСС и Министерства просвещения РСФСР с докладом выступила Г. М. Мансурова (Главное управление вузов). Она, в частности, сообщила о результатах анкетирования, проведенного в канун совещания. При этом выяснилось, что наряду с положительными моментами в деле преподавания астрономии в пединститутах имеются и нерешенные проблемы. Так, например, если доля дипломированных работников среди преподавателей астрономии достаточно высока (около 45%), то специалистов с астрономическим образованием всего 25%, остальные — физики, математики, философы. Между тем заявки на астрономов почти не поступают, объявлений о конкурсе на должность доцента-астронома практически нет.

Очень мало институтов, располагающих удовлетворительными обсерваториями, астрономическими кабинетами и даже просто наблюдательными площадками. Большинство преподавателей пединститутов жалуются на недостаток учебной и ме-



*Ректор Горьковского педагогического института имени М. Горького профессор И. Е. Куров открывает совещание преподавателей астрономических пединститутов*

тодической литературы, наглядных пособий, слайдов, кинофильмов и т. п. Кафедра астрономии существует только в Горьковском педагогическом институте.

Особые сложности возникают в пединститутах в связи с тем, что в каждом из них работает лишь один преподаватель астрономии (кроме четырех пединститутов, имеющих физико-астрономические отделения).

Поэтому далеко не всегда удается направлять единственного астронома на факультет повышения квалификации, к тому же этот астроном лишен возможности обсуждать результаты своих исследований в кругу специалистов соответствующего профиля.

На трех пленарных заседаниях с обзорными лекциями выступили известные ученые страны, которые ознакомили участников совещания с новейшими достижениями и проблемами астрономии. Среди докладчиков были члены-корреспонденты АН СССР М. С. Зверев и В. С. Троицкий, доктора наук В. К. Абалакин, В. Г. Горбацкий, В. И. Курышев,

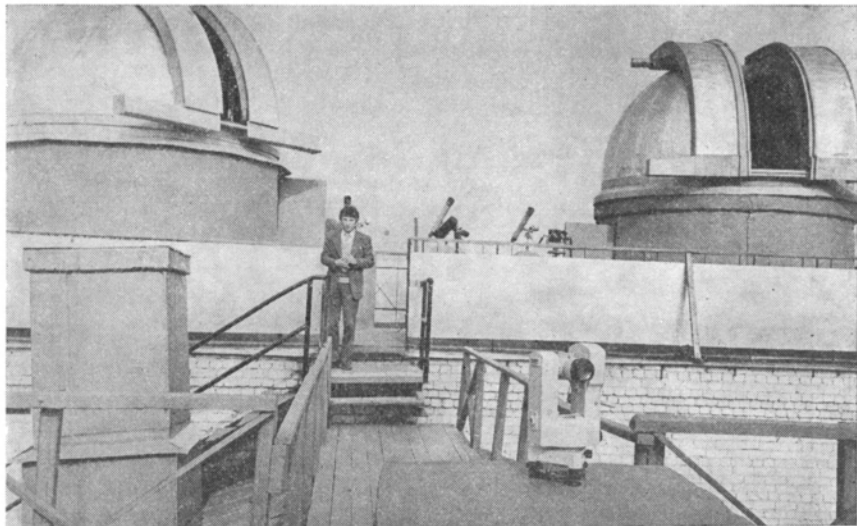
В. С. Сафронов, К. С. Станкевич, Б. И. Фесенко и другие.

Доклад, посвященный мировоззренческим проблемам астрономии, сделал Е. П. Левитан в соавторстве с В. В. Казютинским; актуальные проблемы методики преподавания астрономии в средней и высшей школе обсуждались в докладах Е. П. Левитана и М. М. Дагаева. О многогранной работе издательства «Просвещение», выпускающего учебную и методическую литературу по астрономии, рассказала Н. В. Хрусталь; вопросы повышения квалификации преподавателей астрономии в пединститутах осветила в своем докладе Р. А. Лях.

Затем состоялись заседания секции мировоззренческих и общепедагогических проблем (председатели доценты Л. И. Егорова и В. М. Чаругин), а также секций общеметодических вопросов (доценты Е. И. Ковязин и Е. П. Разбитная), астрофизики (профессор Б. И. Фесенко и доцент А. В. Артемьев), небесной механики, астрометрии и космонавтики (профессора В. И. Курышев и В. В. Радзиевский), на которых было заслушано свыше 50 докладов. В них содержались результаты собственных исследований участников совещания.

В решении совещания записаны полезные рекомендации и, в частности, просьба к соответствующим инстанциям об улучшении наблюдательной базы педвузов и школ, об издании ряда учебных и методических пособий, об организации ежегодных зональных конференций астрономов пединститутов по результатам научно-исследовательских работ, о совершенствовании системы повышения квалификации преподавателей астрономии пединститутов.

К совещанию в Горьком было приурочено второе Всесоюзное совещание председателей учебно-методических секций отделений ВАГО. Такое «совмещение» двух совещаний дало возможность председателям учебно-методических секций ВАГО прослушать лекции известных ученых и обменяться опытом с преподавателями астрономии пединститутов, а последние получили возможность

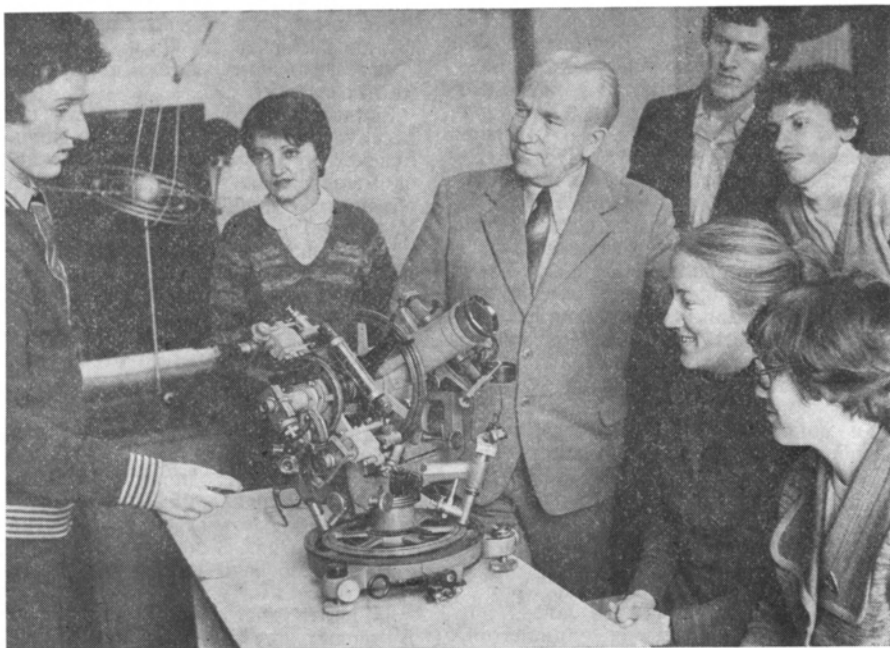


*Внешний вид новой обсерватории Горьковского пединститута*

подробно информировать астрономическую общественность о своих работах и нерешенных проблемах.

Совещание председателей учебно-методических секций отделений ВАГО открыл председатель учебно-методической секции Центрального совета ВАГО Е. П. Левитан. Он же выступил с докладом «Об основных направлениях деятельности учебно-методических секций отделений ВАГО». На заседании присутствовали свыше 60 человек. Они заслушали 11 докладов, в которых анализировалось со-

*Профессор В. В. Радзиевский на занятии со студентами*





*Доцент М. М. Дагаев выступает на совещании председателей учебно-методических секций отделений ВАГО*

стояние преподавания астрономии в средних школах и средних профтехучилищах и обсуждались итоги ра-

боты отделений ВАГО в помощь органам народного образования.

В резолюции этого совещания

предусмотрен ряд полезных рекомендаций, среди которых особенно важна, на наш взгляд, следующая: «Просить Министерству просвещения СССР и Государственный комитет по профессионально-техническому образованию СССР предоставить членам учебно-методических секций ВАГО право общественного контроля за состоянием преподавания астрономии в средних школах и средних ПТУ». Наладив такой контроль и оказывая помощь в деле повышения квалификации учителей, можно добиться существенного улучшения в преподавании астрономии.

Фото В. Алексева

## НОВЫЕ КНИГИ

### **ПИОНЕР РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ Р. ЭСНО-ПЕЛЬТРИ**

В 1982 году издательство «Наука» выпустило в научно-биографической серии книгу Г. С. Ветрова «Робер Эсно-Пельтри», посвященную одному из пионеров авиации и ракетно-космической техники, члену Французской академии наук. (В русской транскрипции существует и другое написание этой фамилии — Эно-Пельтри.— *Прим. ред.*) Книга состоит из введения и трех частей: «Взлет», «Новые горизонты» и «Взгляд в прошлое». В первой части автор рассказывает о зарождении воздухоплавания во Франции, об успехе братьев Ж. и Э. Монгольфье, впервые доказавших в 1783 году возможность свободного полета на шаре, заполненном горячим воздухом, о монопланах РЭП (такую марку, образованную из начальных букв имени и фамилии, имели все конструкции Робера Эсно-Пельтри).

Вторая часть книги посвящена пребыванию Р. Эсно-Пельтри в Петербурге, где он «вел переговоры с военным ведомством относительно постройки в Петербурге завода для выделки летательных аппаратов»

и прочитал лекцию, в которой рассмотрел соотношение начальной и конечной масс космической ракеты и сделал вывод, что космическое путешествие будет реальным лишь при использовании атомной энергии. В этой же части излагаются работы Р. Эсно-Пельтри о возможности послышки аппарата на Луну и облете Луны, его взгляды на посещение «иных светил».

Заключительная, третья часть повествует о заочных «встречах» французского ученого с К. Э. Циолковским; здесь же сделана и попытка объяснить существо заблуждений Р. Эсно-Пельтри, касающихся его исторических и приоритетных оценок.

### **ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ВОЗБУЖДАЮТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ**

Книга И. Г. Киссина «Землетрясения и подземные воды» (М.: Наука, 1982) посвящена одному из новых научных направлений, которое развивается на стыке гидрогеологии и сейсмологии. В ней рассматривается взаимосвязь подземных вод и землетрясений.

В книге девять небольших глав. В первых двух дается общая харак-

теристика землетрясений, связь их с ландшафтом, описывается процесс подготовки подземных толчков. О физических свойствах подземных вод, их химическом составе, а также об их влиянии на интенсивность землетрясений автор рассказывает в следующих двух главах.

Техногенные землетрясения — тема пятой главы книги. Здесь приводятся интересные сведения, относящиеся к сейсмическим толчкам, которые в последние несколько десятилетий были вызваны созданием водохранилищ, бурением глубоких скважин, анализируются особенности возбужденных землетрясений. Теоретическим вопросам, связанным с гравитационными нагрузками масс воды внутри земной коры, а также анализу гидрогеологических условий, необходимых для возбуждения землетрясений, посвящена шестая глава.

Обратное воздействие землетрясений на подземные воды, проблема связи сейсмических ударов с добычей нефти, вопросы прогнозирования землетрясений по различного рода их предвестникам — все это составляет содержание последних трех глав.

Книга И. Г. Киссина будет полезна не только геологам и гидрологам, но и всем, кто интересуется вопросами охраны окружающей среды.



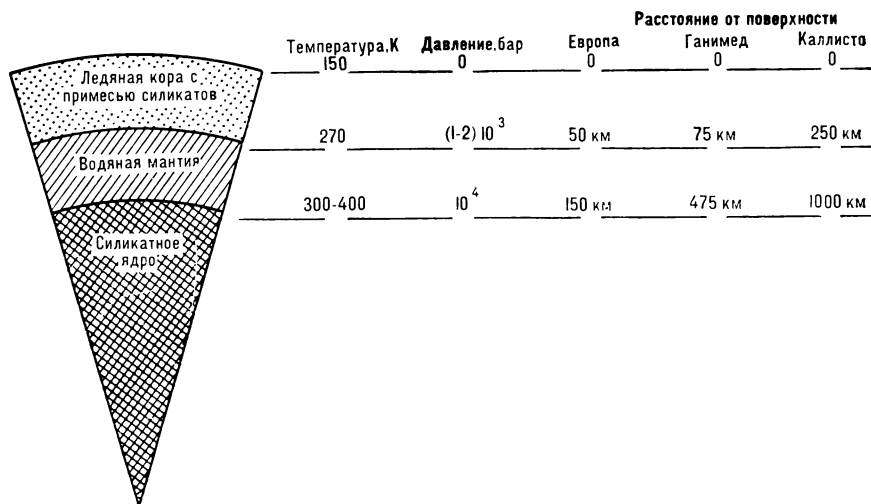
Л. О. КОЛОКОЛОВА  
Кандидат физико-математических наук  
А. Ф. СТЕКЛОВ

## Еще одна возможность возникновения жизни на небесных телах

### ЭНДОГИДРОСФЕРЫ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ

До сих пор экзобиологи считали, что в Солнечной системе обнаружить жизнь вероятнее всего на Марсе (на отдельных участках поверхности), планетах-гигантах Юпитере и Сатурне (в облачных слоях их атмосфер) и спутнике Сатурна — Титане, обладающем плотной атмосферой. С нашей точки зрения, существует еще одна возможность зарождения и дальнейшей эволюции жизни вне Земли, например, на трех спутниках Юпитера — Ганимеде, Каллисто и Европе (Земля и Вселенная, 1978, № 4, с. 10—14.— Ред.). Радиусы их примерно таковы: Ганимеда — 2640 км, Каллисто — 2420, Европы — 1560 км. Массы же их сравнительно невелики, что свидетельствует о малой плотности. У Европы она оказалась 3 г/см<sup>3</sup>, плотность Ганимеда — 1,9, Каллисто — 1,8 г/см<sup>3</sup>.

Объяснить такую низкую плотность можно, предположив, что эти спутники содержат большое количество воды. Американские астрофизики Г. Консолманьо и Дж. Льюис, допустив, что прототела этих объектов состояли из смеси водяного льда и силикатов, рассчитали модели внутреннего строения Европы, Ганимеда и Каллисто и их эволюцию. В условия расчета входило допущение, что спутники обладают следующими внутренними источниками энергии: радиоактивным распадом урана, тория и калия, теплом фазовых переходов различных модификаций льда, высвобождением потенциальной энергии при дифференциации пород. Согласно полученной модели, рассмат-



риваемые небесные тела имеют ледяную кору, водяную мантию и силикатное ядро. Толщина коры у Европы составляет 50 км, у Ганимеда — 75, у Каллисто — 250 км, толщина мантии соответственно составляет 100, 400 и 800 км.

Г. Консолманьо и Дж. Льюис предсказали, что кора Каллисто самая старая и толстая, а кора Европы — молодая и тонкая. Это подтвердили полеты «Вояджеров». На фотографиях, переданных этими автоматическими станциями, кора Каллисто наиболее темная и на ней больше всего ударных кратеров. Кора Европы, по-видимому, постоянно обновляется поступлением жидкой воды из мантии, например, при падении крупных метеоритов. Вода быстро застывает, и «обновленная» кора покрывается огромными разломами льда. Хотя результаты, полученные «Вояджерами», непосредственно не доказали наличия жидкой воды под по-

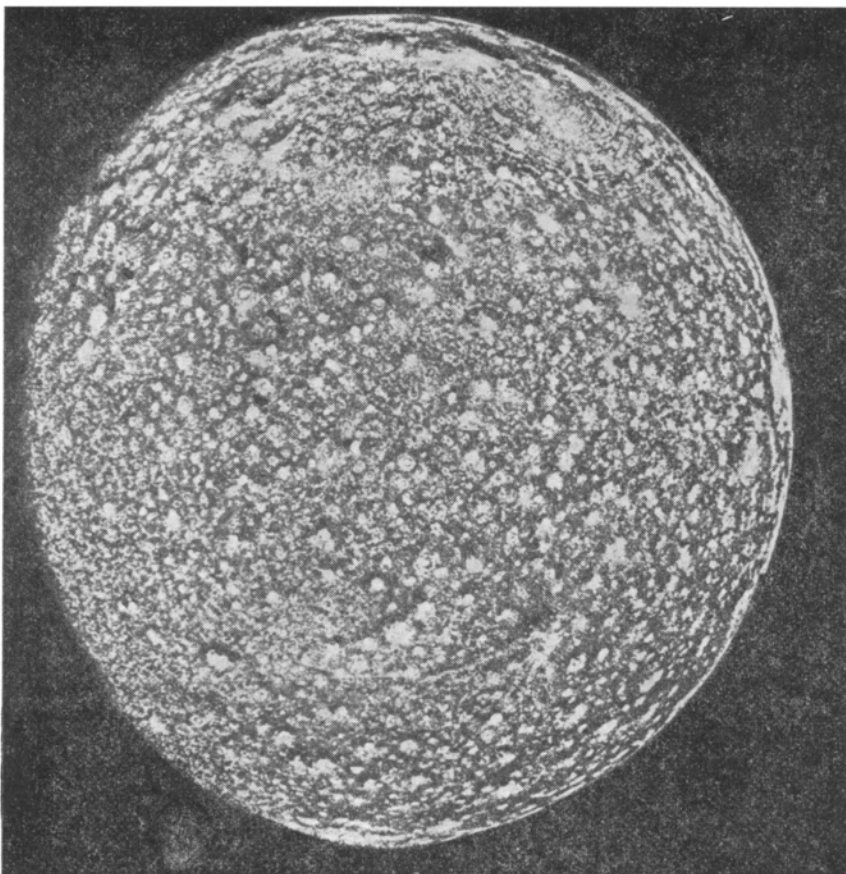
Схема внутреннего строения Европы, Ганимеда и Каллисто

верхностью галилеевых спутников, но совпадения характера коры этих объектов с предсказанными служат косвенным подтверждением моделей, предложенных Г. Консолманьо и Дж. Льюисом.

Принципиально новое в моделях галилеевых спутников, рассчитанных Г. Консолманьо и Дж. Льюисом, — наличие под поверхностью этих небесных тел больших объемов воды. Можно утверждать, что мы встретились с новым явлением в планетологии — эндогидросферами небесных тел. Эндогидросферы — это подповерхностные водные бассейны глобальных масштабов, которые существуют в течение космогонических сроков (около 10<sup>9</sup> лет).

Эндогидросферы галилеевых спутников Юпитера представляют собой сферические слои воды толщиной 100—1000 км. Их возраст около двух миллиардов лет. Вполне вероятно наличие эндогидросферы и у Титана,





*Изображение Каллисто, полученное «Вояджером-2». Поверхность покрыта большим количеством ударных кратеров*

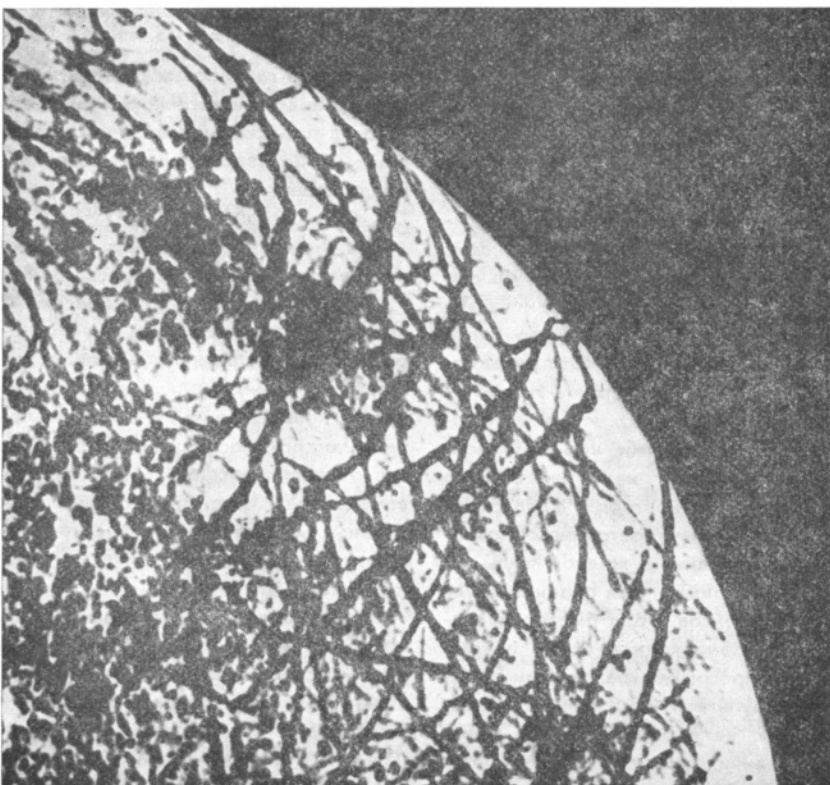
спутника Сатурна, и у Марса. Совсем недавно американские ученые В. Ирвин, С. Лешин и Ф. Шлерб высказали предположение, что вода в жидком состоянии находится в центральной части кометных ядер, где лед (из него в основном состоят эти ядра) расплавляется за счет энергии, выделяющейся при распаде радиоактивных элементов. Эндогидросферы не следует путать с подповерхностными водоемами Земли. Последние либо связаны с гетеросферой (инфильтрационные воды), либо имеют малый по сравнению со временем эволюции срок существования (седиментационные воды, захороненные моря).

Но вернемся к Ганимеду, Каллисто и Европе. В верхних слоях эндогидросфер этих небесных тел давление составляет 1000—2000 атм, а температура — 270 К. Условия близки к условиям в земных океанах на глубине около 10 км. На земле эти глубины «освоены» нашей биосферой.

**Мы предлагаем гипотезу, суть которой в том, что в эндогидросферах планет и других небесных тел может возникнуть и развиваться биосфера. Такие биосферы мы в дальнейшем будем называть эндобиосферами в отличие от биосфер земного типа. Насколько же реальны эндобиосферы?**

#### **ВОЗМОЖНА ЛИ ЖИЗНЬ В ЭНДОГИДРОСФЕРАХ?**

Могут ли организмы выжить в условиях эндогидросфер? Не окажется ли, что высокое давление, низкая температура в верхних и высокая в нижних слоях эндогидросфер, а так-



*Участок поверхности Европы, составленный из снимков, полученных «Вояджером-2». Хорошо видны глобальные разломы льда на поверхности*

же отсутствие свободного кислорода в водяных мантиях небесных тел препятствуют появлению и развитию живых организмов?

Прежде всего отметим, что наличие свободного кислорода не является необходимым для жизнедеятельности организмов. В его отсутствие могут развиваться анаэробные формы жизни, использующие связанный кислород, подобно земным фото- и хемосинтезирующим организмам. Тепловой же режим и давление в эндогидросферах приемлемы даже для некоторых видов земных организмов. Иные выдерживают давление до 17 600 атм, а другие размножаются при давлении 12 000 атм. Более того, после однократного воздействия высокого давления у микроорганизмов появилась устойчивость к нему. Многие земные организмы способны переносить и довольно низкую температуру. Например, при  $-17^{\circ}\text{C}$  (256 K) живут гималайские лишайники, многие водоросли. И даже крупные животные выдерживают температуру до  $-50^{\circ}\text{C}$  (223 K). Не следует забывать и об огромном умении живых организмов приравниваться к внешним условиям. Свидетельство тому — бактерии, живущие на глубине около 10 км и в водах геотермальных источников при температуре  $+90^{\circ}\text{C}$  (363 K), а также бактерии, способные существовать в растворе серной кислоты, или микроорганизмы, среда обитания которых — насыщенный раствор поваренной соли.

Итак, живые организмы могут существовать в эндогидросферах. Но сумеет ли жизнь зародиться в таких условиях?

Современной теории происхождения жизни сопутствует много нерешенных проблем. В частности, мы не знаем, как происходит переход от сложных органических соединений типа белков к собственно биологическим системам. Но предбиологическое развитие жизни от химических элементов до биополимеров более или менее изучено. Современные представления о химической эволюции органических соединений мы приводим в таблице. Из нее видно, что условия в эндогидросферах мо-

гут обеспечить начальные этапы возникновения жизни. Исходные простые соединения могли образоваться еще в протопланетной туманности, из которой возникли планеты и спутники. Для их усложнения (вплоть до появления биологических систем) в эндогидросферах существуют вполне приемлемое давление, температура и химический состав, в частности жидкая вода. Конвективные движения воды в эндогидросферах пока еще не изучены. Конвекция может способствовать развитию живых организмов, переносу их в более теплые области, и препятствовать ему, если перенос осуществляется на глубине, где высокая температура разрушает органические соединения. Возмож-

ность быстрой химической эволюции углеродистых соединений вплоть до биополимеров в условиях эндогидросфер показана в работах академика Н. С. Ениколопова и его сотрудников, удостоенных в 1980 году Ленинской премии. Оказалось, что в твердой фазе под высоким давлением при сдвиговой деформации происходит аномально быстрая полимеризация. Условия, в которых осуществлялись эти эксперименты, во многом напоминали условия в эндогидросферах, точнее, в нижних слоях ледяной коры рассматриваемых нами объектов. На верхней границе эндогидросферы возможно обогащение воды сложными органическими соединениями, возникающими в нижних слоях коры.

#### ЭТАПЫ ХИМИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ<sup>1</sup>

Этап	Исходные вещества	Конечный продукт	Фактор активации	Где образуется
1. Образование исходных соединений	C, H, O, N и другие элементы	CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, H <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, N <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , HCHO, HCN, N <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , HC <sub>2</sub> CN и другие	Космические лучи, ультрафиолетовое, гамма-излучение, нагрев, катализаторы	Метеориты, кометы, первичная протопланетная туманность, области вулканической активности
2. Образование сложных органических соединений, биомономеров	CO, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, NH <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , простые углеводороды и другие соединения	жиры, спирты, сахара, аминокислоты, компоненты нуклеиновых кислот	Космические лучи, ультрафиолетовое излучение, электрический разряд, нагрев, радиоактивный распад, ударная волна, ультразвук, катализаторы, некоторые органические соединения	Метеориты, кометы, области вулканической активности, газовая или водная среда в модельных экспериментах
3. Образование биополимеров	аминокислоты, компоненты нуклеиновых кислот, жиры, спирты, сахара	полипептиды, нуклеиновые кислоты	Гамма-излучение, радиоактивный распад, нагрев, присутствие HCHO, HCN, NH <sub>3</sub> и других простых соединений	Водная среда в модельных экспериментах, безводная среда с имитацией вулканизма

<sup>1</sup> Подчеркнуты условия, существующие в эндогидросферах.

Происходит это под воздействием сдвиговой деформации при разломах льда за счет тектонических процессов и падения метеоритов. Так появляется возможность возникновения и развития в эндогидросферах организмов, питающихся органическими соединениями. Не исключено, что именно граница раздела эндогидросферы и ледяной коры и есть то место, где идут основные процессы, приводящие к возникновению биологических систем.

Ледяная кора у рассматриваемых нами небесных тел защищает живые организмы от внешней жесткой радиации и космических лучей. Правда, нельзя сказать, что вещества мантии спутников Юпитера полностью изолированы от воздействия космических факторов. Крупные метеориты, тектонические процессы, приводящие к разломам коры, делают возможным попадание в воду вещества, подвергающегося воздействию космического излучения с поверхности спутника, а также собственно метеоритного вещества. При ударах метеоритов и других подобных процессах не только вещество с поверхности опускается в глубь спутника, но и вещество мантии выплескивается на поверхность. Это служит основанием для прямой проверки гипотезы о существовании жизни в эндогидросферах. Достаточно получить пробы вещества верхних слоев коры в местах свежих разломов и проверить наличие в них органических соединений. А на глубине 1—2 м, куда не проникают частицы магнитосферы Юпитера, можно обнаружить и остатки живых организмов, выброшенных из мантии на поверхность.

#### ПРОБЛЕМЫ ЭВОЛЮЦИИ ЭНДОБИОСФЕР

Поскольку в эндогидросферах не может проявить себя один из наиболее сильных мутагенных (вызывающих наследственные изменения) факторов — космическое излучение, решающую роль начинают играть более слабые мутагены: изменения давления и температуры, вызванные, в частности, конвекцией; магнитное поле; процессы, связанные с падением ме-



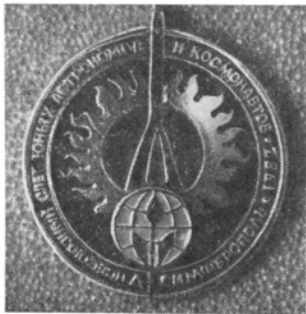
теоритов и тектонической деятельностью ядер спутников, а также радиоактивный распад элементов, которые растворены в воде или входят в состав пылинок, взвешенных в ней. Слабость мутагенных факторов и стабильность условий в эндогидросферах должны сказаться на темпах эволюции эндобиосфер, значительно снизив их по сравнению с земными.

Представление об эндобиосферах дает нам шансы на обнаружение жизни в Солнечной системе, причем не только на Европе, Ганимеде и Каллисто, но и на Марсе, Титане и, возможно, Тритоне, спутнике Нептуна,— то есть везде, где вероятны большие подповерхностные водоемы, существующие космогонические сроки. Недавно научный консультант НАСА Р. Хогленд высказал предположение, что в водяной мантии одного из галилеевых спутников Юпитера — Европы могла зародиться жизнь. Суть этой гипотезы на XXIII сессии Комитета по исследованию космического пространства (КОСПАР) в июне 1980 года изложил Т. Оуэн. Эта гипотеза принципиально отличается от нашей. Р. Хогленд считает, что в истории Европы был период, когда за счет большей, чем в настоящее время, светимости Юпитера ее кора была полностью расплавлена и могла послужить средой для зарождения жизни, подобно океану на Земле. Затем Европа стала получать от Юпитера меньше тепла, кора застыла, и жизнь была вынуждена уйти под кору. В нашей же гипотезе предполагается вариант возникновения и развития жизни под поверхностью небесного тела. Это позволяет выделить в Солнечной системе примерно

шесть небесных тел, где не исключена жизнь. Добавим: наша гипотеза о возможности зарождения и развития жизни в эндогидросферах планет и спутников является по сути конкретизацией идеи К. Э. Циолковского, который отметил, что неприемлемые условия на поверхностях планет не исключают существования жизни в их недрах.

Условия в эндогидросферах различных небесных тел слабо зависят от космических факторов, в частности от расстояния до центрального светила планетной системы и его характеристик. Это позволяет надеяться, что жизнь такого типа должна быть распространена во Вселенной не менее, а то и более широко, чем жизнь земного типа, требующая наличия сложной атмосферы, гидросферы, чувствительная к изменениям теплового, светового режима и потока космических лучей, к воздействиям космических факторов на биосферу. Возможность существования эндобиосфер внесет изменения в наши оценки распространенности жизни во Вселенной — в частности, оценка количества благоприятных для жизни мест, несомненно, возрастет.

И все же надо помнить: защищенность биосфер от космического воздействия, постоянство внутренних условий в них должны замедлить темпы эволюции жизни в эндогидросферах. Другую скорость развития, достаточную для появления сложных живых организмов, можно ожидать лишь в случаях, если в эндобиосферах окажутся иные, пока не учтенные факторы эволюции.



Член бюро Федерации космонавтики  
СССР  
**Е. И. БАЛАНОВ**  
Кандидат педагогических наук  
**Е. П. ЛЕВИТАН**

## Праздник юных астрономов и космонавтов

С 26 по 31 июля 1982 года в Симферополе проходил V Всесоюзный слет юных астрономов и космонавтов. В его организации и проведении участвовали ЦК ВЛКСМ, Министерство просвещения СССР, Всесоюзное общество «Знание», Всесоюзное астрономо-геодезическое общество (ВАГО), Федерация космонавтики СССР. Инициатива проведения таких слетов принадлежит ВАГО.

И хотя первый слет, который проходил в 1969 году, отделяют от пятого всего 13 лет, обратимся к этой, пусть и не такой далекой, истории. Как же все начиналось и почему родилась традиция слетов?

В 60-е годы в нашей стране быстро росло число юных любителей астрономии. Во многих городах и небольших населенных пунктах при школах, станциях и клубах юных техников, дворцах и домах пионеров, планетариях создавались астрономические кружки и общества. Часть из них была связана с ВАГО. Юношеская секция ВАГО постаралась придать стройность астрономическому движению. В этом немалая заслуга принадлежала таким энтузиастам, как Б. Г. Пшеничнер (Москва), В. В. Мартыненко (Симферополь), С. С. Воинов (Новосибирск, а затем Всероссийский пионерский лагерь «Орленок»), С. И. Сорин (Баку), и ряду других. Юношеская секция ВАГО взяла на учет все активные объединения юных любителей астрономии, снабжала их литературой, оказывала методическую помощь, давала консультации. Но чувствовалось, что всего этого мало. Ощущалась необходимость проведения всесоюзного сбора юных астроно-

мов и руководителей астрономических кружков. Как говорится, «идея витала в воздухе». Центральный совет ВАГО постановил провести I Всесоюзный слет летом 1968 года, но по некоторым организационным причинам провести его не удалось. Но в следующем году на базе Шемахинской астрофизической обсерватории АН АзербССР слет прошел с большим успехом и, безусловно, помог дальнейшему развитию любительской астрономии в нашей стране (Земля и Вселенная, 1970, № 2, с. 82.— Ред.). В слете участвовали около 200 школьников и 40 руководителей астрономических кружков и обществ из 35 городов Советского Союза.

II слет прошел в Москве в 1971 году (Земля и Вселенная, 1971, № 5, с. 74.— Ред.), III — в 1976 году на плато Пиркули неподалеку от башен Шемахинской астрофизической обсерватории (Земля и Вселенная, 1977, № 2, с. 82.— Ред.), а IV (теперь уже совместно с юными космонавтами) — в 1979 году во Всероссийском пионерском лагере «Орленок» на берегу Черного моря (Земля и Вселенная, 1980, № 4, с. 72.— Ред.).

Надо сказать, что решение провести V слет в Крыму во время летних каникул было обусловлено многими причинами. Но не последнюю роль в этом сыграли успехи юных крымских любителей астрономии, вот уже 36 лет беспрерывно руководимых В. В. Мартыненко. В Симферополе одна из лучших в стране любительских обсерваторий, любительский телескоп с зеркалом диаметром 550 мм, изготовленный в 1979 году самими ребятами. За эти годы в

журналах «Астрономический вестник», «Астрономический циркуляр», «Земля и Вселенная» опубликовано свыше 60 статей.

27 июля после красочного шествия к памятнику В. И. Ленину и возложения цветов в концертном зале городского музыкального училища торжественно открылся V Всесоюзный слет юных астрономов и космонавтов. В нем приняли участие 312 лучших представителей астрономических кружков и секций, клубов юных космонавтов из всех союзных республик. И это не удивительно, потому что сегодня примерно каждый двадцатый старшеклассник постигает тайны Вселенной, занимаясь в различных кружках. Самой представительной была делегация РСФСР. В нее вошли школьники из 27 краев и областей России.

### ОТКРЫТИЕ СЛЕТА

На торжественном открытии участников слета поздравили заместитель министра просвещения УССР И. С. Хоменко, заместитель председателя Крымского облисполкома И. Н. Чепурина, секретарь Крымского обкома комсомола Е. Е. Лянгасова. Были зачитаны приветствия от председателя правления Всесоюзного общества «Знание» академика Н. Г. Басова, председателя Астрономического совета АН СССР члена-корреспондента АН СССР Э. Р. Мустьева, президента ВАГО члена-корреспондента АН СССР Ю. Д. Буланже, коллектива ученых Крымской астрофизической обсерватории.

От имени летчиков-космонавтов СССР к ребятам обратился дважды



*Летчик-космонавт СССР  
Г. М. Гречко  
и доктор технических наук  
И. В. Стражева  
на выставке научно-технического  
творчества*

Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР Г. М. Гречко. «Дорогие мои коллеги,— сказал он,— я говорю так потому, что занимался в астрономическом кружке, наблюдал Луну, Венеру. Мы с вами, наверное, одинаково любим и научные книги, и научно-популярные, и фантастику. В космическом полете могут пригодиться знания из самых разных областей науки. Однажды во время космического полета я увидел необычное свечение земной атмосферы, передал на Землю. Но Земля сказала, что такого быть не может. Пришлось призвать на помощь свои знания по астрономии. Помогли звезды (точнее знание слабых звезд для определения местоположения). Оказалось, что все верно, и статьи об этом необычном свечении появились в научных журналах. А вот ботаника, которую, скажу вам по секрету, не очень любил и перебивался с тройки на четверку, „отомстила“ мне в космосе, когда я в одном эксперименте перепутал стебли гороха с его корнями».

На торжественном открытии слета прозвучала «Звездная песня», написанная специально к этому событию московским композитором И. Арсеевым и крымским поэтом В. Орловым. Песня понравилась ребятам, пришлось по душе ее слова:

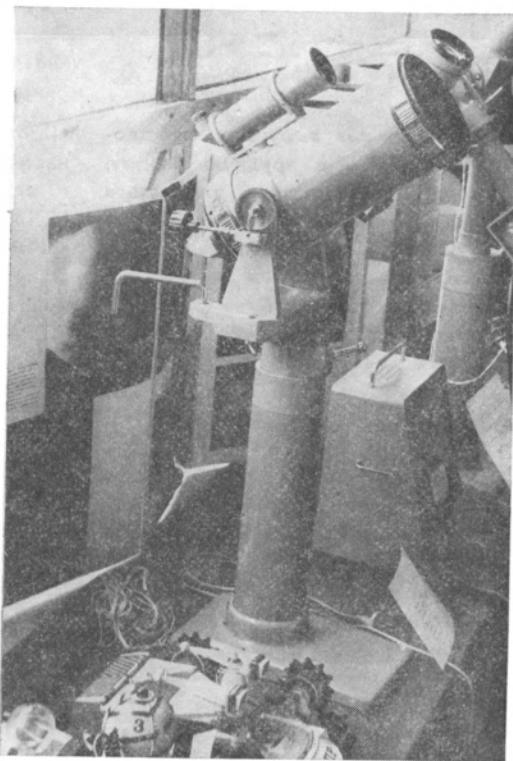
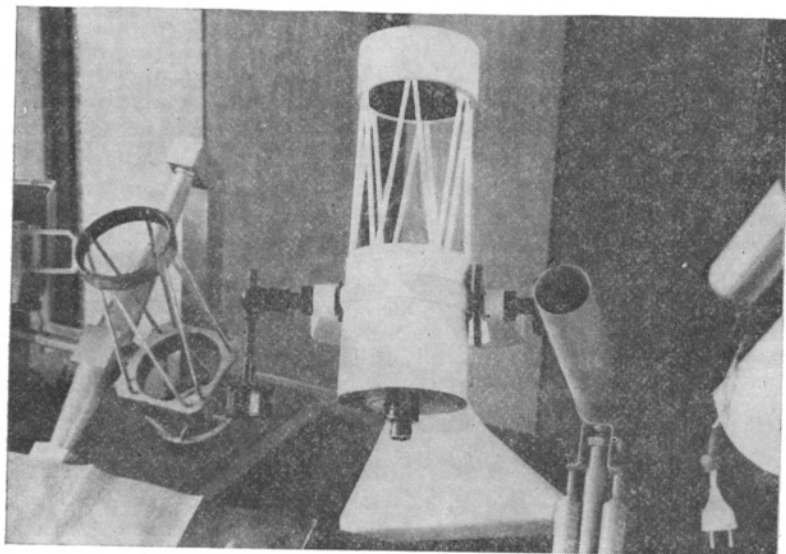
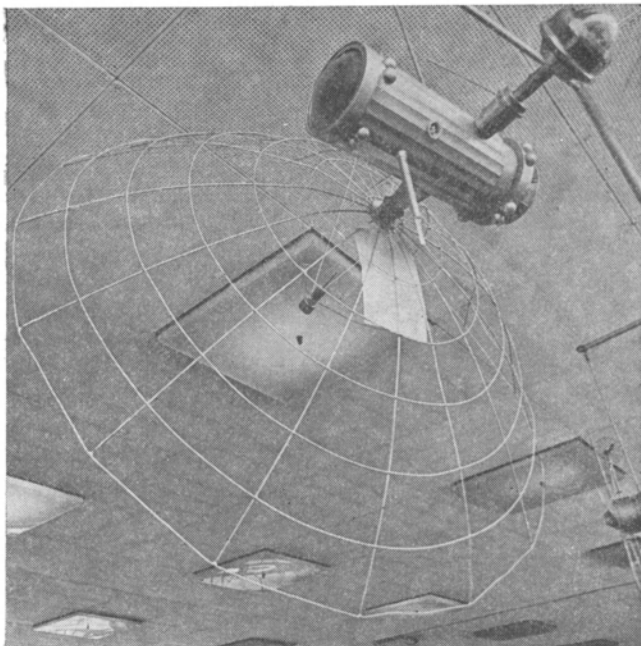
Гремят космодромы, как дальние грозы,  
Глядят космонавты на шар голубой,  
А где-то сияют высокие звезды,  
Что будут открыты мной и тобой.  
И мной и тобой, и мной и тобой.  
Плывут они где-то своими путями,  
Сейчас неизвестно им даже самим,  
Что названы будут они именами,  
И очень возможно — твоим и моим.  
Твоим и моим, твоим и моим.  
Просторы Отчизны ничто не тревожит,  
Земля задремала и город притих.  
И Главный конструктор закончил,  
быть может,  
Чертеж звездолетов твоих и моих.  
Твоих и моих, твоих и моих.  
Полночные звезды сошли к изголовью,  
Зовут за собою, тихонько звеня.  
Нам Родина верит и смотрит с любовью,  
И тихо целует тебя и меня.  
Тебя и меня, тебя и меня!

#### ВЫСТАВКА РАБОТ ЮНЫХ КОНСТРУКТОРОВ

В первый день Всесоюзного слета в Крымском областном Дворце пионеров и школьников открылась выставка научно-технического творчества участников слета (председате-

лем жюри выставки был Д. А. Иванов — старший методист ВДНХ СССР). Алюю ленту перерезал дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР Г. М. Гречко. Участие в выставке приняли практически все делегации. Ребята привезли с собой действующие модели космических аппаратов, межпланетных станций, искусственных спутников Земли. Среди них были корабли невиданных доселе конструкций, планетоходы, которым не страшны любые препятствия, заводы, готовые давать продукцию на орбите. Особое внимание посетителей выставки привлекли модели космической станции «Скиф» (О. Кумановский, Е. Крючков — г. Каховка Херсонской области), многоцелевого орбитального комплекса (С. Рыльский — г. Брацлав Винницкой области), «Венероход-II» (Е. Бармина — г. Херсон), планетарной станции «Фотон-2» (А. Кодорезов — г. Енакиево), спутника «Космос-97» (Ю. Котюк — г. Сумы) и многие другие. Интересные экспонаты представили на выставку хозяева слета — юные крымчане. На стендах — автомат-тренажер «Стыковка в космосе», сделанный С. Киселевым, В. Кузововым, Д. Стрижневым, С. Волковским и другими ребятами, электранный центр хранения точного времени «Зодиак», изготовленный С. Костровым, номера журнала «Астрономический вестник» с работами крымских школьников.

Не обошлось и без курьезов. Г. М. Гречко и доктор технических наук И. В. Стражева подошли к действующей модели, изготовленной одним юным конструктором, и попросили показать ее в работе. Как же ему хотелось ее ударить в грязь лицом! Да он и не сомневался, что модель не подведет, ведь только что он демонстрировал ее нам. Но нет. Ни вперед, ни назад, ни вправо, ни влево. Мальчишка был так расстроен, что не мог сказать ни слова. «Не огорчайся,— сказал ему Георгий Михайлович Гречко,— это очень распространенное явление. Ему даже придумали научное название «визит-эффект», а проявляется оно, как правило, при визите большого начальства». Чувство юмора,



Экспонаты выставки  
Фото В. Машатина и М. Имаса





которое не раз выручало известного космонавта в трудную минуту, на этот раз заставило улыбнуться вконец расстроенного паренька.

Участники слета побывали еще на одной выставке «Космос глазами художников». 90 работ самостоятельных авторов отразили космическую фантастику в живописи.

#### РАБОТА СЕКЦИЙ

Отличительная особенность этого слета — секционная работа участников по интересам. Поэтому после осмотра выставки началась работа в секциях: «Солнце. Луна. Планеты» (руководитель В. А. Бронштэн); «Астрофизика» (А. В. Засов); «Астроприборостроение» (В. И. Кириченко); «Космическое проектирование» (Д. А. Иванников); «Геофизика и метеорные исследования» (В. И. Цветков); «Юные летчики-космонавты» (В. И. Баженов, Л. С. Хачатурьянц);

«Пропаганда астрономии и космонавтики» (Н. К. Семакин); работала и секция руководителей кружков (Е. П. Левитан).

На заседаниях секций ребята выступили со многими интересными докладами и сообщениями. Например, на секцию «Геофизика» и метеорные исследования» мы попали в тот момент, когда объявили доклад О. Сергеевой из Смоленска: «Аномальные атмосферные явления на территории Смоленской области». Это был серьезный рассказ о необычных явлениях, зафиксированных в 1981 году на Смоленщине. Явления, которым было дано научное обоснование. Затем посыпались вопросы, и столько, что, конечно, уложиться в отведенное время докладчику не удалось.

Ряд докладов, сделанных на секциях, был посвящен результатам наблюдений полного солнечного затмения 31 июля 1981 года, а также

*Участники слета на выставке научно-технического творчества*  
Фото В. Машатина

лунных затмений. Ребята очень интересуются исследованиями солнечно-земных связей, изучение прозрачности земной атмосферы, наблюдения переменных звезд и многие другие вопросы, которым были посвящены их выступления.

#### КОНФЕРЕНЦИЯ И ДИСПУТЫ

Лучшие доклады, отобранные на секциях, были вынесены на конференцию, которая проводилась 28 июля. Председательствовал на ней Г. С. Хромов. Всего на конференции было представлено 10 докладов. Большой интерес вызвало сообщение В. Пономарева, М. Майорова (г. Челябинск) «Фотометрия солнечной короны 31 июля 1981 года». Вот

как отзывался об этой работе ученый секретарь Крымской астрофизической обсерватории В. М. Можжерин: «Авторы знакомы с работами по наблюдениям солнечных затмений прошлых лет, овладели методикой обработки негативов короны, построения изофот. Работу можно рекомендовать как пособие для обработки негативов солнечной короны». Понравились нам доклады А. Митюгова (г. Горький) «Загадка двойного квазара» и А. Кукарина и А. Кардаша (г. Новосибирск) «Программа „красные гиганты“». Перед началом конференции ученые поделились с ребятами своими соображениями о работе астрономов-любителей, о том, что не нужно наблюдать «на авось», а необходимо тщательно подготовиться к наблюдениям, почитать литературу, а затем поставить перед собой определенную задачу; рассказали о выходящих в ближайшее время книгах, которые помогут ребятам в астрономических наблюдениях. Напомнили о предстоящих юбилеях: 25-летию со дня запуска первого искусственного спутника Земли и 125-летию со дня рождения основоположника теоретической космонавтики К. Э. Циолковского.

Конференция для юных астрономов еще продолжалась, а пять автобусов с эмблемой Артека уже везли юных космонавтов в Центр дальней космической связи в Евпаторию... Огромная чаша радиотелескопа высотой с 25-этажный дом и весом 3800 т в полуклоне «приветствовала» собравшихся у ее подножья мальчишек и девчонок. Чтобы посмотреть на самый верх, приходилось высоко запрокидывать голову. Когда прошел период изумлений и восторга и ребята обрели способность слушать, им рассказали, что антенна вращается вокруг горизонтальной и вертикальной осей, а первые сигналы она приняла от автоматических межпланетных станций «Венера-11» и «Венера-12» в 1978 году, что приемные устройства охлаждаются жидким гелием. Юные космонавты узнали, что с помощью этой антенны ученые успешно решают самые разнообразные задачи: уточнили высоту горы Олимп на Марсе, расстояния до планет Солнечной системы; антенна может управлять космическими аппаратами в пределах всей Солнечной системы (дальность ее работы 5 млрд. км). В 1979 году антенну использовали как радиотелескоп, и она работала совместно с космиче-

ским радиотелескопом КРТ-10, который В. А. Ляхов и В. В. Рюмин собрали из отдельных блоков прямо на станции «Салют-6» (Земля и Вселенная, 1980, № 4, с. 2.— Ред.). В 1982 году с ее помощью впервые в истории были получены цветные панорамы Венеры (Земля и Вселенная, 1982, № 4, с. 4.— Ред.).

Вечером того же дня юные астрономы и космонавты снова собрались вместе, чтобы встретиться с почетными гостями слета, задать им вопросы, услышать их мнение о сегодняшней и завтрашней астрономии и космонавтике. На вопросы ребят отвечали летчик-космонавт СССР Г. М. Гречко, доктор медицинских наук Л. С. Хачатурьянц, доктор физико-математических наук, лауреат премии Ленинского комсомола А. М. Черепашук, доктор технических наук И. В. Стражева, кандидаты физико-математических наук В. А. Бронштэн, А. В. Засов, Г. С. Хромов. Крымская жара была многократно усилена «юпитерами» съемочной группы Цен-

*О. Кумановский с моделью космической станции «Скиф»*

Фото В. Машатина





трального телевидения, но два часа в условиях, которые Г. М. Гречко назвал вполне подходящими для отбора в космонавты, продолжался вечер вопросов и ответов. Больше всего оказалось вопросов о перспективах космических исследований, о будущих профессиях в космонавтике, о том, что ждет человечество. Ребятам интересовало все. «Определены ли примерные сроки пребывания в космосе с максимальной отдачей?», «Как подбираются космические экипажи?», «Могут ли птицы летать в невесомости?», «Что вы думаете о проблеме внеземных цивилизаций?». Как бы продолжением этой встречи стал диспут «Космическое будущее человечества», который вел Е. П. Левитан. Участникам диспута приходилось отстаивать длинную очередь, чтобы получить возможность очень кратко изложить свои идеи. Ребята спорили друг с другом, а ученые комментировали их высказывания, следили, чтобы спорщики не «выходили из берегов». «Будущее принадлежит машинам,— сказал один,— они могут больше, чем человек». «Любой автомат может сломаться,— тут же возразил другой,— человек должен вложить свой разум в машину». Диспут продолжался... Было высказано много предложений и пожеланий, убеждений и сомнений, но мысль, высказанная Светой Гавриленко из Новосибирска, нам особенно понравилась: «Прежде чем заселять другие планеты, нужно посмотреть на себя,... человечество должно быть едино».

А потом был Артек. Самый известный пионерский лагерь Советского Союза. Он растянулся на 7 км вдоль берега моря, а площадь, которую

занимает Артек,— 320 га. В одну смену в нем отдыхают почти 4,5 тыс. пионеров. Юные космонавты совершили экскурсию по Артеку, осмотрели музей лагеря, побывали на космической выставке. В тот день ей исполнилось ровно 15 лет. В зале много подлинных вещей, на манекене космический костюм Юрия Алексеевича Гагарина, стабилизирующий парашют, на котором он возвратился на Землю, космические продукты, проектные копии «Луны-16» (выполнена в масштабе 1 : 30) и «Лунохода-1» (1 : 20). Есть на выставке и зал открытого космоса. Перед нами предстала диорама звездного неба, и манекен космонавта парил над головами, привязанный фалом к космическому кораблю. Удовольствие, полученное от посещения пионерской здравницы, довершило купание в ласковом, теплом Черном море.

В то время как юные космонавты познакомились с Артеком, юных астрономов гостеприимно принимали ученые Крымской астрофизической обсерватории, которую на протяжении многих лет бессменно возглавляет один из крупнейших советских астрофизиков Герой Социалистического Труда академик А. Б. Северный. О самой обсерватории и интереснейших проблемах, которые решают ее сотрудники, наш журнал неоднократно рассказывал (Земля и Вселенная, 1974, № 1, с. 11; 1975, № 1, с. 46; 1977, № 6, с. 36.— Ред.).

30 июля все участники слета провели линейку славы на Сапун-горе в Севастополе, почтили память героических защитников города, осмотрели достопримечательности Севастополя.

#### ИТОГИ СЛЕТА

Торжественное закрытие слета состоялось в субботу, 31 июля. Авторитетное жюри под председательством В. А. Бронштэна, в которое вошли приехавшие на слет ученые, назвало тех, кто достоин наград. За активное и творческое участие в подготовке и проведении слета лучшие коллективы юных астрономов и космонавтов, лучшие руководители кружков и участники слета были награж-

дены ценными подарками, призами и грамотами Всесоюзного общества «Знание», Всесоюзного астрономо-геодезического общества, дипломами Федерации авиационного спорта СССР. Четырех лучших руководителей — С. С. Воинова (пионерский лагерь «Орленок»), В. Н. Воробья (г. Сумы), Э. П. Неверодского (г. Симферополь) и В. Л. Фетцера (г. Ижевск) — Федерация космонавтики СССР удостоила медалей имени академика С. П. Королева.

Слет завершился прекрасным самодельным концертом.

У слет юных астрономов и космонавтов произвел очень хорошее впечатление. И в том, что он прошел успешно, заслуга многих людей, которые, не жалея сил и времени, работали в период подготовки и проведения слета. Среди них хотелось бы особо отметить инспектора Министерства просвещения СССР В. И. Фатееву, сотрудников Крымского областного отдела народного образования Е. Н. Деменкову и Н. С. Краснову, таких опытных организаторов астрономической работы с детьми, как С. С. Воинов и В. В. Мартыненко. Четкой работе сложного механизма слета во многом способствовали А. Н. Ломакина и В. И. Якимович.

Впереди новые слеты. В том, что они необходимы, нет никакого сомнения. Более того, может быть, следовало создать постоянный штаб, который заблаговременно и тщательно проводил бы всю кропотливую работу, связанную с разработкой научной программы слета и отбором его участников.



## Каталог ледников СССР

В начале 60-х годов в Средней Азии из-за засухи возникла острая нехватка воды. Известно, что воду для орошения в этом районе дают многочисленные ледники, расположенные на вершинах высоких гор, обрамляющих с юга и юго-востока плодородные низменности. Выйти из положения тогда можно было, только искусственно растопив какую-то часть ледников массива. Срочно понадобились сведения об их числе, площади, высотном положении, количестве морен на ледниковой поверхности, то есть характеристики, которые должен давать систематический подробный каталог ледников. Подобный каталог нужен и для научных целей. Он позволяет сопоставить существующие условия развития ледников с их состоянием в прошлом и дать прогноз грядущих изменений запасов льда — этого важнейшего ресурса пресной воды на Земле.

Каталоги ледников в нашей стране в прошлом составлялись, но только для отдельных горных областей. Так, в начале века был составлен каталог ледников Кавказа, к 1930 году — ледников Средней Азии. Теперь же задача ставилась шире — необходим был каталог всех ледников на территории Советского Союза. По предложению члена-корреспондента АН СССР Г. А. Авсюка в марте 1962 года Секция гляциологии Междуведомственного геофизического комитета при Президиуме АН СССР приняла решение о составлении и издании каталога всех ледников СССР. Предполагалось издавать его отдельными книгами в качестве самостоятельного раздела соответствующих томов и выпусков справоч-

ного издания Госкомгидромета «Ресурсы поверхностных вод СССР». С 1965 года составление каталога ледников полностью вошло в программу работ по гляциологии Международного гидрологического десятилетия.

Вся серия Каталога ледников СССР в окончательном виде будет состоять из 108 частей, объединенных в 69 книгах, общим объемом около 700 печатных листов. К настоящему времени вышло в свет 105 частей. Работа выполняется уже больше 15 лет силами двадцати учреждений страны по единой программе. В ней участвуют более 80 специалистов, не считая технических и экспедиционных работников. Среди них — сотрудники академических институтов, учреждений Госкомгидромета, Московского и Томского университетов, организаций Госстроя СССР, Госцентра «Природа», Главного управления геодезии и картографии при Совете Министров СССР. Главным учреждением назначен отдел гляциологии Института географии АН СССР, а издание осуществлялось Гидрометеоиздатом.

В каталоге, составление которого базировалось на картографическом и аэрофотографическом материале, а также на данных специальных полевых работ, на определенный период времени даются сведения о каждом леднике характеризуемого района. Указывается присвоенный ему порядковый номер, название, местоположение, морфологический тип, длина, площадь, высота высшей и низшей точек ледников, объем льда. На схемах, которыми снабжен каталог, дано взаимное рас-

положение ледников в различных районах и их гидрологическая принадлежность. В специальных таблицах приводятся данные о гидрометеорологических стадиях и постах, снегомерных пунктах и осадкомерах в районе ледников; характеризуются все стационарные и экспедиционные исследования района оледенения; приводится полный список аннотированной литературы.

В каждом отдельном выпуске каталога содержатся физико-географическое описание района, различные суммарные и средние характеристики ледников, особенности их положения, экспозиции поверхности; характеризуются климатические условия; помещаются сведения об аккумуляции и абляции льда, зонах льдообразования, движении льда, о температурном режиме, бюджете массы и направлении эволюции ледников, о водном ледниковом стоке.

В 108 частях каталога охарактеризованы 28 700 отдельных ледников и ледников, входящих в более крупные образования — ледниковые комплексы. Дано описание около 1980 ледников, приуроченных к островам Арктики; все остальные ледники относятся к областям горного оледенения. В результате появились новые данные о площадях современных ледников в масштабе всей страны. Так, площади покровного оледенения на островах Арктики достигают 56 122 км<sup>2</sup>, площадь же горного оледенения составляет в сумме 22 117 км<sup>2</sup>. Таким образом, общая площадь оледенения в СССР, зафиксированная в каталоге ледников, достигает 78 239 км<sup>2</sup>, она в 1,2 раза превышает территорию таких стран, как

Бельгия, Нидерланды и Люксембург вместе взятых.

В период создания каталога продолжались попытки определять толщину льда ледников различными способами (геофизическими, бурением, визуальным — по выходам коренных пород) и на основании полученных данных выводились математические формулы, позволяющие более точно определять объем льда. Известно, что в течение XX века ледники отступают и их объем уменьшается. На Кавказе, например, за последние 80—90 лет объем ледников уменьшился примерно на 25—28 км<sup>3</sup>, а их суммарная площадь на 600 км<sup>2</sup>, или на 29%. Однако в итоге можно привести такие впечатляющие цифры; в Советской Арктике масса льда составляет 15 000 км<sup>3</sup>, в низких горах Субарктики и на Камчатке — свыше 80 км<sup>3</sup>, в горах умеренной зоны, куда входят Алтай, Саяны, Кузнецкий Алатау, — около 41 км<sup>3</sup>, а на высокогорном южном обрамлении — 1500 км<sup>3</sup>. Иными словами, Советский Союз обладает колоссальным резервом пресной воды, сосредоточенной в современных ледниках.

Всесторонняя количественная оценка существующих ледников, данная в каталоге, позволяет не только определить с высокой точностью запасы льда, но и понять, каким образом ледники участвуют в разви-

тии рельефа горных стран и полярных областей, а также получать данные о воздействии ледников на климат. В малоизученных районах такие данные могут характеризовать существующие там климатические условия, поскольку сами ледники служат индикаторами определенных сочетаний климатических факторов. Научная ценность каталога заключается также и в том, что его можно использовать для расчетов водного и теплового баланса поверхности различных областей Земли, по его данным можно делать палеогляциологические реконструкции и давать обоснованные прогнозы.

На основе данных каталога создается Атлас снежно-ледовых ресурсов мира, куда войдут всевозможные гляциологические карты территории СССР. Каталог позволяет графически представить области оледенения как поля меняющихся характеристик ледниковой системы. Эти характеристики приведены в атласе, где фигурируют ледниковый сток, климатические показатели, морфология ледников и запасы льда. Теперь уже не вызывает сомнения — и атлас наглядно это подтверждает, — что Каталог ледников СССР имеет важное научно-практическое значение, он будет способствовать решению многих научных, а также народнохозяйственных задач.

# 1 ЯНВАРЬ ФЕВРАЛЬ 1983 ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

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

Редакционная коллегия:

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

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

Художественный редактор: Л. Я. Шимкина

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

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

Сдано в набор 18.10.82. Подписано к печати 21.12.82. Т-21161. Формат бумаги 84×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Высокая печать. Усл. печ. л. 8,4 Уч.-изд. л. 11,4. Усл. кр.-отт. 543,0 тыс. Бум. л. 2,5. Тираж 42490 экз.

Заказ 2118. Цена 65 коп.

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

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

5 ноября экипаж комплекса проводил астрофизические эксперименты, испытывал навигационное оборудование, занимался физическими упражнениями. На установке «Таврия» начат цикл биотехнологических экспериментов, цель которых — отработка усовершенствованной аппаратуры и методов получения высококачественных биологически активных веществ в условиях невесомости.

6 ноября космонавты выполняли визуальные наблюдения земной поверхности, принимали душ.

7 ноября, в день празднования 65-й годовщины Великой Октябрьской социалистической революции, на борт орбитального комплекса транслировался телевизионный репортаж о демонстрации трудящихся на Красной площади. Во время сеансов связи А. Н. Березовой и В. В. Лебедева встретились с семьями, друзьями.

9 ноября на установке «Таврия» был начат очередной биотехнологический эксперимент по исследованию процессов электрофоретического разделения смесей клеток тканей и отработке методов получения в невесомости высококачественных биологически активных веществ. В этот же день космонавты ухаживали за растениями, занимались физическими упражнениями.

11 ноября космонавты проверяли функционирование отдельных бортовых систем станции и транспортного корабля, выполнили ряд медико-биологических исследований.

12 ноября А. Н. Березовой и В. В. Лебедева проводили эксперименты с использованием аппаратуры «Пирамиг» и ПСН: изучали структуру земной атмосферы, межпланетного пространства, галактических источников излучения.

14 ноября А. Н. Березовой и В. В. Лебедева преодолели рубеж самого продолжительного в истории космонавтики 185-суточного полета, который совершили Л. И. Попов и В. В. Рюмин.

15—16 ноября космонавты выполнили очередной цикл геофизических исследований — фотосъемку земной суши и акватории Мирового океана,

исследовали природные ресурсы Земли, отработывали методы и средства навигации, обслуживали бортовые системы станции «Салют-7», занимались физическими упражнениями.

17—18 ноября А. Н. Березовой и В. В. Лебедева провели на гамма-телескопе «Елена» серию измерений потоков гамма-излучения и заряженных частиц в околоземном космическом пространстве. В приборе «Светоблок-Т» завершен эксперимент «Гель» — определение особенностей синтеза полимерных веществ в условиях невесомости. На борту орбитального комплекса продолжались биологические эксперименты.

19—22 ноября космонавты занимались профилактическими работами на станции, проверяли функционирование отдельных бортовых систем, готовили научную аппаратуру к предстоящим исследованиям.

23 ноября у экипажа орбитального комплекса был очередной день медицинских обследований. В тот же день завершилась подготовка к эксплуатации новой технологической аппаратуры «Корунд», которая предназначена для производства в космосе различных полупроводниковых материалов. В ее состав входят электронагревательная печь, рассчитанная на работу последовательно с двенадцатью образцами, и блоки автоматики.

24—25 ноября А. Н. Березовой и В. В. Лебедева с помощью телескопа РТ-4М исследовали характеристики рентгеновского излучения Сириуса. На установке «Кристалл» завершен еще один эксперимент по космическому материаловедению: в условиях микрогравитации был получен монокристалл селенида кадмия.

26—28 ноября космонавты тренировались в управлении транспортным кораблем, измеряли потоки гамма-излучения и заряженных частиц в околоземном космическом пространстве, провели очередную плавку на «Кристалле», занимались физическими упражнениями. 28 ноября на электронном табло Центра управления полетом высветилась знаменательная надпись: сутки полета — двухсотые.

29 ноября экипаж отработывал новые методы ориентации и стабилизации орбитального комплекса, вел съемку районов Кавказа и Северного Казахстана, используя многозональную аппаратуру МКФ-6М, фотоаппарат КАТЭ-140, видеомагнитофон.

30 ноября А. Н. Березовой и В. В. Лебедева переносили отработавшее оборудование со станции в отсек грузового корабля, готовили к очередной работе технологическую аппаратуру «Корунд», проводили эксперименты по культивированию высших растений в условиях невесомости.

2 декабря у экипажа был очередной медицинский день. Проводились биохимические исследования, комплексное обследование сердечно-сосудистой системы космонавтов, оценивались санитарно-гигиенические условия на станции.

3 декабря А. Н. Березовой и В. В. Лебедева занимались инвентаризацией средств обеспечения жизнедеятельности, проводили биологические эксперименты.

7—9 декабря космонавты завершали исследования и эксперименты на станции «Салют-7» и готовили ее к полету в автоматическом режиме.

10 декабря 1982 года в 22 часа 03 минуты по московскому времени после выполнения запланированной программы А. Н. Березовой и В. В. Лебедева возвратились на Землю. Спускаемый аппарат корабля «Союз Т-7» сел в заданном районе в 190 км восточнее города Джезказгана.

За успешное осуществление длительного космического полета на орбитальном научно-исследовательском комплексе «Салют-7» — «Союз» и проявленные при этом мужество и героизм Президиум Верховного Совета СССР наградил Героя Советского Союза, летчика-космонавта СССР В. В. Лебедева орденом Ленина и второй медалью «Золотая Звезда», а А. Н. Березовому присвоил звание Героя Советского Союза с вручением ордена Ленина и медали «Золотая Звезда», а также звание «Летчик-космонавт СССР».



ЦЕНА 65 КОП  
ИНДЕКС 70336



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“