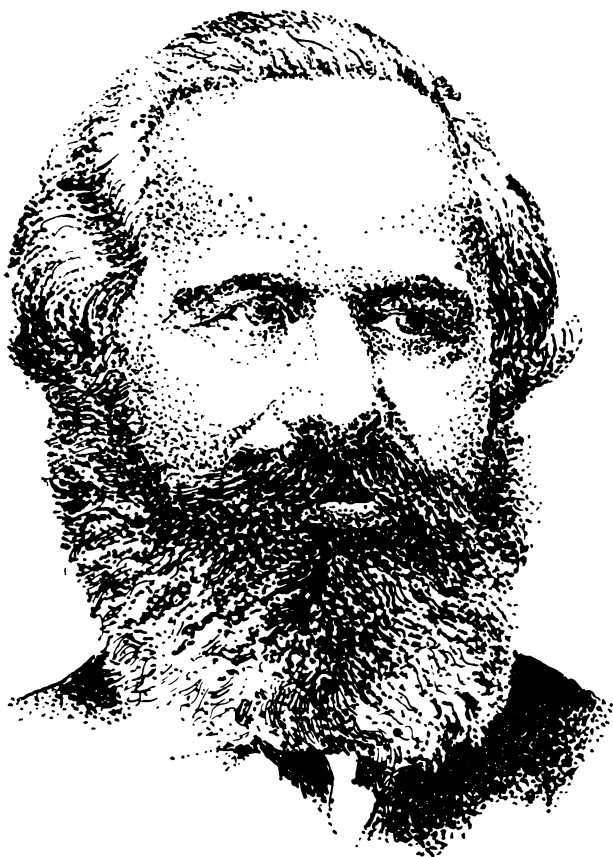




3 1983

**ЗЕМЛЯ  
И  
ВСЕЛЕННАЯ**

· АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА  
· ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА



Философы  
лишь  
различным  
образом  
*объясняли*  
мир,  
но дело  
заключается  
в том, чтобы  
*изменить*  
его.

К. Маркс

К 165-летию со дня рождения и 100-летию со времени кончины Карла Маркса — величайшего ученого и величайшего революционера-практика, основоположника научного коммунизма, вдохновителя и организатора международного освободительного движения рабочего класса.

---

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

3 МАЙ  
ИЮНЬ  
1983

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

## В номере:

Авдеевский В. С.— Пятилетка на космическом марше . . . . .	2
Северный А. Б.— Гелиосейсмология . . . . .	9
Зверев М. С.— Фундаментальная астрометрия сегодня и завтра . . .	16
Голицын Г. С.— Всемирная программа исследований климата . . .	22
Бельчанский Г. И., Сазонов Н. В.— Дистанционное зондирование Земли и сельское хозяйство . . . . .	27
<b>ЛЮДИ НАУКИ</b>	
Памяти Геннадия Михайловича Никольского . . . . .	33
<b>СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ</b>	
<b>XVIII Генеральная ассамблея МАС</b>	
Яцкив Я. С.— Проблемы астрометрии . . . . .	36
Аксенов Е. П.— Достижения небесной механики . . . . .	37
Хачикян Э. Е.— Активные галактики . . . . .	38
Лукаш В. Н.— Проблемы космологии . . . . .	40
Федоров К. Н.— На важнейших направлениях науки об океане . . .	42
Никитин С. А.— XXXIII конгресс МАФ . . . . .	47
<b>ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ</b>	
Бабаджанов П. Б.— Институту астрофизики АН ТаджССР — 50 лет	49
<b>ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ</b>	
Феодосьев В. И.— От жидкостной ракеты к ракете-носителю . . .	55
<b>ОХРАНА ПРИРОДЫ</b>	
Нестерова М. П., Гурвич Л. М.— Экспедиция обследует район нефтяной катастрофы . . . . .	60
<b>АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ</b>	
Гаген-Торн В. А.— Проблемы подготовки астрономов-наблюдателей	65
<b>ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ</b>	
Пшеничнер Б. Г., Козлова Н. В.— Школа юных звездочетов на Ленинских горах . . . . .	66
<b>ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ</b>	
Неяченко И. И.— Скорпион . . . . .	73
<b>ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ</b>	
Любительские наблюдения солнечного затмения 15 декабря 1982 года	74
<b>КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ</b>	
Балебанов В. М.— На орбитах сотрудничества . . . . .	76
Гурштейн А. А.— Настольная книга наблюдателя . . . . .	78
ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ . . . . .	79
<b>НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ</b>	
Квезары — сверхмассивная двойная система! [8]; Объект Кувано [14]; Шаровые скопления в других галактиках [15]; Двойная межгалактическая область Н II [21]; Спутники Земли — сейсмологии [26]; Рейсы «Гломара Челленджера» [32]; Еще две фатальные встречи комет с Солнцем [34]; Астероиды и всплески гамма-излучения [41]; Марганец на дне океана [46]; Новые книги [48, 72, 77, 79, 80]; Рейсы кораблей науки [63].	
Обложку оформил Б. М. Разин (к статье А. Б. Северного).	



Академик  
В. С. АВДУЕВСКИЙ

## Пятилетка на космическом марше

**Одиннадцатая пятилетка пошла к своему «экватору». И сегодня уместно подвести итоги применения космической техники, оценить, как решаются поставленные задачи. Ибо в «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» намечено «...дальнейшее изучение и освоение космического пространства в интересах развития науки, техники и народного хозяйства».**

### НЕКОТОРЫЕ ЦИФРЫ И ФАКТЫ

За прошедшие два с половиной года с советских космодромов регулярно стартовали автоматические аппараты и пилотируемые корабли. Они принесли так много полезной информации, что ученые нашей и других стран будут еще долго с интересом ее анализировать. В подтверждение этого приведу лишь некоторые цифры и факты, на мой взгляд, достаточно убедительные.

С 1 января 1981 года по 1 мая 1983 года на орбиту было запущено свыше 200 искусственных спутников Земли серии «Космос», больше трех десятков связанных и метеорологических спутников. В прошлом году на поверхность Венеры «приземлились» два спускаемых аппарата станции «Венера-13» и «Венера-14», а сами станции продолжают полет и исследование в межпланетном пространстве. Пейзажи, переданные по цветному космовидению с мест посадки,

и результаты химического анализа грунта Венеры стали для планетологов всех стран предметом тщательного изучения. Исследования внеземного пространства в СССР всегда проводились по двум органично дополняющим друг друга направлениям. Так обстоят дела и в этой пятилетке. Наряду с запуском автоматических аппаратов не ослабевает интенсивность освоения космоса при непосредственном участии человека. В 1982 году завершила свою работу станция «Салют-6», почти пять лет обращавшаяся по околоземным орбитам и выполнившая огромный объем научных, народнохозяйственных и технических задач. Со станции было доставлено 15 тыс. спектральных и обычных фотоснимков. Более 100 тыс. спектров атмосферы и подстилающей поверхности, 300 образцов различных материалов, произведенных в невесомости, высококачественные монокристаллы, растения, развившиеся вне Земли,— все это тоже получено на станции «Салют-6» советскими и зарубежными космонавтами.

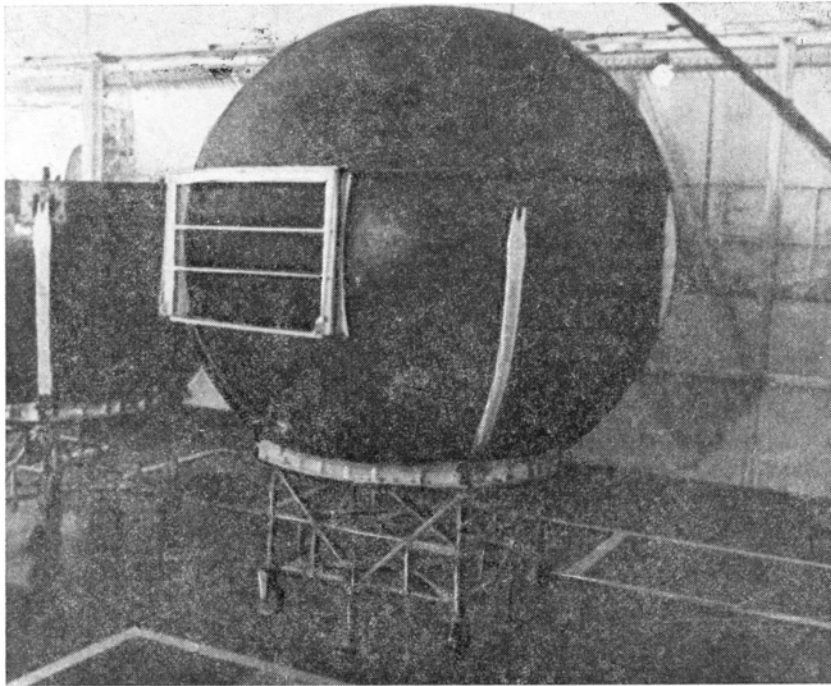
«Салют-6» еще находился в космосе, когда на смену ему прибыл «Салют-7» — более совершенная, более приспособленная для длительной исследовательской деятельности людей станция. В отдельные периоды на ее борту работало по пять человек, в том числе французский космонавт Жан-Лу Кретьен, женщина-космонавт С. Е. Савицкая. Основной экипаж станции — А. Н. Березовой и В. В. Лебедев — трудился на орбите 211 суток. Столько еще никто из землян не пребывал в космической командировке.

### ИСТОКИ СОВРЕМЕННОЙ КОСМОНАВТИКИ

Приведенные цифры и факты, конечно, не раскрывают истинной ценности достижений отечественной космонавтики, которых она добилась за истекшие годы одиннадцатой пятилетки. Советская космонавтика выходит на качественно новые рубежи. И базируются они на прежних успехах, начиная с первого искусственного спутника Земли (1957 г.) и гагаринского «Востока» (1961 г.). Создание новой техники стало возможным благодаря достижениям в механике, физике, химии, металлургии, аэродинамике, теплопередаче, баллистике, а также благодаря мощной индустриальной базе, созданной в исторически короткий срок героическим трудом советского народа.

То, что сегодня в космонавтике кажется обычным, потребовало в предыдущих пятилетках большой подготовительной работы, создания солидного научно-технического задела. Советские ученые, инженеры, рабочие — первооткрыватели на трудном пути покорения космоса, а на долю первооткрывателей выпадают основные трудности, самые сложные испытания. В шестой пятилетке (1956—1960 гг.) ими были созданы первые многоступенчатые ракеты-носители, космодромы, наземные радиоконтакты и системы связи. Но предварительно пришлось решить массу научных проблем: провести сложнейшие расчеты аэрогазодинамических воздействий и упругих колебаний конструкций с топливом на всех участках полета, выбрать необходимые материалы и определить





для них запасы прочности, найти оптимальные траектории полетов, рассчитать тепловые режимы... Всего не перечислишь. Найти решение этих проблем могли только коллективы ученых, инженеров, техников и рабочих, беззаветно преданных своему делу. Ведущая роль в проведении серьезнейших работ принадлежит выдающимся ученым академикам С. П. Королеву и М. В. Келдышу.

К числу крупных достижений советской космонавтики, ставших историческими вехами на пути развития мировой науки и техники, можно отнести: запуск первого искусственного спутника Земли и первый полет человека в космос; первые полеты автоматических аппаратов к Луне, Марсу, Венере, открывшие новую эру в планетологических исследованиях; облеты и фотографирование видимой и невидимой сторон Луны, запуск окололунных спутников, посадку автоматов на поверхность Луны и передачу оттуда телепанорам с высоким разрешением, доставку проб лунного грунта на Землю, рейды роботов-луноходов; создание искусственных спутников Венеры, спуск аппаратов в ее атмосферу и прямые измерения параметров атмосферы,

*Спускаемый аппарат автоматической межпланетной станции «Венера-13»*

мягкую посадку на поверхность планеты с изучением рельефа и грунта; создание искусственных спутников Марса, фотографирование его поверхности с орбиты, исследования атмосферы и ветра в процессе снижения спускаемых аппаратов; вывод астрофизических приборов в космос, положивший начало внеатмосферной астрономии; развертывание и эксплуатацию народнохозяйственных космических систем связи, метеорологии, навигации, исследований природных ресурсов Земли; создание многоместных пилотируемых кораблей, первый выход человека из корабля в космическое пространство, создание многоцелевых пилотируемых кораблей «Союз», долговременных пилотируемых орбитальных станций и грузовых кораблей для их обслуживания; развитие международного сотрудничества, совместные международные пилотируемые полеты.

## ДОСТИЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ АВТОМАТИКИ

Своеобразие или новое качество отечественной космонавтики в настоящее время состоит в том, что исследования вне Земли стали более глубокими с использованием эффективных современных инструментов. Сегодня в постановке экспериментов участвуют сотни ученых, часто выполняются интернациональные программы. Кроме того, освоение космоса направлено на максимальное использование возможностей космической техники в хозяйственной жизни нашего общества, во имя и на благо человека.

Эти две современные тенденции ярко проявляются при полетах как автоматических космических аппаратов, так и пилотируемых кораблей и орбитальных станций. Но сначала — о космических автоматах.

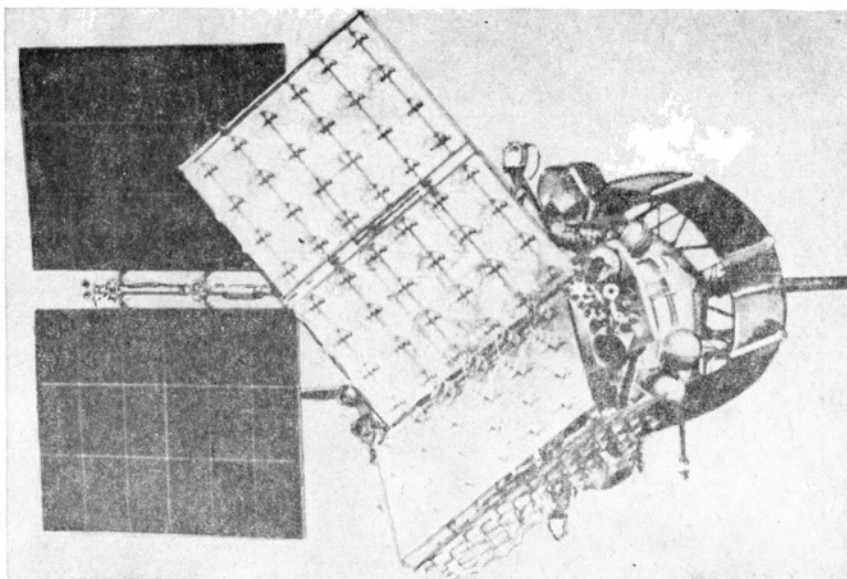
Одним из наиболее значительных космических событий в этой пятилетке были запуски новых межпланетных станций к Венере. Советский Союз прочно удерживает приоритет в изучении этой планеты. Но если раньше упор делали на обзорное, глобальное исследование Венеры, то в последние годы советские ученые поставили цель получить детальные сведения. Правда, атмосфера планеты была изучена ранее, но интерес представлял тонкий химический анализ. В процессе снижения спускаемых аппаратов, отделившихся от станций «Венера-13» и «Венера-14», бортовые хроматографы измеряли содержание сравнительно редких газов и их изотопов в атмосфере (Земля и Вселенная, 1982, № 5, с. 19.— Ред.). Кроме ранее обнаруженных азота, аргона, сернистого газа и окиси углерода были найдены также сероводород, сероокись углерода, криптон, кислород, неон. В месте посадки спускаемых аппаратов были получены черно-белые и впервые — цветные панорамы. Специальным буром брались пробы венерианских пород и с помощью рентгено-флуоресцентного спектрометра анализировался их химический состав. Оценено содержание калия, магния, кремния, кальция, марганца, алюминия, титана, железа

и других элементов. На фотографиях четко прослеживается текстура пород, которая, судя по содержащимся в ней химическим элементам, принадлежит к классу базальтов. Атмосфера Венеры прозрачна для оранжевых лучей, и поэтому доминирующий оттенок на цветных панорамах — оранжевый (Земля и Вселенная, 1982, № 4, с. 4.— Ред.).

Сведения о Венере имеют не только фундаментальное планетологическое значение, но и непреходящую научно-прикладную ценность. Прежде всего для лучшего знания планеты, на которой мы живем. Нас интересует настоящее и будущее Земли, эволюция окружающей нас природы. Изучая газовую оболочку Венеры и закономерности ее изменения, мы получаем инструмент и для прогнозирования возможных превращений земной атмосферы в результате, скажем, воздействия человека на окружающую среду.

Как всегда, в этой пятилетке большое внимание уделяется запускам спутников серии «Космос». Это многоцелевые спутники, унифицированные по группам. Для выведения их на орбиты применяются и унифицированные ракеты-носители. Такой подход позволяет экономично вести космические исследования. С помощью спутников «Космос» исследуются солнечно-земные связи, изучаются природные богатства нашей страны, познаются тайны развития и превращения живой и неорганической материи в невесомости, отрабатываются технические устройства в реальных условиях космического полета.

Благодаря этим спутникам, мы повседневно используем космическое пространство как полигон для испытания приборов и агрегатов и их физических моделей. На мой взгляд, без «Космосов» невозможны были бы достижения в области пилотируемых полетов и межпланетных рейсов, спутниковой метеорологии, связи и навигации. В прошлом году на один из спутников этой серии — «Космос-1383» — впервые была возложена не совсем обычная задача: отработка аппаратуры и методики поиска сигналов SOS, которые подают терпящие



*Спутник связи для непосредственного телевизионного вещания «Экран»*

бедствие самолеты и суда. Функции спутника заключаются в том, чтобы с космической высоты зафиксировать эти сигналы, по ним определить место катастрофы и передать координаты спасательным службам. Несмотря на то, что спутник «Космос-1383» сугубо экспериментальный, с его помощью удастся регулярно обнаруживать терпящих бедствие людей. Некоторым из них помощь была оказана весьма своевременно. Уже в первые месяцы полета советский спутник спас жизнь семерым гражданам Канады и США. Конечная цель испытательного полета этого спутника состоит в отработке будущей постоянно действующей международной системы КОСПАС-САРСАТ, предназначенной для спасения авиаторов и мореплавателей, попавших в беду вдали от населенных мест. Система будет включать несколько спутников (советских и американских). Кроме СССР и США в совместных работах участвуют Канада и Франция, но двери этого международного сообщества открыты для любой другой страны.

В текущей пятилетке на орбиты запущены «Интеркосмос-21» и «Интеркосмос-Болгария 1300» (Земля и Вселенная, 1981, № 5, с. 39.— Ред.). Первый из них решал сугубо земные практические вопросы — отработывал методы комплексного изучения Мирового океана и суши, а также испытывал системы автоматического сбора научной информации с морских и наземных экспериментальных станций. Второй — исследовал физические процессы, происходящие в ионосфере и магнитосфере Земли, что важно для прогнозирования условий радиосвязи и погоды. Сотрудничество различных стран с Советским Союзом в деле освоения космоса в мирных целях стало постоянным. Болгарские спектрометры и румынские детекторы космических лучей, венгерские аналого-цифровые преобразователи и австрийские магнитометры, фотокамеры из ГДР и Франции... Эти и многие другие приборы эффективно работают на борту советских космических аппаратов.

В материалах XXVI съезда КПСС оговорена необходимость шире использовать спутники связи для многопрограммного телевидения и радиовещания, телефонной связи с удаленными районами, передачи полос центральных газет фототелеграфным способом. Эта установка партии успешно выполняется. За два с поло-

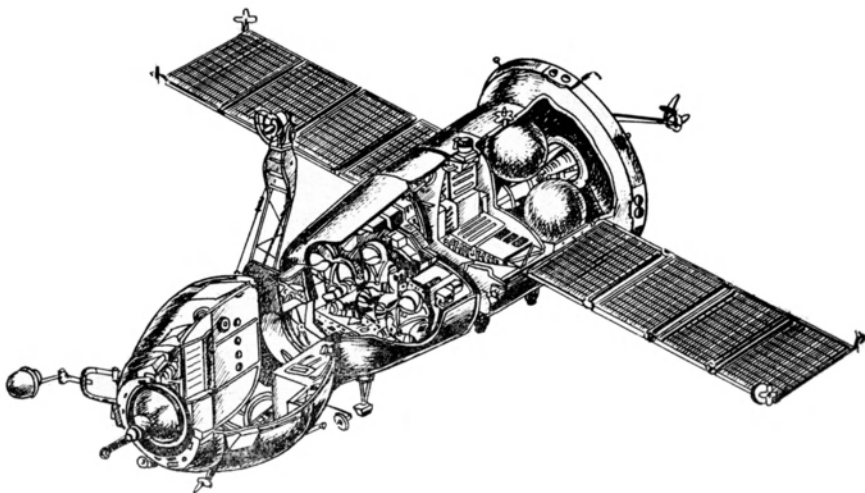
виной года в космос были выведены связанные спутники нескольких серий — «Молния», «Экран», «Радуга», «Горизонт», для любительской радиосвязи — «Радио», «Искра». Почти 90% населения Советского Союза охвачены телевидением. Подавляющее большинство стран мира, даже достаточно развитых и сравнительно небольших по занимаемой территории похвастать этим не могут. Благодаря спутникам связи, обращающимся как по высоким эллиптическим, так и по геостационарным орбитам, жители Крайнего Севера, Средней Азии, Сибири и Дальнего Востока одновременно с москвичами знакомятся с последними новостями внутренней и международной жизни.

На создание первых 70 наземных приемных станций, работающих в комплексе со спутниками связи, было затрачено около 100 млн. рублей. Территории, охватываемые космической связью, огромны. Не будь спутников, пришлось бы соорудить радиорелейные передаточные станции или кабельные линии. На это потребовались бы миллиарды рублей.

В настоящее время через спутники передаются не только телевизионные программы, но и матрицы газет. Теперь тиражирование центральных газет в отдельных городах Сибири и Дальнего Востока происходит практически одновременно с выпуском газет в городах европейской части СССР. Раньше они опаздывали на 10 и более часов, хотя для перевозки газетных матриц в Хабаровск и Владивосток использовались самые быстрые воздушные лайнеры. Количество городов, в которых центральные газеты выходят одновременно с московскими, непрерывно увеличивается. Обычным стало использование спутников для радиотелефонных переговоров.

Спутники «Молния» и «Горизонт» успешно используются и в международном сотрудничестве (программа «Интерспутник»). Четырнадцать стран мира, расположенные в Европе, Азии, Америке и на Ближнем Востоке, регулярно обмениваются телевизионными передачами через советские спутники.

Заметные успехи достигнуты и с



*Космический корабль «Союз Т»*

помощью автоматических аппаратов других типов. Метеоспутники помогают обнаруживать циклоны, антициклоны, атмосферные фронты, намечать сроки начала плавания по Северному морскому пути и сибирским рекам. По фотографиям, полученным из космоса, удалось установить, что некоторые районы земного шара в Тихом и Индийском океанах, ранее считавшиеся свободными от тропических циклонов, а значит, и безопасными для мореплавания, часто оказываются во власти мощнейших ураганов. На сегодняшний день выигрыш от своевременного оповещения людей с помощью спутников погоды о тайфунах, штормах, наводнениях и других метеорологических катаклизмах только в нашей стране составляет не менее полумиллиарда рублей в год.

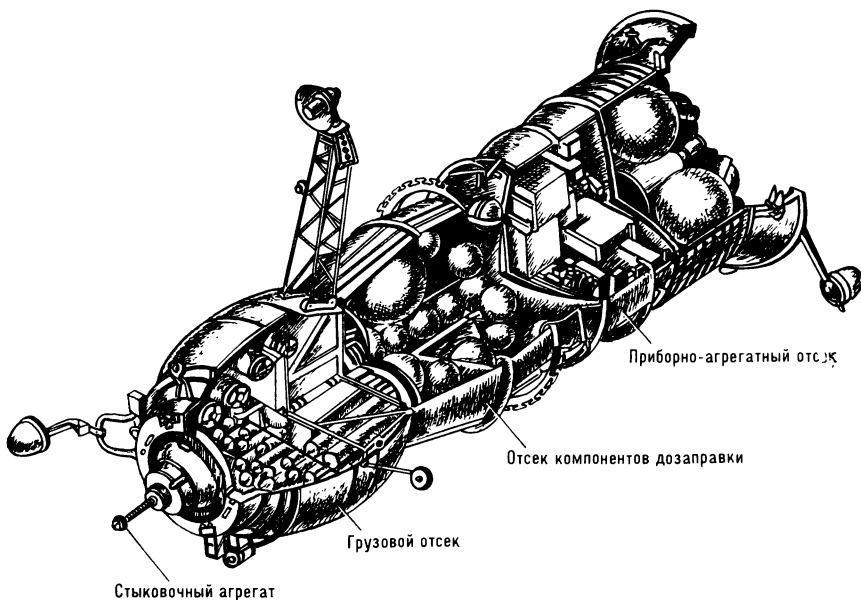
#### ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕДУТ КОСМОНАВТЫ

В первой половине текущей пятилетки особенно большой успех выпал на долю новой пилотируемой орбитальной станции «Салют-7». Уже первый ее основной экипаж (А. Н. Березовой, В. В. Лебедев) выполнил работы, небывалые по объему и содержанию. Космонавты трудились в основном по шести направлениям:

медицина и биология, астрофизика, исследование природных ресурсов Земли, исследования земной атмосферы, космическая технология, технические эксперименты (Земля и Вселенная, 1982, № 4, с. 2; № 5, с. 2; № 6, с. 2; 1983, № 1, с. 2.— Ред.).

Я не случайно на первое место поставил медицину и биологию. В каждом из перечисленных направлений были получены выдающиеся результаты, но факт семимесячной работы людей в космосе, работы без срывов и перерывов, с сохранением здоровья и высокой производительности — пожалуй, самый главный результат. В медицинском обеспечении космонавтов перед стартом, в полете и в послеполетный период участвовали разные специалисты — генетики, психологи, гигиенисты и даже математики, физики, химики. И сегодня можно с уверенностью сказать, что они свою задачу выполнили.

Мне кажется, благодаря успеху этого космического марафона пропадает острота проблемы: есть ли предел в длительности полетов космонавтов? Ясно теперь, что люди подолгу могут пребывать в невесомости и в условиях замкнутого пространства. Сейчас можно и нужно по-другому ставить вопросы. Важно выявить не предел, а найти и обосновать оптимальную длительность рабочих смен на орбите. Имеющийся опыт показывает, что с увеличением продолжительности полета у космонавтов улуч-

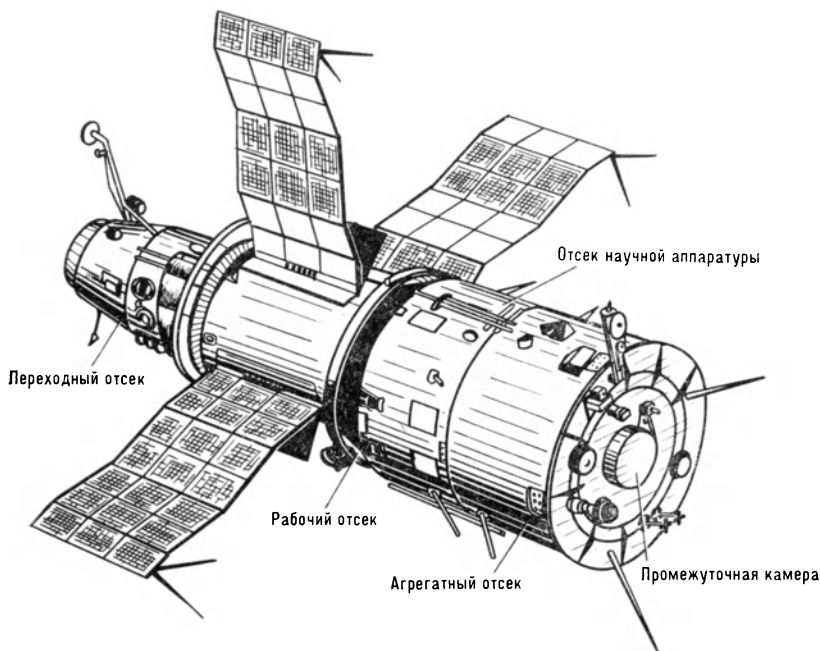


*Грузовой корабль «Прогресс»*

шается производительность исследовательского труда — повышается сноровка при обращении с аппаратурой, зорче становятся глаза в ходе визуальных наблюдений суши и океанов. У космонавтов появляются встречные идеи и предложения: какой-то эксперимент повторить в нескольких измененных условиях, что-то сделать сверх программы. При длительном полете легче выкроить дополнительное время. Хотелось бы отметить и чисто экономический фак-

тор. Чем длительнее полет, тем реже старты пилотируемых кораблей к станции и тем дешевле обходятся исследования. Многомесячные командировки на орбиту важны еще и в другом отношении. Они помогают получить опыт, необходимый для бу-

*Орбитальная станция «Салют-7»*



дущих межпланетных экспедиций. А такие полеты состоятся. Раз уж человек вышел в космос, то наверняка постарается достичь других планет. Вот почему мы говорим, что 211 суток работы А. Н. Березового и В. В. Лебедева — это 211 шагов в будущее.

С другой стороны космонавту нужны отдых, разрядка. Иначе производительность его исследовательского труда пойдет на убыль. Кроме того, с усложнением экспериментов и, как следствие, повышением специализации космонавтов неизбежно возникает необходимость периодической смены одного специалиста другим или дополнения космической бригады новыми членами. Но все эти рассуждения касаются будущего, хотя и не такого далекого, как представлялось до длительных космических полетов. А пока космонавты 80-х годов — универсалы. А. Н. Березовой и В. В. Лебедев одинаково успешно владели навыками исследования природных ресурсов Земли (визуально и с помощью фотоаппаратов) и, скажем, космического рентгеновского излучения (с помощью рентгеновского спектрометра и телескопа). По данным, полученным из космоса, сегодня ориентируются геологические партии; астрономы стали обладателями рентгеновских и фотоснимков звездного неба. В распоряжении космонавтов было несколько электрических печей для проведения технологических опытов в невесомости. Доставленные с орбиты полупроводниковые монокристаллы отличаются более высоким качеством, чем контрольные земные образцы. Мы стоим на пороге промышленного производства в космосе этой важной продукции. Экипаж станции синтезировал полимерные вещества (эксперимент «Гель») и разделял биологические смеси электрофоретическим способом (эксперимент «Таврия»). В его распоряжении было несколько оранжерей и биологических приборов, небольшой космический огород, на котором велись опыты с 13 видами высших растений. Космонавты запускали со станции малые спутники серии «Искра» (разработчики — студенты Московского авиационного ин-



ститута), проводили технические эксперименты, испытывая новую аппаратуру, и выходили в открытый космос.

В каждом эксперименте использовалась современная аппаратура, изготовленная с учетом полученных ранее результатов и пожеланий самих космонавтов. Общая масса научного оборудования к концу полета достигла 2 т. И, надо сказать, оборудование не простаивало. Правда, основному экипажу помогали в этом деле экспедиции посещения. Невозможно рассказать подробно о всем «научном урожае», снятом А. Н. Березовым и В. В. Лебедевым в космосе в течение 211 суток, но даже беглый рассказ об их трудовой орбитальной вахте свидетельствует о мощном рывке, который в этой пятилетке совершила отечественная космонавтика в области космических пилотируемых полетов.

#### ПЕРСПЕКТИВЫ КОСМОНАВТИКИ

Какими бы значительными ни были для науки и народного хозяйства достигнутые успехи, не менее важным представляется и другое. Что в перспективе? Проверяя в космическом полете возможность решения отдельных задач, мы затем совершенствуем старые или намечаем новые эксперименты, более сложные, более выигрышные. А в последующем стараемся переходить от единичных опытов к массовому применению на практике. Области будущего использования космической техники в целом хорошо видны. И вряд ли в ближайшие несколько лет следует ожидать появления каких-то новых сфер. Но мне представляются далеко не исчерпанными направления нашей сегодняшней космической деятельности. Из того, что космос мог бы дать человечеству для повышения его благосостояния, общеобразовательного и культурного уровня, мы, как мне кажется, используем лишь доли процента. Например, в достаточной ли мере используем мы связные спутники? Думаю, они располагают еще многими нераскрытыми возможностями, над которыми стоит подумать специалистам различного профиля. Скажем, биологам.



*Генеральный секретарь ЦК КПСС Ю. В. Андропов поздравляет А. Н. Березового и В. В. Лебедева с высокими наградами Родины*

Фотохроника ТАСС

Такая мысль парадоксальна лишь на первый взгляд. Радиоволны могут переносить сигналы от миниатюрных передатчиков, укрепленных на диких животных, птицах. Это позволит следить за миграцией обитателей планеты. А если установить передатчики в различных районах земной поверхности и снабдить их датчиками, фиксирующими надвигающиеся землетрясения, обвалы и сели, движение ледников, температуру и влажность, то возможности космической службы Земли будет трудно переоценить.

Спутники могут приблизить нас к тому дню, когда человек, где бы он ни находился, сможет поговорить по радио или телефону с кем захочет. Ведь уже сегодня над нами в сред-

нем каждую минуту пролетает спутник. Спутники могут нести на своем борту соответствующую связанную аппаратуру; правда, потребуются решить проблему массового производства миниатюрных передатчиков и приемников для личного пользования. Интересной также представляется мысль собрать в единую систему ЭВМ, размещаемые в различных регионах, и спутники связи. Это позволит полнее удовлетворить потребность в вычислительной технике, какому бы городу или поселку она ни понадобилась.

Большую услугу могут оказать спутники при решении проблемы охраны природы. Почему именно спутники? Замечено, что «следы» засорения окружающей среды не задерживаются на одном месте, а распространяются по большим территориям, охватывая зачастую и весь земной шар. Таким образом, они относятся к классу глобальных явле-

ний, и наблюдать за ними необходимо с помощью такого «всевидающего» глобального инструмента, как искусственный спутник Земли. Когда мы научимся контролировать чистоту атмосферы, воды и почвы, облегчится и принятие эффективных международных мер, предупреждающих засорение окружающей среды. Ведь борьба за сохранение природы — общее дело всех народов.

Повышение отдачи космических аппаратов может быть достигнуто и за счет расширения круга решаемых ими задач. Например, метеоспутники помимо их «основной работы» могут успешно применяться для исследования природных ресурсов (такие примеры у нас уже имеются) и даже для связи между абонентами на Земле. Связные же спутники пригодны для навигации судов и самолетов, для

сбора метеосведений с труднодоступных станций и буйков в океане. Словом, космическая техника должна стать такой же доступной и освоенной в повседневной деятельности людей, как авиация, радиотехника, быстродействующие вычислительные устройства.

## КВАЗАРЫ — СВЕРХМАССИВНАЯ ДВОЙНАЯ СИСТЕМА?

В последние годы астрономы все более склонны считать квазары и активные ядра галактик массивными двойными системами. Эта гипотеза была высказана автором заметки в конце 60-х годов. Предполагалось, что активные ядра галактик представляют собой массивные (около  $10^8$  солнечных) вращающиеся тела, обладающие, возможно, магнитным полем. Если такое тело еще и сжимается, оно может распасться на два, при этом момент вращения, пренебрегающий сжатием, перейдет в орбитальный момент. Подтверждало данную гипотезу наблюдаемое в спектрах квазаров РН 938 и ЗС 280.1 расщепление линий, вероятно, связанное с орбитальным движением компонентов.

Позднее были получены новые аргументы в пользу двойственности активных ядер галактик и квазаров. Во-первых, знаменитая двойная система SS 433 (Земля и Вселенная, 1980, № 4, с. 20.— *Ред.*) удивительно похожа по своим свойствам на миниатюрное активное ядро. Во-вторых, наблюдения и модельные расчеты на ЭВМ показали, что в группах и скоплениях передки столкновения и слияния галактик. Не исключено, что в результате этих процессов в ядрах галактик формируются гравитационно связанные кратные системы. В-третьих, в ядре нашей Галактики, на месте нетеплового радиосточника, обнаружены две инфракрасные «звездочки» 19-й



величины. Расстояние между ними всего 2,7''.

Как проверить гипотезу о двойной природе ядер галактик и квазаров? Увидеть с Земли компоненты таких систем конечно же нельзя. Но, как и при исследовании далеких двойных звезд, можно попытаться зарегистрировать периодические изменения блеска ядер галактик и квазаров. Такие наблюдения сложны, поскольку яркость квазаров очень мала, и длительны — ведь ожидаемые периоды обращения компонентов порядка нескольких месяцев, а то и лет. Советские астрономы В. М. Лютый и В. Л. Окнянский, проанализировав с помощью ЭВМ все имеющиеся наблюдения близкой к нам сейфертовской галактики NGC 4151, получили лишь намек на периодические изменения блеска ее ядра. Разумеется, можно обнаружить орбитальный период и по спектру, следя, как изменяется со временем величина расщепления линий. Однако спектральных данных о ядрах галактик и квазарах чрезвычайно мало.

Английский астроном М. Гаскелл обратил внимание на то, что красные

смещения квазаров, определяемые по пикам широких и узких спектральных линий, часто не совпадают. Разница в скоростях движений достигает нескольких тысяч километров в секунду. Оказалось, что пики широких линий могут быть сдвинуты относительно узких линий и в красную, и в синюю часть спектра. Иногда широкие линии в спектрах квазаров состоят из двух компонентов, интенсивность которых меняется со временем.

Как одно из возможных объяснений раздвоенности спектральных линий Гаскелл приводит гипотезу о двойной природе квазаров, причем массы компонентов он оценивает в  $10^8$  солнечных масс. Такая двойная система, по мнению Гаскелла, может формироваться при слиянии галактик. Свое предположение он подкрепляет данными радионаблюдений. У некоторых квазаров обнаружена волнообразная структура радиовыбросов. Похожее явление наблюдается и в двойных звездных системах, где оно объясняется долговременной прецессией оси выброса. Однако доказать или опровергнуть эту гипотезу способны только новые наблюдения.

Кандидат физико-математических наук

Б. В. КОМБЕРГ



Академик  
А. Б. СЕВЕРНЫЙ

## Гелиосейсмология

11 мая исполнилось 70 лет выдающемуся астрофизику, лауреату Государственной премии СССР, Герою Социалистического Труда, академику Андрею Борисовичу Северному. Свыше 30 лет он возглавляет Крымскую астрофизическую обсерваторию АН СССР.

Организованные А. Б. Северным систематические измерения магнитных полей на Солнце выявили характерные особенности магнитных полей, наблюдаемые непосредственно перед солнечными вспышками. Благодаря этому делается прогноз радиационной обстановки при полетах советских космонавтов. А. Б. Северный первым обнаружил сезонные и суточные колебания общего магнитного поля Солнца, слабые магнитные поля звезд, а также круговую поляризацию света у многих звезд. В последние годы А. Б. Северный вместе с сотрудниками Крымской астрофизической обсерватории АН СССР открыл глобальные колебания Солнца с периодом 160 минут и амплитудой 10 км.

Много внимания А. Б. Северный уделяет космическим исследованиям. При его участии был создан солнечный телескоп для орбитальной станции «Салют-4». На этом инструменте проведены успешные наблюдения ультрафиолетового спектра Солнца.

Научные заслуги А. Б. Северного получили международное признание. Он член Международной астрономической академии, Геттингенской академии наук, Королевского астрономического общества Великобритании, почетный доктор университетов Ньюкасла и Вроцлава.

Редколлегия и редакция «Земли и Вселенной» поздравляют Андрея Борисовича с днем рождения, желают ему доброго здоровья и больших творческих успехов.

**Гелиосейсмология изучает колебания Солнца в целом как некоторого гигантского «акустического резонатора». Эта очень молодая отрасль современной астрофизики родилась в 1974 году и с тех пор развивается чрезвычайно быстро.**

### КАК БЫЛИ ОТКРЫТЫ ПУЛЬСАЦИИ СОЛНЦА

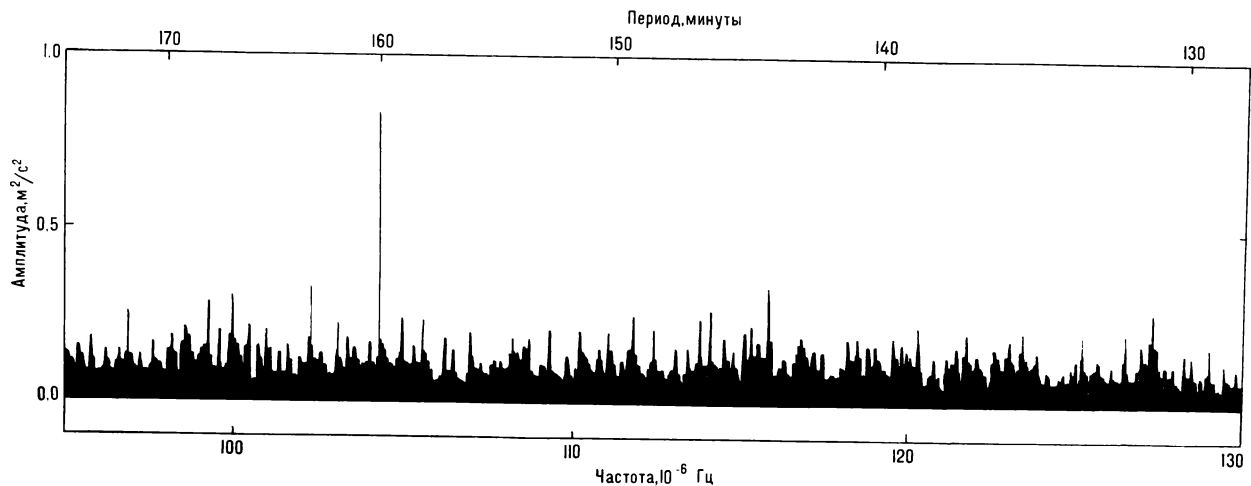
Подобно тому, как в геофизике внутреннее строение Земли исследуется по сейсмическим колебаниям, колебания Солнца в целом позволяют изучать внутреннее строение и эволюцию Солнца: они как бы открывают «окно» в невидимую глубину Солнца. До гелиосейсмологии существовало только одно такое «окно», открытое Р. Девисом (США) с помощью детектора солнечных нейтрино. Известно, что этот эксперимент привел к неожиданному и удивительному результату: генерация нейтрино в центре Солнца оказалась ниже той, которая следовала из теории термоядерных реакций (Земля и Вселенная, 1974, № 4, с. 31.—Ред.).

Краткая история возникновения гелиосейсмологии такова. В 1974 году Г. Хилл с сотрудниками (США) сделали попытку измерить разницу между полярным и экваториальным диаметрами Солнца. Они получили для нее значение  $18,4 \pm 12,5$  миллисекунды дуги, согласующееся с другими, более ранними измерениями (от 10 до 50 миллисекунд дуги), но противоречившее длительному ряду измерений Р. Дике и Г. Гольденберга

(США), давших  $86 \pm 6$  миллисекунд дуги.

Величина сплюснутости имеет очень важное значение для проверки наших представлений о внутреннем строении Солнца и, в частности, о вращении внутри него. Более того, величина сплюснутости может служить критерием проверки общей теории относительности. Если сжатие Солнца велико (как в работе Дике и Гольденберга), то особенности в движении перигелия Меркурия нельзя объяснить с помощью обычной теории гравитации, в том числе и теории, учитывающей релятивистский эффект. Это обстоятельство привело К. Бранса и Р. Дике к выводу о необходимости ввести поправки в теорию Эйнштейна при одновременном допущении, что внутри Солнца есть быстро вращающееся (период 12,2 дня) ядро. Последнее допущение использовалось также для того, чтобы объяснить низкое экспериментальное значение потока солнечных нейтрино.

Г. Хилл установил, в чем причина разногласий его измерений сплюснутости Солнца с результатами, полученными Р. Дике и Г. Гольденбергом. Они просто не учли, что потемнение диска Солнца к краю различно в направлении на полюса и вдоль экватора. Но самое главное, Г. Хилл обнаружил, что экваториальный диаметр Солнца изменяется со временем в небольших пределах (амплитуда  $0,02''$ ), причем был найден целый спектр колебаний с периодами от 40 до 60 минут. Эти значения близки к периодам основных колебаний (типа сжатий и разрежений) газового шара, которые соответствуют



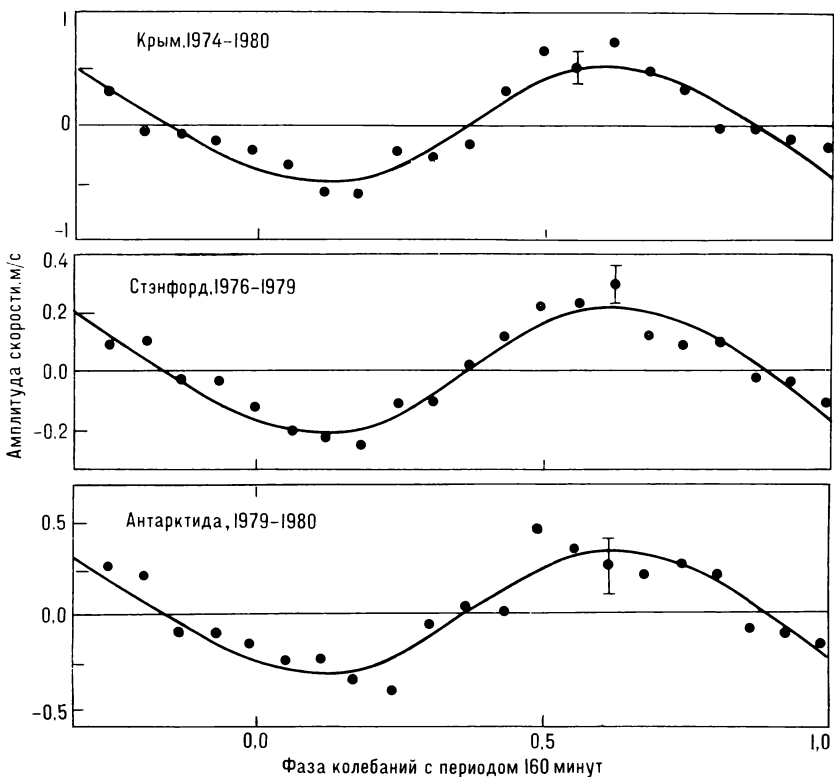
пульсациям стандартной модели Солнца<sup>1</sup> с термоядерными источниками и высоким (больше наблюдаемого) потоком нейтрино. Однако впоследствии реальность колебаний, найденных Г. Хиллом, была подвергнута сомнению в работах Е. Фосса (Франция) и других, так как аналогичный спектр имеют колебания изображения края Солнца, вызванные беспокойством земной атмосферы.

Одновременно с работами Г. Хилла в 1974 году были начаты исследования пульсаций Солнца в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР. Измерялся доплеровский сдвиг солнечной спектральной линии в центральной зоне Солнца относительно ее положения в периферийной зоне (Земля и Вселенная, 1977, № 6, с. 36.— Ред.). Эти измерения выявили пульсацию с периодом 160 минут и амплитудой скорости около 0,5 м/с (В. А. Котов, А. Б. Северный, Т. Т. Цап). Спустя полгода аналогичный результат, но другим методом получили физики Бирмингемского университета (Англия), а затем позднее, в 1977 году, те же колебания обнаружили сотрудники Стэнфордского университета (США). Наконец, в 1980 году пульсации Солнца с пе-

*Спектр колебаний Солнца в интервале периода от 130 до 170 минут. Отчетливо выделяется пик с периодом 160,01 минуты, остальные пики — сравнимы с шумами*

*Средние кривые колебаний лучевой скорости Солнца практически одинаковы в трех различных местах земного шара — Крыму, Стэнфорде и Антарктиде. Вертикальная черточка соответствует ошибке наблюдений*

риодом 160 минут наблюдали участники антарктической франко-американской экспедиции. Эти колебания из года в год регистрируются в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР (с 1974 г.), в Стэнфордском университете (с 1976 г.), они спорадически наблюдались в Антарктиде, на Канарских островах (группа английских физиков), в обсерватории Пик дю Миди (Франция). Колебания Солнца с периодом 160



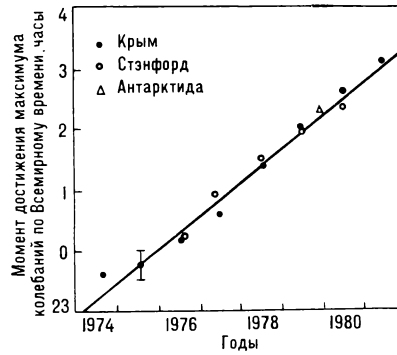
<sup>1</sup> В стандартной модели солнечное вещество, сильно концентрирующееся к центру, состоит из водорода, гелия и тяжелых элементов, причем относительное обилие тяжелых элементов составляет 2—4% по массе. Плотность в центре  $140 \text{ г/см}^3$ , температура  $14 \cdot 10^6 \text{ К}$ .



минут выделяются очень уверенно. Эти колебания регулярны: несмотря на свои (из-за прохождения супергранул по диску Солнца) и временные замирания, всегда на протяжении восьми лет восстанавливается фаза колебания. Если следить за колебаниями от начальной эпохи 1 января 1974 года 00<sup>h</sup>00<sup>m</sup> Всемирного времени, то через каждые 160 минут колебания имеют **одну и ту же фазу** (например, максимум скорости удаления или приближения). Это удивительное постоянство фазы и ее **одинаковое значение** в разных местах земного шара — главное свойство 160-минутных колебаний.

В связи с обнаружением 160-минутных колебаний были высказаны весьма обоснованные, на первый взгляд, сомнения, опирающиеся на очевидное статистическое свойство рядов измерений. Если мы будем измерять ежедневно в течение дня или с перерывами, кратными суткам, некоторую величину (неважно какую, например давление воздуха), а затем будем изучать результаты этих измерений, то кроме периода, равного одним суткам, в этих измерениях будут присутствовать фиктивные колебания с периодом  $1/m$  суток, где  $m$  — целое число. При  $m=9$  получается 160-минутный период колебаний, при  $m=8$  — 180-минутный, при  $m=10$  — 144-минутный. В колебаниях Солнца наблюдаются все эти периоды, но наиболее сильным оказывается колебание с периодом 160 минут, соседние же почти в 2 раза слабее. В то же время, согласно упоминавшемуся статистическому свойству, 160-минутное колебание по своей силе должно занимать промежуточное положение между 180- и 144-минутными колебаниями.

Интересно, что после открытия 160-минутных колебаний Солнца появилось немало работ по систематическим измерениям различных эффектов — геофизических (геомагнитных), метеорологических, гравитационных и даже биологических — и во многих работах получалась 160-минутная периодичность. Следует скептически относиться к этим результатам, поскольку мы видели, что статистический эффект ежесуточной выборки



*Ход момента максимума колебаний с периодом 160 минут от года к году в разных местах Земли, показывающий отличие периода колебаний Солнца от 1/9 суток. Если бы период был строго равен 160,00 минутам, линия была бы параллельна горизонтальной оси. Вертикальная черточка — ошибка наблюдений*

дает гармоника с периодами в доли суток.

Наиболее убедительным фактом, говорящим в пользу 160-минутных колебаний Солнца, явилось то, что колебания наблюдаются длительное время (на протяжении восьми лет в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР и шести — в Стэнфордском университете), благодаря чему удалось отделить статистический эффект от реального. Если бы эффект был статистический или возникал по другой «земной» причине, то мы ежегодно регистрировали бы максимум колебаний примерно в одно и то же время суток, то есть эффект определялся бы вращением Земли. Но это оказалось не так. Период колебаний не совсем точно равен  $1/9$  суток, и момент каждого последующего максимума скорости расширения (или сжатия) Солнца наступает (по Всемирному времени) несколько позже, чем предыдущего, если от него отсчитать ровно 160 минут. За год момент максимума колебаний сдвигается в среднем на +33 минуты Всемирного времени. Отсюда следует, что истинный период солнечных пульсаций немного больше 160 минут и составляет  $160,010 \pm 0,003$  минуты (0,01 минуты появляется из-за

сдвига максимума на 33 минуты в год).

## ТРУДНОСТИ ТЕОРИИ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ СОЛНЦА

После обнаружения 160-минутных колебаний Солнца появилось более 200 работ, в которых упоминалось или рассматривалось это явление и, в частности, обсуждалось, какие ограничения ставят глобальные пульсации перед теорией внутреннего строения Солнца. Здесь уместно остановиться на проблеме внутреннего строения Солнца и задать вопрос, насколько правильны наши современные представления? Исходными предпосылками теории являются представления о невращающемся, немагнитном газовом шаре неизменной массы с «возрастом», равным возрасту Земли ( $4,7 \cdot 10^9$  лет). Этот газовый шар, образовавшийся из химически однородной среды (постоянного молекулярного веса) находится в гравитационном и тепловом равновесии (перенос тепла реализуется излучением или конвекцией). Когда температура внутри такого шара повысится до  $10^6$  К, начнутся термоядерные реакции (протон-протонная цепочка). В ходе этих реакций химический состав медленно меняется из-за превращения водорода в гелий.

Современная модель Солнца базируется на двух предположениях: во-первых, обилие тяжелых элементов внутри Солнца такое же, как на поверхности (около 2%), и, во-вторых, Солнце за время своей эволюции ( $4,7 \cdot 10^9$  лет) должно достичь наблюдаемой светимости и радиуса. Для выполнения последних двух условий подбирают начальное содержание гелия так, чтобы подогнать светимость к наблюдаемой, а длину перемешивания конвективных элементов у поверхности, где имеется зона конвективной неустойчивости, выбирают так, чтобы подогнать радиус к наблюдаемому. Эти процедуры приводят к стандартной модели современного Солнца с температурой в центре  $14 \cdot 10^6$  К и плотностью  $140$  г/см<sup>3</sup> (термоядерными реакциями охвачена центральная область, радиус которой составляет около 10% солнечного радиуса;

здесь уже почти 70% водорода превратилось в гелий). В такой модели поток нейтрино, возникающих при термоядерных реакциях, втрое превышает поток солнечных нейтрино, зарегистрированных во время длительных экспериментов Р. Дэвиса. Проблема солнечных нейтрино остается одной из фундаментальных трудностей современной концепции строения Солнца. Недавно появившаяся надежда на то, что нейтрино имеет массу покоя, отличную от нуля, благодаря чему уменьшился бы поток нейтрино от Солнца примерно в 3 раза, пока остается весьма зыбкой.

Есть еще одна трудность в теории внутреннего строения Солнца, не связанная с проблемой нейтрино. Термоядерная эволюция Солнца приводит к увеличению молекулярного веса, а так как от него сильно зависит светимость звезды, то она увеличивается по крайней мере на 30% за время эволюции Солнца от начального до современного состояния. Однако данные геологии и палеоклиматологии не допускают столь значительного роста солнечного излучения.

Хотя окончательной модели палеоклимата нет, все соображения свидетельствуют, что падение солнечной постоянной<sup>2</sup> даже на несколько процентов привело бы к сплошному оледенению Земли, если бы не возник парниковый эффект от избытка углекислоты в атмосфере. Изучение осадков и окислов, которые образовались в архейскую эпоху (около 3,5 млрд. лет назад), не показывает наличия мощной газовой атмосферы Земли, способной сформировать теплозащиту. Кроме того, имеются надежные свидетельства того, что океан на Земле существовал более 3 млрд. лет назад и в нем обитали примитивные организмы. Поэтому о заледенении океана в течение 4,5 млрд. лет едва ли можно говорить серьезно.

<sup>2</sup> Полное количество энергии излучения от Солнца, проходящее за 1 мин через площадку в 1 см<sup>2</sup>, перпендикулярную к направлению его лучей и находящуюся за пределами земной атмосферы на среднем расстоянии Земли от Солнца. Солнечная постоянная равна 2 кал/см<sup>2</sup>·мин.

Если рассматривать самые старые породы, то присутствие жидкой воды может быть установлено на протяжении 80% всей истории Земли, а возможно, и раньше. Вероятно, средняя температура Земли в ранние эпохи была выше 0°С, ее атмосфера состояла из различных легко возгоняемых соединений, углекислого газа и водорода с даже более низким, чем сейчас, содержанием. Что касается некоторых данных о глобальных изменениях климата за миллионы лет (полученных по изотопному анализу планктона), то они, как недавно обнаружено, хорошо коррелируют с небольшими изменениями орбиты Земли.

Более того, исследование древних отложений в озерах Австралии, проведенное недавно Г. Вильямсом (Австралия), убедительно показало, что солнечные 11- и 22-летние циклы активности (а также 90-летний цикл) существовали еще 600 млн. лет тому назад с той же периодичностью и интенсивностью, как теперь.

Таким образом, проблема внутреннего строения и эволюции Солнца в настоящее время встречается с рядом очень серьезных трудностей. Эти трудности еще больше усугубляются результатами гелиосейсмологии.

У Солнца, как у всякого способного «звучать» тела, приведенного под действием тех или иных причин в колебательное состояние, должен существовать вполне определенный дискретный набор колебаний. Прежде всего нужно различать тип колебания по форме поверхности, которую принимает Солнце при колебаниях. Если оно сохраняет форму шара, то говорят о **пульсациях** — чисто радиальных расширениях и сжатиях (как у резинового шара). Если оно вытягивается и сжимается только вдоль одного определенного направления, то говорят о **дипольном колебании**. Если сжатие и вытягивание происходит поочередно вдоль взаимно перпендикулярных направлений, то говорят о **квадрупольном колебании**. Это — простейшие и наиболее часто встречающиеся колебания (Земля и Вселенная, 1977, № 6, с. 38.— Ред.). Дипольные колебания

Солнца можно не рассматривать хотя бы потому, что из-за вращения Солнца в среднем по времени мы будем видеть столько же раз сжатие, сколько и расширение, то есть в среднем колебания вовсе не будут. Наибольший интерес представляют радиальные и квадрупольные колебания Солнца (или «моды»), как называют их в теории колебаний).

Вторая важная характеристика колебаний — период, или «тон» (частота). Он определяется механической структурой тела — Солнца. Поэтому точное знание периодов колебаний Солнца в целом имеет важное значение для понимания его структуры.

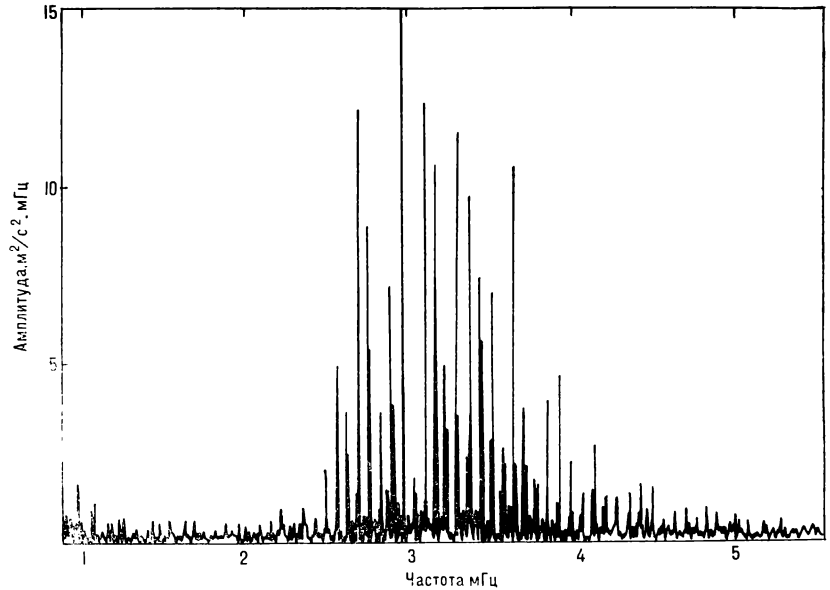
Третья характеристика — амплитуда зависит от способа возбуждения колебаний и «добротности» системы — времени затухания колебаний. Легче всего возбуждаются обычно долгопериодные моды.

Если бы колебания были чисто радиальные, то, согласно расчетам, их период у стандартной модели Солнца не должен был бы превышать 56 минут. Поэтому 160-минутное колебание не относится к чисто радиальной моде. Однако наблюдения показывают, что движение — практически радиальное (если есть нерадиальная компонента, ее амплитуда очень мала). Далее, как следует из теории, 160-минутные колебания могут быть «захвачены» внутри Солнца — они находятся в его более глубоких слоях, не проникая в наружные. Но тогда они должны быть нерадиальными, скорее всего квадрупольными, и иметь внутри Солнца много (более девяти) узлов и пучностей (их число называют порядком колебания). Так обстоит дело в случае стандартной модели Солнца. Однако непонятно, почему возбуждается только одна мода именно высокого порядка (с большим числом узлов). Исключение составляют такие модели Солнца, у которых внутри есть конвективное перемешивание материи. В них могут возникать долгопериодные моды более низкого порядка. Такая модель с непрерывным (стационарным) перемешиванием недавно предложена Е. Шатцманом и А. Медером (Франция).

Представление о спорадических перемешиваниях внутри Солнца было выдвинуто еще до возникновения гелиосейсмологии (Ф. Дилке и Д. Гаф, Англия). Согласно этому представлению, приток горячих элементов — водорода и изотопа гелий-3 — во внутреннее ядро Солнца, где из-за высокой температуры выгорел водород, может возбудить локальное возмущение, вызывающее колебания всей солнечной массы. Это колебание имеет возрастающую со временем амплитуду, что может привести к временному расширению Солнца, переносу вещества и перемешиванию, которое будет идти до тех пор, пока ядро, генерирующее энергию, не охладится. Процесс длится около 10 млн. лет и может сопровождаться ледниковыми периодами на Земле.

Достоинство моделей со стационарным или спорадическим перемешиванием — в возможности появления долгопериодных мод низкого порядка в колебаниях Солнца. Однако попытки моделирования механизмов возбуждения колебаний в таких моделях, равно как и в стандартной модели, привели к пессимистическому выводу: периоды колебаний не могут превосходить 131 минуты для всех физически приемлемых моделей внутреннего строения Солнца (А. Г. Косовичев и А. Б. Северный). Рассматривалось возбуждение квадрупольных колебаний за счет изменения скорости энерговыделения в центре Солнца, возмущения в наружной конвективной зоне, внезапных сжатий Солнца в целом. Заметим, что турбулентность, по-видимому, не является эффективным средством возбуждения долгопериодных колебаний. При возбуждении колебаний турбулентными потоками фаза должна меняться хаотически. Между тем 160-минутные колебания демонстрируют высокую устойчивость фазы.

Можно попытаться объяснить долгопериодные колебания временными приливными воздействиями со стороны других звезд в далеком прошлом нашего Солнца. Но эти колебания должны сравнительно быстро затухнуть (примерно за  $10^6$  лет). Так или иначе, проблема 160-минутных колебаний ждет своего объяснения.



*Спектр мощности 5-минутных колебаний всего диска Солнца, полученный в Антарктиде. Хорошо заметна ограниченность спектрального интервала, в котором наблюдаются эти колебания*

#### ЕСТЬ ЛИ У СОЛНЦА БЫСТРО ВРАЩАЮЩЕЕСЯ ЯДРО?

Представления о притоке ядерного горючего к внутреннему ядру Солнца и возбуждению глобальных колебаний (с периодом не более 131 минуты) получили в последнее время неожиданное наблюдательное подтверждение. Возмущение, возникшее в зоне энерговыделения, должно порождать сферическую волну, которая достигает поверхности Солнца (наблюдаемой с Земли!) и, отразившись, возвращается к центру. Таким образом, автоматически поддерживаются глобальные колебания Солнца. Но на поверхности Солнца мы должны видеть «последствие» процесса отражения — «волновой след» с частотой, как показали А. Г. Косовичев и автор данной статьи, 3 мГц (период 5 минут). Эта частота определяется свойствами зоны отражения.

Два-три года назад такие высокочастотные колебания всего диска Солнца обнаружили физики Бирмингемского университета (Англия). За-

тем их наблюдали участники франко-американской экспедиции в Антарктиде и крымские астрономы во время измерений долгопериодных колебаний Солнца. Спектр высокочастотных колебаний представляет собой систему отдельных пиков, отстоящих друг от друга по частоте на 68 мГц. Эта особенность высокочастотных колебаний звезд была предсказана советским физиком Ю. В. Вандакуровым еще в 1966 году.

Наблюдения 5-минутных колебаний Солнца позволили определить время ( $t$ ), которое требуется звуковой волне, чтобы пройти расстояние от центра Солнца до поверхности и после отражения вернуться к центру:

$$t = \frac{2R_{\odot}}{\bar{c}} = \frac{1}{2\Delta\nu} \approx 123 \text{ мин},$$

где  $R_{\odot} = 696\,000$  км — радиус Солнца,  $\bar{c} = 188$  км/с — среднее значение скорости звука внутри Солнца,  $\Delta\nu = 68$  мГц — расстояние между отдельными пиками в спектре 5-минутных колебаний.

Стандартная модель внутреннего строения Солнца дает величину  $t$ , близкую к наблюдаемой. Однако, руководствуясь только этим параметром, нельзя сделать однозначный выбор модели внутреннего строения. Результаты тщательного анализа наблюдаемого спектра высокочастотных колебаний отдают предпочтение стандартной модели с содержа-

нием гелия 25%. Кроме того, можно показать, что основной вклад (не менее 70%) в величину расщепления  $\Delta\nu=68$  мкГц вносит шаровой слой Солнца на расстоянии от центра более 0,5 солнечного радиуса, то есть эти высокочастотные колебания мало говорят о строении солнечных недр.

Следует подчеркнуть, что глобальные высокочастотные колебания отличаются от хорошо известных, локальных 5-минутных колебаний отдельных участков Солнца. Колебания всего Солнца с периодом около 5 минут наблюдаются в ограниченном частотном диапазоне. Свойства солнечной атмосферы таковы, что она как бы не «пропускает» низкочастотные колебания: начиная с некоторой частоты колебания эффективно отражаются к центру. Это ограничивает диапазон глобальных 5-минутных колебаний Солнца со стороны низких частот. Со стороны высоких частот ограничение диапазона определяется импульсным механизмом возбуждения колебаний, дающим «волновой след» с частотой 3 мГц. Однако спектр высокочастотных колебаний Солнца еще нельзя считать окончательно отождествленным. В самом деле, многие из отождествленных частот совпадают или лежат очень близко к частотам сейсмических колебаний Земли, которые должны выявляться в измерениях. Близ 3 мГц имеется богатый спектр колебаний давления земной атмосферы, порож-

дающих периодические эффекты в атмосферном поглощении. Наконец, обнаружены некоторые расхождения в частотах и времени затухания наблюдаемых 5-минутных колебаний, и совершенно неизвестно, совпадают ли они по фазе в разных местах Земли. Помимо этих экспериментальных проблем возникают и теоретические, связанные со «сверхтонким» расщеплением частот в спектре колебаний вследствие вращения Солнца. Измерив это расщепление, можно определить среднюю угловую скорость вращения Солнца, а также установить, есть ли у него быстро вращающееся ядро.

В 1981 году физики Бирмингемского университета сообщили, что им удалось наблюдать сверхтонкую структуру 5-минутных колебаний. Измеренное расщепление дало средний период вращения 15 дней, который меньше периода вращения видимой с Земли поверхности Солнца — 27 дней, что согласуется с гипотезой К. Бранса и Р. Дике о существовании у Солнца быстро вращающегося ядра. Но оказалось, что наблюдаемая сверхтонкая структура имеет большее, чем необходимо, число компонентов. Чтобы объяснить появление дополнительных компонентов, была предложена гипотеза о том, что быстро вращающееся ядро Солнца обладает сильным магнитным полем, напряженность которого несколько мегагаусс. Однако подробный анализ

влияния магнитного поля на колебания Солнца показал, что эта гипотеза не согласуется с наблюдениями сверхтонкого расщепления частот. Кроме того, магнитное поле большой напряженности должно привести к сильной сплюснутости Солнца, что противоречит измерениям Г. Хилла. Поэтому нужны новые, более тщательные измерения вращательного расщепления частот (если таковое существует) в спектре глобальных 5-минутных колебаний. Вопрос о природе и возбуждении этих колебаний — один из актуальных в гелиосейсмологии.

Обнаружение и изучение колебаний Солнца в целом выдвинули ряд фундаментальных проблем — таких, как проблема строения и эволюции Солнца, проблемы возбуждения и поддержания колебаний Солнца, стабильности во времени их фазы, периода и амплитуды. Важность и интерес к гелиосейсмологии видны хотя бы из того, что практически ежегодно с 1978 года собираются конференции, посвященные этой проблеме, — факт, сам по себе свидетельствующий, что в ней еще много нерешенного и пока исследователи чаще задаются новыми вопросами, чем получают на них ответы. В этом большая притягательная сила всего неизведанного во Вселенной.

## ОБЪЕКТ КУВАНО

Весной 1979 года японский астроном У. Кувано открыл объект PU Лисички (координаты: прямое восхождение  $\alpha=20^h 19,0^m$ ; склонение  $\delta=21^\circ 26'$ , эпоха 1950 г.). Расстояние до объекта оценивается в 5—7 кпк, и находится он высоко над галактической плоскостью. За каких-то полтора года блеск PU Лисички возрос на 5 звездных величин! Этот удивительный объект, получивший название объект Кувано, заинтересовал многих астрономов. С августа 1979 года его наблюдали сотрудники Крымской астрофизической обсерватории АН СССР и Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга. Они провели фотометрические, спект-

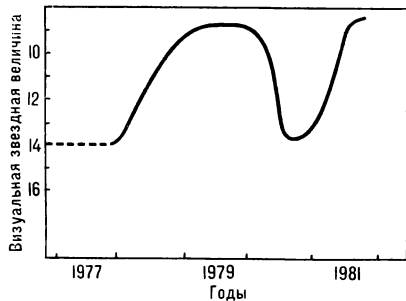


ральные и поляриметрические исследования (Астрономический журнал, 1982, 59, 1, 2). В максимуме блеска объект имеет спектр, типичный для сверхгиганта класса F, температура которого 6300 К, а радиус около 100 солнечных. В этой же фазе зарегистрированы колебания блеска с амплитудой около

0,25 звездных величин и характерным временем 78 суток. В спектре объекта Кувано обнаружена линия излучения водорода  $H_\alpha$ . По-видимому, эта линия образуется в оболочке, расширяющейся со скоростью примерно 50 км/с.

Кривая блеска объекта Кувано имеет очень глубокий минимум. По мнению астрономов Крымской астрофизической обсерватории, он вряд ли вызван затмением компонентов в этой системе. Очень сложно объяснить его появление тем, что вокруг объекта Кувано образуется пылевая оболочка. (Такая оболочка наблюдалась в 1934 году у Новой Геркулеса, спустя 3,5 месяца после вспышки. За 25 суток блеск новой уменьшился на 8 звездных величин, а через 100 суток, когда оболочка рассея-





Кривая блеска объекта Кувано

ласть, — вырос на 6 звездных величин.) В минимуме блеска в спектре объекта Кувано видны полосы поглощения, характерные для холодного гиганта класса М.

Предложено несколько моделей для объяснения природы объекта Кувано, из них наиболее вероятные — симбиотическая звезда и медленная новая. В спектре симбиотических звезд одновременно наблюдаются полосы поглощения титана и другие признаки холодных звезд и линии излучения высокоионизированных элементов, характерные для горячих звезд. Симбиотические звезды изменяют свой блеск нерегулярно: в течение нескольких месяцев они могут усилить блеск на несколько звездных величин, а затем примерно за год возвращаются к первоначальному блеску. Член-корреспондент АН СССР А. А. Боярчук считает, что симбиотическая звезда — это двойная система с холодным и горячим компонентами. Не исключено, что объект Кувано — именно симбиотическая звезда, чьи компоненты — холодная звезда-гигант и горячий белый карлик. Нерегулярные изменения блеска могут быть связаны либо с нестационарным горением водорода в оболочке белого карлика, либо с процессами, которые происходят в диске, окружающем белый карлик. Этот диск формируется из вещества, истекающего с холодного гиганта.

Возможно, объект Кувано принадлежит к другому классу двойных систем — медленным новым. Во время вспышки их блеск возрастает на несколько звездных величин и остается на этом уровне несколько десятков лет. По многим признакам медленные новые очень похожи на симбиотические звезды. Как и симбиотические звезды, медленные новые имеют холодный компонент — звезду-гигант спектрального класса К или М, и горячий компонент — белый карлик.

Пока еще трудно выбрать окончательную модель, объясняющую все особенности объекта Кувано. Необходимы дальнейшие тщательные наблюдения.

Кандидат физико-математических наук

Э. В. ЭРГМА

## ШАРОВЫЕ СКОПЛЕНИЯ В ДРУГИХ ГАЛАКТИКАХ

Шаровые звездные скопления наблюдаются не только в нашей, но и в некоторых соседних галактиках. В шаровых скоплениях Магеллановых Облаков — ближайших соседей нашей Галактики — с помощью крупных телескопов можно даже различить отдельные звезды. Дж. Хессер, В. Харрис и Дж. Атвуд на 4-метровом телескопе Межамериканской обсерватории в Серро-Тололо (Чили) получили фотографии этих скоплений со звездами вплоть до 22,5 величины. Судя по цвету, все эти звезды относятся к красным гигантам. Следовательно, в шаровых скоплениях Магеллановых Облаков массивные яркие звезды главной последовательности успели проэволюционировать. Проведя точные расчеты, астрономы заключили, что возраст изученных шаровых скоплений около  $10^{10}$  лет. Примерно такой же возраст и самих Магеллановых Облаков, поскольку принято считать, что шаровые скопления образовывались одновременно с галактикой.

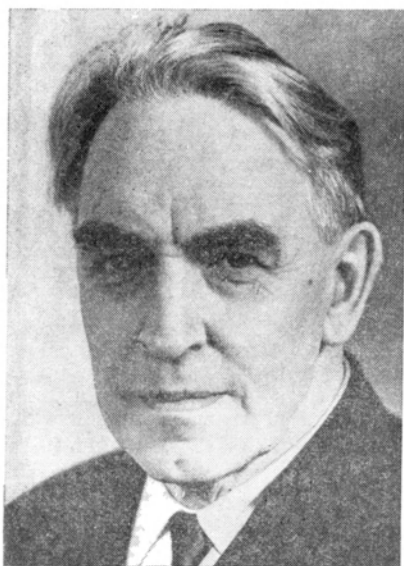
Но не все звезды в Магеллановых Облаках родились так давно. Процесс звездообразования в этих галактиках, как и в нашей, продолжается непрерывно. Удивительно, что скопления молодых звезд в Магеллановых Облаках очень массивные и плотные. Они скорее напоминают шаровые скопления Галактики, чем известные нам рассеянные скопления молодых звезд.

Группа канадских астрономов под руководством С. ван ден Берга занимается исследованием шаровых скоплений в далеких галактиках. Несмотря на то, что уже давно обнаружены шаровые скопления в галактиках группы Девы (расстояние до группы около 20 Мпк), астрономам никак не удавалось найти шаровые скопления в относительно близкой активной галактике NGC 5128, известной еще как мощный радиосточник Центавр А (Земля и Вселенная, 1980, № 2, с. 26. — *Ред.*). Расстояние до этой галактики оценивается в 5 Мпк. И вот в результате длительного поиска канадские астрономы обнаружили в NGC 5128 17 шаровых скоплений и получили их спектры.



Химический состав скоплений оказался обычным для подобных объектов: звезды скоплений в несколько раз беднее металлами, чем Солнце. Измеренные по доплеровскому смещению спектральных линий, радиальные скорости скоплений помогли оценить массу галактики NGC 5128. Ведь если известны скорости движения и размеры галактических орбит звезд или скоплений, нетрудно определить массу внутренней части галактики, притягивающей эти объекты. Масса NGC 5128 равна примерно  $7 \cdot 10^{11}$  солнечных. Еще дальше от центра NGC 5128, там, где уже нет шаровых скоплений, наблюдается несколько карликовых галактик-спутников. Изучив их движение, канадские астрономы установили, что галактика NGC 5128 обладает массивным протяженным гало, состоящим из ненаблюдаемого пока вещества — здесь не обнаружено ни значительного количества газа, ни ярких звезд. Масса галактики вместе с гало около  $(2-8) \cdot 10^{12}$  солнечных. Правда, эта величина несколько уменьшится, если предположить, что галактика расположена ближе к нам, чем до сих пор считалось. К такому же выводу пришли ученые, изучая яркость шаровых скоплений. Если яркость скоплений в NGC 5128 такая же, как в нашей Галактике, то расстояние до этой активной галактики должно быть только 3 Мпк. Тогда масса NGC 5128 будет составлять  $(1-4) \cdot 10^{12}$  солнечных, что уже не так сильно отличается от массы других известных галактик.

The Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society, 1982, 23, 4.



Член-корреспондент АН СССР  
М. С. ЗВЕРЕВ

## Фундаментальная астрометрия сегодня и завтра

**Астрометрия — старейшая отрасль астрономии, изучающая геометрические и кинематические характеристики небесных светил посредством точных измерений, — всегда была и будет актуальной! Знание точных положений, расстояний, формы и размеров светил, их движения необходимо для всех разделов астрономии и для многих прикладных задач геодезии, геофизики, космических исследований. А главная задача фундаментальной астрометрии состоит в обеспечении всех этих работ единой системой небесных координат.**

### АСТРОМЕТРИЯ НА ПУТИ К ПРОГРЕССУ

80-е годы XX столетия должны стать переломным периодом в развитии астрометрии. За последние 15—20 лет, благодаря поразительным успехам радиотехники, электроники и лазерной техники, появлению доплеровских установок и радиоинтерферометров, в астрометрию внедрены совершенно новые методы измерений, точность которых превышает все то, что достигнуто в классической визуальной и фотографической астрометрии. Для фундаментальной астрометрии громадное значение имеет создание радиоинтерферометров, в особенности радиоинтерферометров со сверхдлинной базой, позволяющих определять абсолютные экваториальные координаты компактных радиоисточников с точностью, значи-

тельно превышающей возможности оптической астрометрии.

Новыми методами уже получен ряд важнейших результатов. Можно напомнить, что радиолокация Венеры в начале 60-х годов позволила определить астрономическую единицу (среднее расстояние от Земли до Солнца) в 20 раз точнее, чем в результате обработки большого числа фотографий малой планеты Эрос при ее прохождении вблизи Земли с 1926 по 1945 год. А по радиоинтерферометрическим измерениям в Англии и США уже составлены каталоги координат нескольких десятков радиоисточников (квазаров) северного неба с точностью  $\pm 0,001''$ , что в 20—30 раз выше точности современных звездных каталогов. Для полноценного использования этих достижений в звездной и планетной астрономии необходимо значительно повысить точность угловых оптических измерений. Поэтому «вечная проблема» астрометрии — увеличение точности наблюдений — в настоящее время стала особенно актуальной.

Вместе с тем я хочу подчеркнуть, что эти новые методы никогда не заменят классическую астрометрию. Недостаточная точность классической астрометрии объясняется главным образом влиянием трудно поддающихся учету систематических ошибок — инструментальных и рефракционных. Но даже при их учете средние ошибки определений координат с меридианными инструментами редко бывают меньше  $\pm 0,3''$ , а при фотографических наблюдениях  $\pm 0,15''$ . Снизить случайные ошибки позволит автоматизация наблюдений и их обработка на ЭВМ. Но добиться существ-

16 апреля исполнилось 80 лет крупнейшему советскому астрометристу, члену-корреспонденту АН СССР Митрофану Степановичу Звереву. Таlantливый наблюдатель, человек незаурядной энергии, М. С. Зверев известен также как тонкий исследователь и активный организатор науки. В 1938 году под его руководством был разработан проект создания «Каталога слабых звезд». Война превратила начавшиеся наблюдения, но с конца 40-х годов эта проблема на многие годы сделалась основной проблемой советской астрометрии, а с 50-х годов — одной из важнейших международных программ.

Многогранная, активная научная и организационная деятельность выдвинула М. С. Зверева в первые ряды советских астрометристов, и уже с начала 50-х годов он стал их признанным лидером — председателем астрометрической комиссии Астрономического совета АН СССР. Современная советская астрометрия развивается трудами уже не только самого М. С. Зверева, но и его учеников и даже учеников его учеников.

Труды М. С. Зверева относятся практически ко всем разделам астрометрии. Он провел пионерские исследования рефракционных аномалий; предложил идею оригинального фотографического вертикального круга, руководил его изготовлением и выполнил наблюдения на нем; организовал экспедицию в южное полушарие, которая получила наблюдательный материал, значительно улучшивший фундаментальную систему южного неба; разработал новый, так называемый квазиабсолютный метод определения координат звезд.

Редколлегия и редакция «Земли и Вселенной» поздравляют Митрофана Степановича с днем рождения, желают доброго здоровья и больших творческих успехов.

венного уменьшения систематических ошибок можно будет, по-видимому, лишь, работая с инструментами нового типа, максимально свободными от влияния гравитационных прогибов («гнутия») и термических деформаций, которым подвержены классические инструменты. Новый «оптимальный» инструмент должен быть меридианным, так как посредством именно меридианных наблюдений звезд (в верхней и нижней кульминациях) система координат привязывается к главному направлению — к полюсу мира (около которого находится Полярная звезда) и тем самым к небесному экватору. Такие абсолютные определения координат служат основой для построения системы координат, которая реализуется в виде **фундаментального звездного каталога (ФК).**

#### ДОСТИЖЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ АСТРОМЕТРИИ

Сейчас завершается ряд больших астрометрических мероприятий, в которых участвует не менее 30 обсерваторий разных стран в обоих полушариях Земли. Интересно отметить, что большинство этих работ планировалось в СССР еще в 30-е годы под общим названием «**Создание каталога слабых звезд**» (КСЗ). Эта комплексная проблема была предложена в 1937 году в Пулковской обсерватории на первой в СССР астрометрической конференции. Программа работ включала создание фундаментального каталога слабых звезд ФКСЗ (1000 звезд 7—8-й величины) и распространение системы этого каталога на большое число опорных звезд, то есть составление собственно КСЗ (20 тыс. звезд 7—9-й величины, равномерно расположенных по всему небу). Для ориентации системы координат каталога Б. В. Нумеров предложил фотографировать 10 избранных малых планет. Предполагалось, что система координат КСЗ будет опираться на далекие, практически неподвижные галактики. План фотографических наблюдений около 300 площадок неба с галактиками был разработан в Пулковской обсерватории под руководством А. Н. Дейча.

Эти работы, начатые в СССР еще перед войной, приобрели международный характер в 1952 году после обсуждения проблемы КСЗ на VIII съезде Международного астрономического союза в Риме. В 50-х годах содержание работ настолько расширилось по сравнению с планами 30-х годов, что название «Каталог слабых звезд» стало историческим и используется теперь лишь при упоминании начального периода этих работ. В 50—70-х годах в программных меридианных наблюдениях звезд уже участвовало 26 обсерваторий, из которых пять находятся в южном полушарии; малые планеты фотографировались на 32 обсерваториях, а на девяти обсерваториях (причем четыре из них — южнее экватора) получены снимки «первых эпох» площадок с галактиками. Кроме того, в разных странах начато фотографирование участков неба с далекими радиоисточниками (квазарами), что позволит в будущем привязаться к радиоастрометрической системе координат и распространить оптическую фундаментальную систему на слабые звезды — до 16-й величины и слабее.

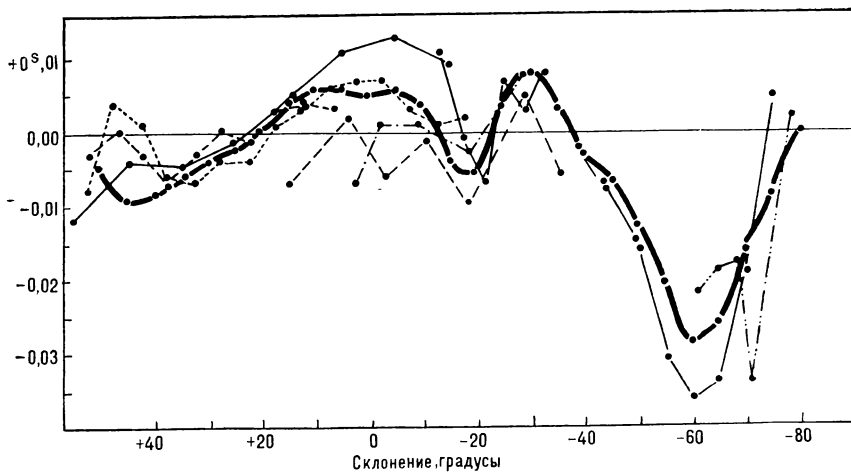
Все звезды списка КСЗ вместе со звездами, предложенными Вашингтонской обсерваторией, вошли в международную программу опорных слабых звезд. В 50—60-е годы меридианные наблюдения звезд северного неба проводились на десяти обсерваториях Европы и Северной Америки. Вслед за этим при инициативном участии советских астрометристов была разработана аналогичная программа для южного неба. В 1962—1973 годах в наблюдениях южных опорных звезд SRS («Southern Reference Stars») активно участвовала экспедиция Пулковской обсерватории в Чили (Земля и Вселенная, 1973, № 2, с. 16.—Ред.). В результате по программе SRS десять обсерваторий (включая экспедиции США в Аргентину и ФРГ — в Западную Австралию) получили свыше 500 тыс. меридианных наблюдений, сводная обработка которых сейчас заканчивается в Вашингтоне и Пулкове. Таким образом, в 1983—1984 годах должна быть завершена громадная международная работа по составлению для

всего неба каталога точных положений опорных слабых звезд 7—9-й величины, получившего обозначение IRS («International Reference Stars» — «Международные опорные звезды»). В этом каталоге будет 41,5 тыс. звезд, то есть по одной звезде на каждый квадратный градус. Это вдвое больше числа звезд первоначального списка КСЗ, что весьма выгодно для астрофотографии и звездной астрономии.

Работа советской экспедиции в Чили вызвала международные отклики. На XIV съезде Международного астрономического союза (Брайтон, 1970 г.) отмечалось, что среди всех каталогов прямых восхождений звезд южного неба строго абсолютным является только один, полученный этой экспедицией (так оценен каталог ярких и слабых фундаментальных звезд, составленный под руководством А. А. Немиро из наблюдений с пулковским большим пассажным инструментом). А наблюдения на меридианном круге рядов фундаментальных звезд привели к открытию в международном фундаментальном каталоге FK4 значительных систематических ошибок прямых восхождений в южном полушарии неба. Они были подтверждены наблюдениями на других инструментах, и это ускорило решение вопроса о необходимости улучшения системы FK4.

По традиции, международные фундаментальные каталоги звезд составляются Астрономическим вычислительным институтом, который сейчас находится в Гейдельберге (ФРГ). Там уже собран обширный материал для улучшения FK4 (более 200 новых каталогов звезд, из которых половина получена в СССР). В новый фундаментальный каталог FK5 должны быть добавлены слабые звезды, в основном из фундаментального каталога слабых звезд. Кстати, на основе наблюдений этих звезд за последние 40 лет в СССР и других странах составлено более 30 каталогов, которые уже объединены в сводный каталог.

Улучшению фундаментального каталога способствовали и наблюдения десяти малых планет по плану Б. В. Нумерова. Этот огромный наблюдательный материал (22 тыс. точных оп-



*Систематические ошибки прямых восхождений фундаментального каталога FK4, зависящие от склонения звезд. На южном небе при склонении  $-70^\circ$  они достигают 0,03 секунды времени. Жирная линия — результаты наблюдений на меридианном круге в Чили, остальные линии — результаты наблюдений на других инструментах*

ределений координат на 32 обсерваториях за 25 лет), обработанный в Институте теоретической астрономии АН СССР под руководством В. И. Орельской, позволил вывести поправки начала координат и положения экватора системы FK4, поправку постоянной прецессии и, кроме того, подтвердить загадочное движение точки весеннего равноденствия вдоль экватора на  $1,3''$  за столетие, обнаруженное еще в начале XX века, но до сих пор не объясненное теорией. В. И. Орельская недавно предложила новый план фотографирования 20 малых планет, рассчитанный на 80—90-е годы. В наблюдениях по этому плану уже участвуют около 30 обсерваторий.

В 70-е годы в Пулковской обсерватории, в Астрономическом институте АН УзССР, в Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга получены предварительные результаты по плану А. Н. Дейча — исследованию движения звезд относительно галактик. Эти работы были выполнены благодаря тому, что фотографирование площадок с галактиками началось еще до войны,

а в 50—60-е годы сделали снимки «вторых эпох». Аналогичное исследование недавно произведено в Ликской обсерватории (США), где фотографирование галактик, независимо от пулковского плана, ведется с 1950 года.

Новый подход к решению задач астрометрии предложили астрономы Главной астрономической обсерватории АН УССР — Е. П. Федоров, Я. С. Яцкив, Д. П. Дума и другие, выполнившие ряд теоретических исследований о принципах и методах построения систем небесных координат и анализа результатов наблюдений. На основе современной теории случайных функций и случайных полей, они разработали строгие методы сравнения звездных каталогов, выравнивания их систематических разностей, объединения результатов наблюдений и оценки их точности. Этими методами с применением ЭВМ под руководством Я. С. Яцкива составлен сводный каталог фундаментальных слабых звезд. Д. П. Дума детально исследовал проблему определения начала системы небесных координат по наблюдениям различных тел Солнечной системы.

Создание высокоточного каталога всех звезд неба, ярче 6-й величины (около 4500), имеет большое значение, в частности, для геодезических работ, планетных и космических исследований. В 30-е годы такой каталог для северного неба («Геодезические звезды») был составлен в Пулкове под руководством Н. В. Циммермана, при этом использовались

результаты меридианных наблюдений пяти обсерваторий СССР. Теперь эта проблема, названная «Bright Stars» («Яркие звезды»), после ее обсуждения на X съезде Международного астрономического союза (Москва, 1958 г.), стала международной. Наблюдения звезд BS были сделаны на многих обсерваториях мира. Объединение этих наблюдений в сводный каталог ведется в астрономической обсерватории Киевского университета под руководством Н. А. Чернеги.

Каталоги BS и IRS, содержащие около 50 тыс. звезд всего неба до 9-й величины, обеспечивают нужды геодезических работ и большинство исследований движения тел Солнечной системы. Но для звездной астрономии, для изучения строения Галактики требуются еще астрометрические данные о более слабых и далеких объектах, что может быть получено пока только средствами астропhotoграфии. С этой целью в Главной астрономической обсерватории АН УССР И. Г. Колчинский и А. Б. Онегина разработали в 1977 году план фотографического обзора неба с широкоугольными астрографами Цейсса, имеющимися в обсерваториях СССР. С этими светосильными инструментами (диаметр объектива 40 см, фокусное расстояние 2 или 3 м) на пластинках высокой чувствительности за 30 минут получаются хорошие изображения звезд и галактик до 16-й величины. Их точные положения можно измерить относительно 25 или больше опорных звезд IRS, которые должны быть на каждой пластинке. Наблюдения по этому плану начаты в Абастуманской, Звенигородской (под Москвой), Китабской и других обсерваториях.

Распространение фотографического обзора неба на южное полушарие предпринято Пулковской обсерваторией под руководством Д. Д. Положенцева и Х. И. Поттера. Для этого недавно выехала в Боливию группа пулковских астрономов с экспедиционным широкоугольным астрографом, на котором в течение ближайших нескольких лет должны быть получены фотографии южного неба. Предстоит громадная работа по измерению фотографий, чтобы соста-





*Остров Шпицберген.  
После обильного снегопада  
астрономические павильоны  
экспедиции Николаевской  
обсерватории оказались  
засыпанными по самые крыши*

Фото Ю. Колодина

вить для всего неба каталог около 400 тыс. звезд до 11-й величины. Положения более слабых звезд будут определяться лишь в отдельных площадках, например, вокруг квазаров или галактик плана А. Н. Дейча. Для этих измерительных работ уже готовятся специальные автоматические приборы.

Интересное астрометрическое мероприятие недавно было предложено и выполнено под руководством Г. М. Петрова (Николаевская обсерватория). Он организовал экспедицию на остров Шпицберген (широта  $+78^\circ$ ), чтобы определить абсолютным методом прямые восхождения около 500 звезд во время полярной ночи, когда наблюдения могут непрерывно продолжаться в течение нескольких суток (Земля и Вселенная, 1978, № 3,

с. 73.—Ред.). За три полярные ночи (1974—1977 гг.) с фотоэлектрическим пассажным инструментом проведено свыше 15 тыс. наблюдений. Благодаря большой высоте полюса мира над горизонтом многие звезды наблюдались там в двух кульминациях, что обеспечило надежную привязку системы координат к полюсу мира.

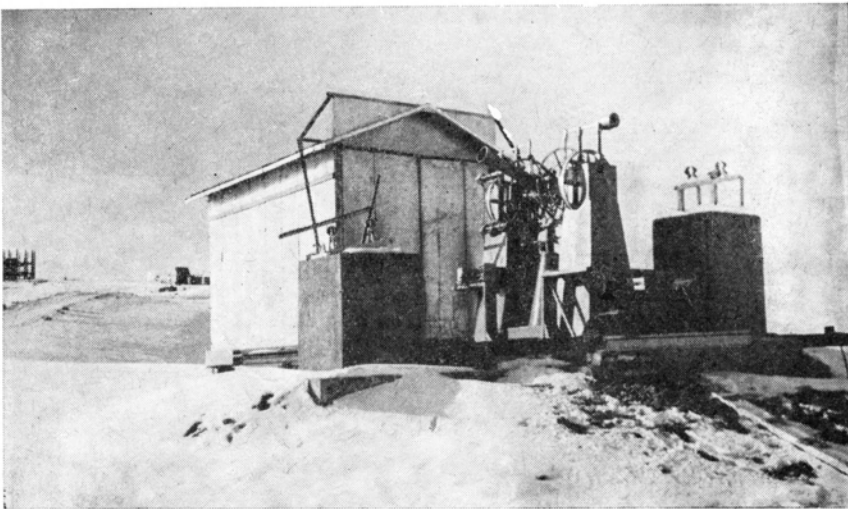
В результате Г. М. Петровым создан уникальный каталог звезд, свободный от сезонных и суточных систематических ошибок, неизбежных для других каталогов.

Важным достижением астрометрии я еще считаю эксперименты пулковских астрономов П. М. Афанасьевой и В. А. Фомина по использованию гигантского радиотелескопа РАТАН-600 для определения координат близких к Солнцу планет — Меркурия и Венеры. При уже достигнутой точности одного наблюдения, близкой к оптической, преимущество наблюдений на РАТАНе-600 в их независимости от погоды. Малое рассеяние радиоволн в земной атмосфере позволяет наблюдать планеты близко от Солнца (до  $2^\circ$ ), что невозможно при оптических наблюдениях.

Упомяну еще об одном интересном мероприятии астрометристов. В Средней Азии на горе Майданак (высота 2600 м) установлен меридианный круг Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга. Немалая заслуга в успешном выполнении этой работы принадлежит А. П. Гуляеву и В. Г. Шамаеву. На горе Майданак в условиях высокой прозрачности и хорошего

*Меридианный круг  
Государственного астрономического  
института имени П. К. Штернберга,  
установленный в Средней Азии  
на горе Майданак*

Фото В. Шамаева



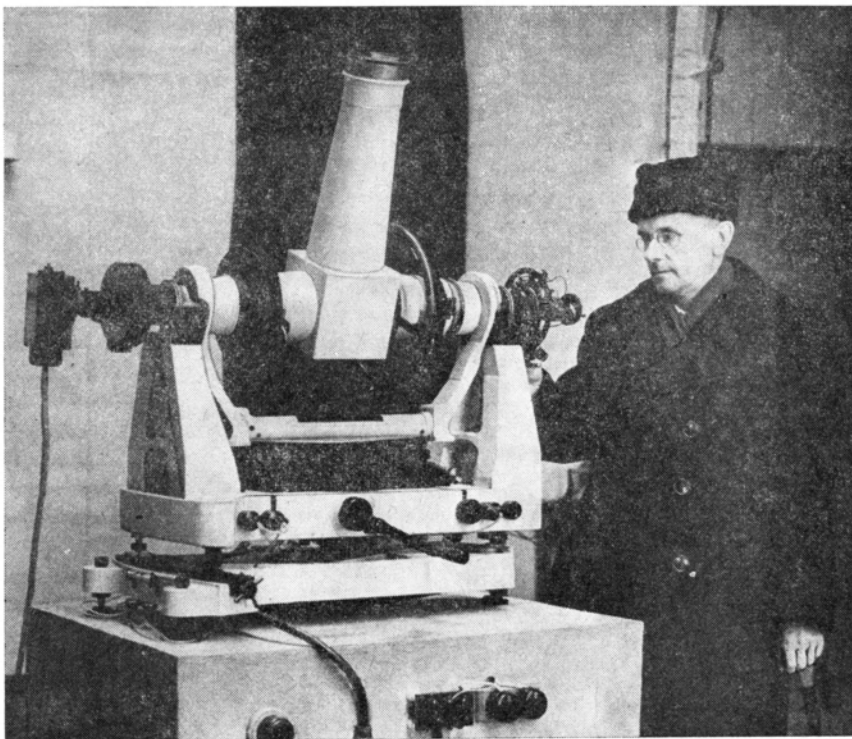
качества изображений ночью без затруднений наблюдаются звезды до 10-й величины, а днем положения Солнца и планет можно привязывать к большому числу звезд, что важно для фундаментальной астрометрии.

Все сказанное свидетельствует о том, что в фундаментальной астрометрии имеется много актуальных проблем, относящихся к улучшению положений и собственных движений небесных светил, а также к уточнению системы координат. Для успешного их решения необходимо повторять наблюдения каждые 20—30 лет, подобно тому, как в течение почти 150 лет повторяются ряды определенных координат звезд на главных инструментах Пулковской обсерватории по плану ее основателя В. Я. Струве.

#### ПЕРСПЕКТИВЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ АСТРОМЕТРИИ

Очень скоро, буквально через несколько лет, надо будет приступить к новым сериям наблюдений для большинства рассмотренных выше программ. Если в фотографической астрометрии методические и инструментальные вопросы повторных наблюдений достаточно ясны (новые наблюдения желательно делать на том же оборудовании и в тех же условиях, что и прежние), то в меридианной астрометрии дело сейчас обстоит сложнее.

Почти все меридианные наблюдения звезд до сих пор ведутся с обычными инструментами почти без применения автоматизации. Но ведь еще в 30-е годы в Пулковской обсерватории Н. Н. Павлов разработал и успешно использовал в службе времени фотоэлектрический метод регистрации прохождений звезд. После войны метод Н. Н. Павлова стал основным рабочим методом у всех служб времени СССР и некоторых зарубежных. Однако наблюдения с большими меридианными инструментами у нас и за рубежом (за немногими исключениями) до сих пор продолжают визуальным способом. Если в некоторых задачах (например, при наблюдениях тесных двойных звезд, дневных наблюдениях Солнца



*Профессор Н. Н. Павлов  
около фотоэлектрического  
пассажного инструмента службы  
времени Пулковской обсерватории*  
Фото А. Михайлова

*Пулковский фотографический  
вертикальный круг  
с фотоэлектрическим устройством  
для отсчета круга.  
У инструмента Б. К. Багильдинский*  
Фото А. Сухоноса



и планет) визуальный способ пока еще трудно заменить, то для наблюдений звезд фотоэлектрический метод давно разработан и в некоторых зарубежных обсерваториях (Бордо, Токио и др.) уже имеются автоматизированные меридианные инструменты.

В СССР уделяется большое внимание модернизации меридианных инструментов. В Пулкове под руководством А. А. Немиро и Ю. С. Стрелецкого уже создан полуавтоматический меридианный круг на базе старого инструмента Тепфера. Б. К. Багильдинский и О. Е. Шорников оснастили фотографический вертикальный круг аппаратурой для фотоэлектрического отсчета круга. В Николаеве В. В. Конин автоматизировал окулярную часть меридианного круга, а в Главной астрономической обсерватории АН УССР А. С. Харин предпринял изготовление вертикального круга нового типа. Можно добавить, что в Николаеве А. В. Сергеев и О. Е. Шорников создали компактный прибор для автоматического измерения астроперефографии. Очень желательно, чтобы эти работы в ближайшее время были завершены и новые серии наблюдений по всем актуальным программам, включая абсолютные определения координат, могли быть организованы на новом техническом уровне с модернизированными инструментами.

Параллельно на ряде обсерваторий должны продолжаться наблюдения Солнца, больших и малых планет, а также Луны методами меридианной и фотографической астрометрии. Ближайшая перспектива фотографических наблюдений для фундаментальной астрометрии — это завершение «первых эпох» обзора неба в северном и южном полушариях, фотографирование 20 малых планет и получение новых эпох снимков площадок с галактиками и квазарами. Если к 90-м годам радиоинтерферометрическими измерениями квазаров будут охвачены оба полушария неба, то окажется возможным построение первого варианта радиоастрономической инерциальной системы координат в виде сводного каталога точных положений 100—150 квазаров. Тогда

конкретной задачей астроперефографов станет привязка слабых звезд к этой системе координат, а следовательно, изучение абсолютных движений отдельных объектов и Галактики в целом. Если к тому времени будет введен в строй «оптимальный» меридианный круг, о котором уже упоминалось, то появится возможность создания принципиально нового фундаментального каталога звезд. Его система будет основана на новых рядах абсолютных определений координат звезд и привязана к положениям далеких радиосточников. Таковы, по моему мнению, ближайшие перспективы фундаментальной астрометрии.

Строить перспективу на конец XX столетия и дальше сейчас вряд ли целесообразно, так как это зависит от результатов первых астрометрических экспериментов в космосе, которые планируются в конце 80-х

годов. Как известно, авторитетные астрометристы — авторы европейского космического проекта «HIPPARCOS» — прогнозируют, что этот астрометрический спутник за 2—2,5 года полета в космосе измерит положения, собственные движения и параллаксы не менее 100 тыс. звезд всего неба до 11-й величины с точностью  $\pm 0,002''$ . Наземной астрометрии для этого потребовалось бы 50 лет точных наблюдений... Вместе с тем авторы проекта подчеркивают, что, несмотря на интереснейшие перспективы космической астрометрии, наземная оптическая астрометрия должна продолжать развиваться и совершенствоваться. Я согласен с этим мнением, поскольку еще не ясны технические и экономические возможности космической астрометрии будущего.

## ДВОЙНАЯ МЕЖГАЛАКТИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ II

После открытия первого «двойного» квазара, особенности которого неплохо объясняются эффектом гравитационной фокусировки световых лучей — гравитационной линзой, начались систематические поиски других таких же объектов (Земля и Вселенная, 1982, № 5, с. 65.— *Ред.*). Недавно о результатах своих поисков сообщили астрономы Южной европейской обсерватории Дж.-С. Чен и П. Шавер. По спектрам, полученным с низким разрешением, им удалось выявить около 500 новых кандидатов в квазары. Но лишь один мог претендовать на звание «двойного»: его компоненты — точечные объекты голубого цвета — отстоят друг от друга на  $7''$  и имеют блеск 17,5 звездной величины. Их сходные спектры как будто содержат линии излучения, характерные для квазаров. Обнаруженная пара внесена в каталог под номером 0128—531 А, В.

Однако более качественные спектры обоих компонентов, полученные на 3,6-метровом телескопе Южной европейской обсерватории, опровергли это предварительное заключение. При хорошем разрешении линии излучения в спектре источника оказались иными, нежели у квазаров. Например, в спектрах квазаров линии излучения водорода очень широкие, а в спектре источника 0128—531 А, В они столь же узки, как в

спектрах областей ионизированного межзвездного газа в нашей Галактике (области H II). Видимо, источник 0128—531 А, В, — это также же области H II, но только расположенные в межгалактическом пространстве. Правда, размер и яркость этих областей значительно больше, чем в нашей или соседних галактиках. Источник кажется слабым лишь потому, что расстояние до него около миллиарда световых лет (красное смещение 0,0885). Расстояние между компонентами источника около 8 кпк, а их взаимная скорость не превышает 100 км/с, так что эти сгустки газа вполне могут находиться внутри одной галактики.

Астрономы давно мечтают увидеть галактику в период рождения в ней самого первого поколения звезд. В эту эпоху звездообразование должно происходить особенно бурно, в результате чего гигантские очаги звездообразования в молодых галактиках будут заметны даже с расстояния в миллиард световых лет. Если перед нами действительно молодая галактика, тогда исследователи смогут установить химический состав газа, из которого формировались галактики. А знание первичного состава межгалактического газа поможет, в свою очередь, восстановить физические условия во Вселенной в первые минуты после начала расширения.

ESO Messenger, 1982, 30.



## Всемирная программа исследований климата

**В последнее время проблема климата вышла на передний край науки. Поэтому особое значение приобретает Всемирная программа исследований климата, которая выполняется совместными усилиями ученых различных стран.**

Климат в жизни людей играет большую роль. С одной стороны почти все отрасли экономики развиваются с учетом его особенностей, а с другой — многие формы человеческой деятельности оказывают на него влияние. Геологические, археологические, исторические данные свидетельствуют о коренных изменениях климата, происходивших на нашей планете в прошлом. Изменяется климат и в настоящем. Учащающиеся засухи и наводнения, необычно суровые или теплые зимы в различных районах земного шара, рост в атмосфере концентрации углекислого газа и других примесей антропогенного происхождения, который может привести к потеплению, — все это стало привлекать всеобщее внимание к проблеме климата. В последние десять — пятнадцать лет климатология из чисто региональной статистики описания погод превращается в комплексную науку, и в ее развитие вносят вклад не только метеорологи, географы, океанологи, но и физики, математики, биологи, специалисты по космическим исследованиям.

### ВЕЛИКИЙ «ПРЕДШЕСТВЕННИК»

В 1960-е годы ученые начали подготовку **Программы исследований**

**глобальных атмосферных процессов (ПИГАП).** В первую очередь, программа была направлена на усовершенствование прогнозов погоды, но преследовалась и другая цель — более глубоко понять, как протекают климатообразующие процессы. В рамках ПИГАП в 70-х годах удалось провести множество национальных и международных региональных экспериментов (Земля и Вселенная, 1975, № 3, с. 39.—Ред.). Во время **Атлантического тропического эксперимента** летом 1974 года изучались процессы в тропической атмосфере над океаном, взаимодействие атмосферы и океана, в том числе исследование глубокой конвекции, приводящей к образованию облачности. Эксперимент, в котором приняло участие 70 стран и который осуществлялся с помощью свыше 50 судов из многих стран (более десятка из них были советские), значительно прояснил многие детали процессов в тропической атмосфере. Кроме судовых измерений важную роль сыграли спутниковые данные и данные самолетов-лабораторий.

Полярные эксперименты **ПОЛЭКС — Север** и **ПОЛЭКС — Юг** проводились во второй половине 70-х годов в основном на национальной основе, главным образом, силами СССР и США. Их целью было изучение процессов тепло- и массообмена в высоких широтах. Тогда же выполнялся крупномасштабный **Муссонный эксперимент** учеными многих стран, прежде всего СССР, Индии, США, Англии, Франции. Он был направлен на исследование процессов зарождения и развития муссона, приносящего дожди (и жизни!) на

всю территорию южной и юго-восточной Азии.

Опыт по организации и проведению перечисленных экспериментов оказался неоценимым при осуществлении **Глобального метеорологического эксперимента ПИГАП.** В нем участвовало почти 150 стран. В течение 1979 года впервые удалось получить данные о состоянии атмосферы и поверхности океана со всего земного шара. Материал этот показал, что возможность удлинения сроков прогноза погоды вполне реальна. Особенно сильно улучшились прогнозы в южном полушарии, где раньше почти полностью отсутствовала информация о состоянии Южного океана. Кроме того, ПИГАП послужил предпосылкой для выполнения **Всемирной программы исследования климата (ВПИК).**

### СОЗДАНИЕ ПРОГРАММЫ И ЕЕ ЦЕЛИ

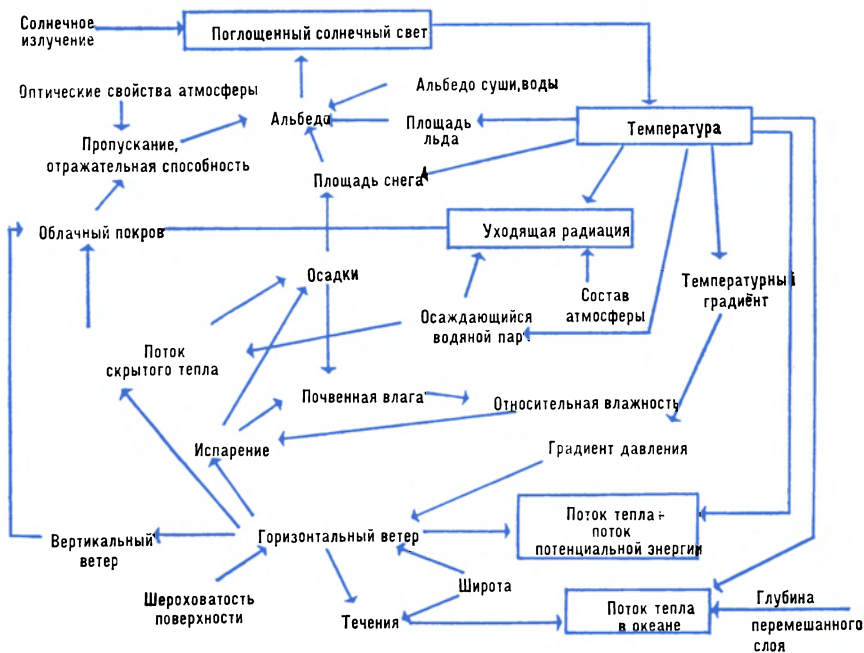
Научные основы ВПИК выработали на международной конференции в Швеции летом 1974 года. В 1979 году в Женеве состоялась Всемирная конференция по климату, поручившая Всемирной метеорологической организации (ВМО) и Международному совету научных союзов (МСНС) разработать и осуществить долговременную **Всемирную климатическую программу (ВКП)**, которая была формально принята в июне 1979 года на VIII Всемирном метеорологическом конгрессе. Введена в действие она 1 января 1980 года.

К началу 1981 года был разработан Предварительный план ВПИК, которая стала основной частью Всемирной

климатической программы (другие ее составляющие касаются сбора, хранения и использования климатической информации, вопросам влияния климатических изменений на общество). Цель ВПИК — во-первых, попытаться определить, почему, как и где климат может меняться, и, во-вторых, разработать методы прогноза таких изменений. Но сначала надо определить границы предсказуемости климата и степень антропогенного влияния на него, а для этого нужно было глубже изучить глобальный и региональный климат, их изменения и причины этих изменений, разработать физико-математические модели климата и с их помощью оценить его чувствительность к возможным естественным и искусственным воздействиям. Все это требовало исчерпывающих данных о температуре, облачности, влажности, осадках, характеристиках ветра, давления, которые после тщательного и многостороннего статистического анализа помогли бы выявить связи между различными процессами, климатические нормы и отклонения от них.

Для построения и отработки моделей климата необходимо научиться правильно описывать различные процессы, формирующие климат. Климат можно определить как статистику погод, осредненных на какой-то промежуток времени, гораздо больший по сравнению с характерным временным масштабом погодных явлений, длящихся порядка недели. Для целей ВПИК выбраны в качестве основных периоды от нескольких недель до нескольких десятилетий, хотя не исключается и изучение процессов больших и меньших масштабов. Характерными же пространственными масштабами выбраны области от 1000 км в поперечнике до глобальных.

В проблеме изучения климата существует важное понятие — климатическая система. Она включает атмосферу, океан, криосферу, содержащую лед и снег, поверхность суши. Наиболее изменчивая часть климатической системы — атмосфера, «носительница» погоды, где формируются циклоны и антициклоны,



*Схема климатической системы атмосфера — океан — криосфера — поверхность суши. Синие стрелки — внешние процессы, белые — внутренние, приводящие к изменениям климата*

облака, осадки. Океаны, взаимодействуя с атмосферой, обмениваются с ней или с морским льдом теплом, влагой, энергией, причем характерные времена этого взаимодействия — от нескольких месяцев до нескольких лет. Компоненты атмосферы — лед и снег, включающие континентальные ледовые щиты Антарктики и Гренландии, горные ледники, морской лед и снежный покров, варьируют с сезоном или существенно медленней. В глубоких океанских слоях процессы протекают сотни лет и более. И, наконец, составляющие поверхности суши — ее рельеф, растительность, почва, озера, реки, подземные воды — изменяются во всех временных масштабах.

Климатическая система сейчас уже с той или иной степенью приближения может описываться физико-математическими моделями, состоя-

щими из большого числа уравнений. Говоря языком радиотехники, это нелинейная система с множеством обратных связей, со своими «шумами», и в этой системе так же, как и в технических устройствах, существует проблема выделения «полезного сигнала» на фоне «шума», то есть выделения реальных климатических изменений на фоне более или менее естественных климатических флуктуаций. Чтобы строить надежные физико-математические модели климата, надо уметь описывать процессы в отдельных частях климатической системы, а также взаимодействие между этими частями. А ведь многие процессы известны в лучшем случае лишь качественно. На их количественное изучение и направлена ВПИК.

## РОЛЬ ОБЛАЧНОСТИ

Во Всемирной программе исследования климата выделены два важных направления, которые требуют наибольших усилий и затрат. Во-первых, проблема радиации и облачности; во-вторых, океан как контролирующий фактор глобаль-



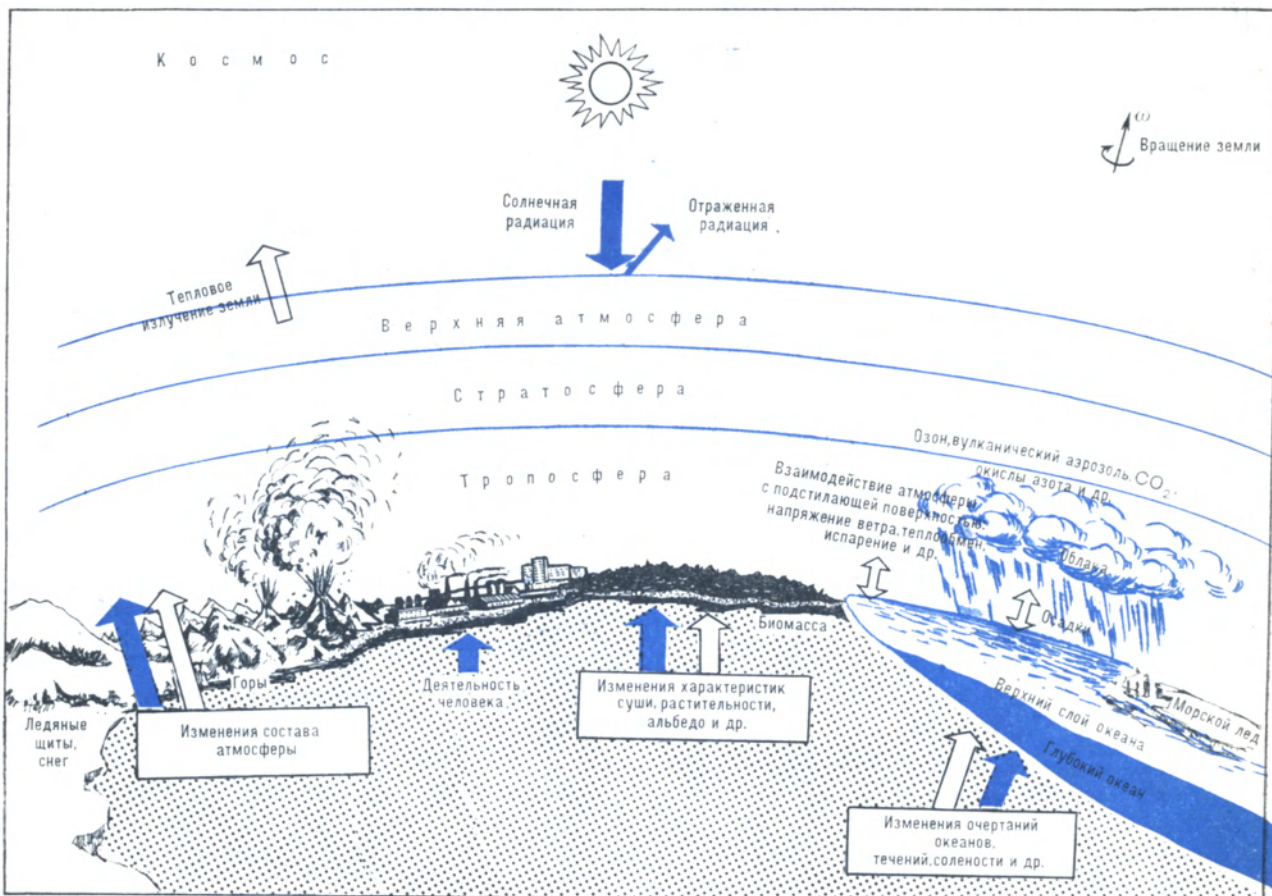


Схема действия «обратных связей» в климатической системе

ных циклов тепла, влаги и химических элементов (особенно углерода).

Облака отражают часть солнечной радиации и «перехватывают» тепловое излучение, то есть с одной стороны они уменьшают приход энергии к климатической системе, с другой — подобно одеялу, утепляют поверхность Земли (Земля и Вселенная, 1980, № 4, с. 28.—Ред.). Что именно играет преобладающую роль, можно решить только на основе одновременных спутниковых наблюдений за количеством и формой облаков, их высотой и оптическими свойствами и за компонентами радиационного баланса. Предварительные данные показывают, что обе функции облаков как будто бы

взаимно компенсируются. Однако многие ученые справедливо указывают: во-первых, пока с точностью лишь до 30% известна протяженность облачного покрова, или балл облачности, то есть доля земной поверхности, покрытой облаками; во-вторых, техника измерений компонент радиационного баланса должна быть значительно усовершенствована.

Для решения задачи с 1983 года начнет действовать **Международный спутниковый проект климатологии облачности**. Будут работать несколько геостационарных спутников и ряд спутников с орбитами, близкими к полярным. Они дадут сведения о пространственном распределении облаков, их форме, оптических свойствах, запасах влаги. Одновременно в США начнет осуществляться проект, в рамках которого надеются определить компоненты радиацион-

ного баланса. Если эти проекты удастся претворить в жизнь, то к концу 80-х годов, возможно, будет решен вопрос о роли облаков в климатической системе.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ОКЕАНОВ

Океаны — основной источник влаги в атмосфере, а также тепла в холодное время года (Земля и Вселенная, № 6, 1979, с. 10.—Ред.). Однако процессы в самом океане и его взаимодействие с атмосферой не только количественно, но зачастую и качественно изучены слабо. Моделирование океана все еще находится в примитивном состоянии по сравнению с моделированием атмосферы.

Пока нет полной ясности, сколько тепла в океане переносится из тропиков в высокие широты. По оценкам, эта доля примерно вдвое мень-

ше потока тепла в атмосфере. Но это всего лишь косвенный результат, требующий проверки непосредственными измерениями. Чтобы делать прямые оценки, надо знать структуру глубокой океанической циркуляции, а она в глобальном масштабе сейчас практически не известна. Существует концепция энергоактивных зон океана, выдвигнутая академиком Г. И. Марчуком в середине 70-х годов. В таких зонах океан наиболее активно взаимодействует с атмосферой, и они являются ключевыми для формирования короткопериодных флуктуаций климата. На разработку этих положений направлена советская программа «Разрезы». Примерно такие же идеи в отношении тропической зоны океана высказывают в последние годы и американские ученые. Сейчас разрабатываются международные океанографические программы для решения указанных вопросов. Осуществление программ планируется на конец 80-х — начало 90-х годов и должно продолжаться, как минимум, несколько лет.

Много усилий потребует и создание **моделей циркуляции и перемешивания вод в океане**. Однако реальный прогресс здесь возможен лишь в том случае, если будут использованы значительно более мощные ЭВМ, нежели применяющиеся теперь, и в целом завершатся уже названные океанографические программы.

Немалую роль в климатической системе играет **морской лед**, покрывающий до 10% площади Мирового океана. Характеристики морского льда сильно изменяются с сезоном, а также от года к году, являясь важным индикатором климатических изменений. Повышая альбедо земной поверхности (коэффициент отражения от нее солнечной радиации), морские льды влияют на обмен теплом и влагой с атмосферой, то есть оказывают заметное воздействие на процессы в климатической системе. Нужно развивать количественную теорию этих процессов, чтобы определить, сколь чувствительны к ним климатические модели, а для этого необходимо провести специализиро-

ванные спутниковые и полевые программы наблюдений, построить модели процессов и выполнить численные расчеты.

Атмосфера активно взаимодействует с поверхностью суши, обмениваясь с нею теплом и влагой. Обмен теплом определяется условиями баланса энергии на поверхности. Количество солнечной радиации, отраженной от поверхности, зависит от альбедо, определяемого характером растительности, состоянием почвы и т. д. От этих же параметров зависит и тепловое излучение поверхности, поток тепла в почву, запас влаги в ней, испарение с поверхности суши, надземный и подземный стоки. Все указанные процессы характеризуются огромной пространственной и временной изменчивостью, количественно они известны плохо. Специальная конференция в рамках ВПИК в 1981 году наметила пути исследования этих процессов для включения их в модели климата.

## ГАЗЫ И АЭРОЗОЛЬ

Наибольшее значение в этой части ВПИК придается **водяному пару**. Именно он, почти не влияя на солнечную радиацию, задерживает подавляющую часть теплового излучения поверхности Земли и атмосферы (Земля и Вселенная, 1979, № 2, с. 36.—Ред.). Если бы Земля была лишена воды, то ее средняя температура была бы примерно на 15° С ниже. Но поскольку вода есть, в климатической системе водяной пар служит основным механизмом обратной связи: чем выше температура у поверхности, тем значительнее испарение с нее, тем больше водяного пара в атмосфере, тем устойчивее «парниковый эффект». Дальнейший разогрев предупреждается образованием повышенного количества облаков и уменьшением доли солнечной радиации, приходящей к Земле.

Следующий по важности оптически активный газ — **диоксид углерода**, обладающая заметными «парниковыми» свойствами (Земля и Вселенная, 1981, № 6, с. 19.—Ред.). Водяной пар существенно усилива-

ется ее действием. За последние 100 лет концентрация CO<sub>2</sub> в атмосфере выросла почти на 20%, что связано в основном с ускоряющимся темпом сжигания ископаемого топлива. Если сохранится эта тенденция, то к середине будущего века концентрация CO<sub>2</sub> может удвоиться, и тогда средняя глобальная температура воздуха у поверхности повысится на 2—3° С, причем большие изменения произойдут в высоких широтах. Как изменится при этом гидрологический цикл, каковы будут региональные изменения климата — все это предстоит выяснить на детальных моделях климата. Дополнительные сведения должны дать и палеоклиматические реконструкции для периодов, более теплых, чем сейчас.

В рамках ВПИК разрабатывается особая программа, направленная на то, чтобы получать из данных наблюдений возможно более раннее статистически надежное определение предсказываемых климатических изменений. Предложено много индикаторов таких изменений. Один из них — похолодание нижней стратосферы, сопровождающее потепление приземного воздуха. Объяснение этого эффекта следующее. Нижняя стратосфера практически не поглощает солнечной радиации и нагревается тепловым излучением тропосферы. Атмосфера с повышенным содержанием CO<sub>2</sub> менее проницаема для теплового излучения, и часть излучения, покидающая тропосферу, формируется в более высоких и более холодных слоях. В результате интенсивность теплового излучения становится меньше. Поэтому нижняя стратосфера нагревается слабее, если в атмосфере в целом больше CO<sub>2</sub>.

Также оптически активны, но в меньшей степени, чем CO<sub>2</sub> — **метан, озон, окислы азота, хлорфтороуглероды** и другие газы. Многие из них имеют антропогенный источник. Кроме того, все эти примеси, включая влагу, вступают в разнообразные химические реакции, растворяются в океане, поглощаются почвой. Такие природные циклы нуждаются в дальнейшем изучении.

В атмосфере содержится громад-

ное число твердых и жидких частиц — **аэрозолей**. Частицы эти играют роль центров конденсации влаги, образуя облачные капли. В то же время они отражают солнечную радиацию и, как правило, незначительно поглощают тепловую радиацию. Таким образом, аэрозоль становится важным фактором климата. Различные модельные оценки показывают, что если из атмосферы удалить весь аэрозоль, она станет примерно на 2° С теплее.

Причин возникновения аэрозоля много. Его порождают и морская пена, и частицы пыли, поднятые ветром с поверхности, и сернистые газы, поступающие в атмосферу при вулканических извержениях. Существует также аэрозоль биосферного и антропогенного происхождения. Обнаружена определенная связь между индексом замутненности атмосферы, вызываемой аэрозолями, и флуктуациями современного климата. Есть определенные указания и на связь вулканической активности с изменениями палеоклимата. Все это говорит о важности изучения аэрозоля, о необходимости создания его моделей и оценок чувствительности климата к изменению концентрации и качества аэрозоля.

## ВПЕРЕДИ — НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В Предварительном плане ВПИК упоминается и проблема солнечно-земных связей. Однако сказано, что прежде чем включить ее во ВПИК, нужно критически проанализировать статистическую значимость солнечно-земных связей для климата в целом.

Немало места во ВПИК уделено развитию, оценке и использованию моделей климата. Модели могут варьировать от полных трехмерных численных моделей атмосферы и океана (сюда включаются как процессы взаимодействия между океаном и атмосферой, так и процессы на поверхности суши) до простых одномерных зональных моделей энергетического баланса.

Большое внимание во Всемирной программе уделено анализу уже существующей информации, а также информации, которая еще будет получена. Этот анализ позволит оценить естественную изменчивость климатических параметров для различных пространственных и временных масштабов, выяснить статистические связи между изменениями разных параметров, что в итоге даст ту основу, на которой будут проверяться чис-

ленные модели климата и их результаты.

Большое внимание в программе уделяется и проблеме **получения, хранения и использования данных для климатических исследований**. Эти данные можно получать, используя не только регулярную гидрометеорологическую сеть, но и спутники — в специальных программах наблюдения, разрабатываемых применительно к ВПИК (например, океанологические программы, Международный спутниковый проект климатологии облачности). Для ряда параметров (оптически активные газы, аэрозоль и т. д.) требуется создание специальной сети долговременного слежения за ними.

Советские ученые принимают активное участие в формировании ВПИК, в проведении и координации исследований по этой программе. Если мы научимся предсказывать климат, его изменения и флуктуации, это не только обогатит науку, но в итоге может дать и ощутимый выигрыш во многих отраслях народного хозяйства.



## СПУТНИКИ ЗЕМЛИ — СЕЙСМОЛОГИИ

В последние годы обнаружен новый предвестник землетрясений: перед самым началом толчков на поверхности Земли в сейсмоактивном районе регистрируются всплески электромагнитного излучения. Известно, что начавшееся разрушение пород сопровождается мощными импульсами крупномасштабного тока в земной коре (Земля и Вселенная, 1982, № 1, с. 32.— *Ред.*). Обнаруженные незадолго до сейсмического удара аномалии высокочастотного электромагнитного поля

Земли, по-видимому, обусловлены излучением вторичных источников в ионосфере, возбуждаемых электрическими полями сейсмического происхождения. Так утверждает теория.

М. Б. Гохберг, В. А. Пилипенко, О. А. Похотелов (Институт физики Земли АН СССР) попытались использовать данные американского спутника OGO-6 (запущенного на почти круговую орбиту в мае 1969 года) для поиска возможных электромагнитных возмущений над сейсмическими очагами. На спутнике был установлен трехкомпонентный индукционный магнетометр, регистрирующий КНЧ-излучения в диапазоне частот от 10 Гц до 1 кГц. Авторы выделили участки траектории спутника, проходящие за сутки перед землетрясением и спустя сутки после него вблизи эпицентров с магнитудой более 5,5. Анализ данных показал: отчетливый всплеск электромагнитного излучения фиксировался, когда спутник находился над очагом за несколько часов до толчка.

Основная трудность при обнаружении электромагнитных излучений от сейсмического источника — в выделении нужного сигнала на фоне естественных излучений, вызываемых, скажем, молниевыми разрядами или быстрыми магнитосферными частицами. Однако, как считают авторы, их данные относятся именно к электромагнитному излучению. Например, всплески такого излучения не регистрировались спутником над эпицентрами глубоководных землетрясений (глубина очага более 80 км). Это хорошо согласуется с представлениями о физическом механизме сейсмоионосферных связей: большая толща проводящей земной коры над очагом землетрясения сильно «поглощает» электромагнитное излучение, и последнее не доходит до поверхности.

Доклады АН СССР, 1983, 268, 1.



Доктор технических наук  
Г. И. БЕЛЬЧАНСКИЙ  
Кандидат технических наук  
Н. В. САЗОНОВ

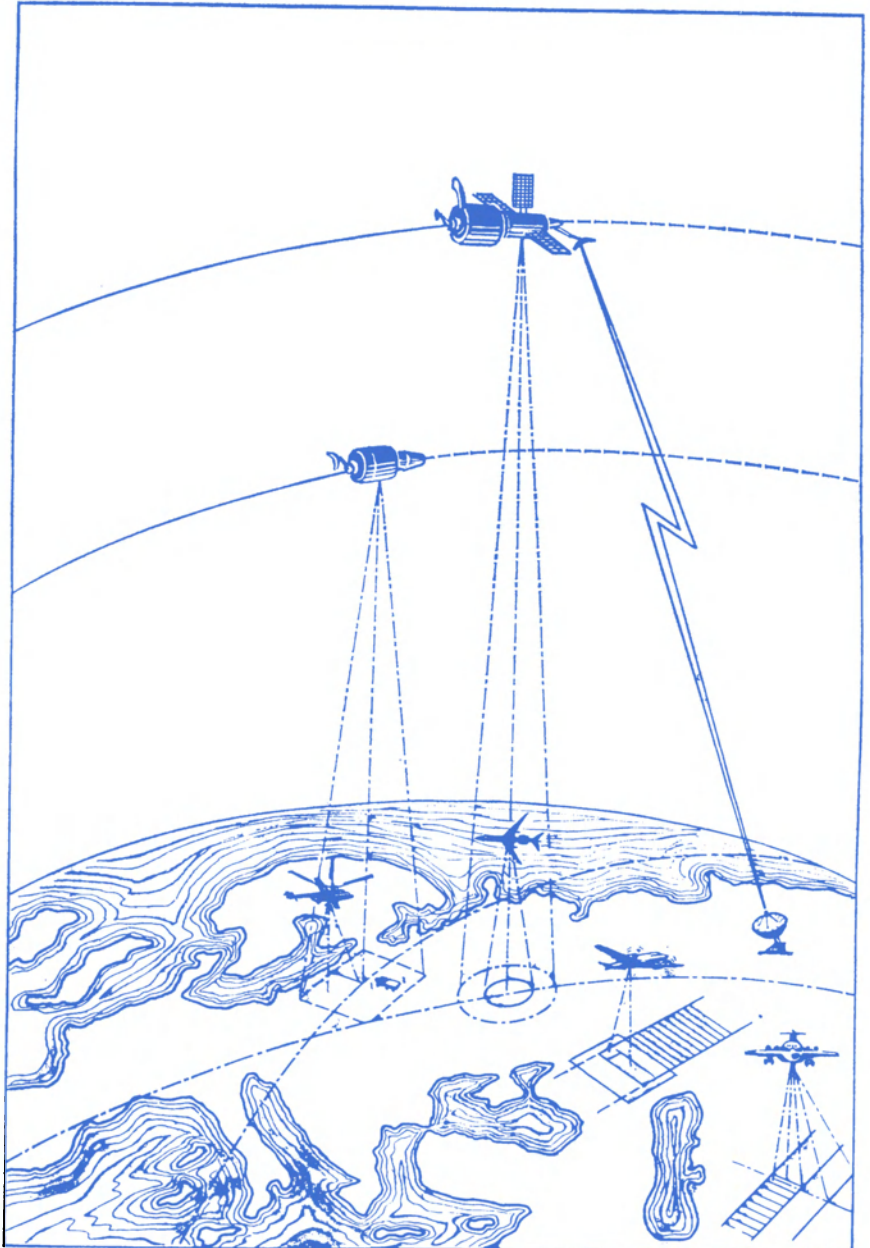
## Дистанционное зондирование Земли и сельское хозяйство

Поставленные Продовольственной программой СССР задачи по дальнейшему повышению эффективности сельскохозяйственного производства требуют существенного совершенствования методов планирования и управления. Весомый вклад могут внести современные дистанционные (аэрокосмические) методы изучения и контроля за состоянием агро-ресурсов.

### АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Аэрокосмические методы позволяют своевременно получать объективную и достоверную информацию о состоянии посевов сельскохозяйственных культур, угодий и почв — сразу на огромных территориях. Специалисты получают возможность видеть элементы агропромышленного комплекса в их взаимосвязи и взаимовлиянии, анализировать и прогнозировать развитие сельскохозяйственных культур, оперативно управлять сельскохозяйственным производством.

В основе аэрокосмических методов дистанционного зондирования агро-ресурсов — регистрация в различных зонах спектра электромагнитных волн: в видимом (0,4—0,7 мкм); ближнем, среднем и тепловом инфракрасном (0,8—1,3; 3—5; 8—14 мкм), сверхвысокочастотном и микроволновом диапазонах длин волн (от 0,1—30 см и более). Различные бортовые съемочные системы и приборы регистрируют с самолетов, вертолетов,



космических кораблей и орбитальных станций энергию солнечного излучения, отраженного от растительности и почв, а также собственное излучение почвенно-растительного покрова земной поверхности.

Поглощение, рассеивание, отражение и излучение электромагнитной энергии в различных диапазонах длин волн электромагнитного спектра специфично для каждого вида почвы и каждой сельскохозяйственной культуры в зависимости от их состояния. Поэтому, разлагая отраженную либо излучаемую исследуемым сельскохозяйственным объектом электромагнитную энергию на узкие участки спектра со строго определенными длинами волн, можно по спектральным характеристикам опознать или оценить состояние такого объекта.

В последнее десятилетие в СССР, США, Канаде, Франции, Японии и других странах проведены теоретические и экспериментальные работы по использованию аэрокосмической информации в сельском хозяйстве. Экспериментальной базой служили советские автоматические спутники «Космос» и «Метеор-Природа», пилотируемые корабли «Союз» и орбитальные станции «Салют», американские автоматические спутники «Лэндсат» и орбитальная станция «Скайлэб»; низколетящие самолеты

и вертолеты и высотная авиация; синхронные подспутниковые эксперименты и наземные наблюдения.

Полученные результаты наглядно показали, что использование данных дистанционного зондирования (прежде всего результатов обработки разновременной многозональной съемки одних и тех же территорий) позволяет решать задачи, которые во многом тормозят сегодня развитие сельского хозяйства.

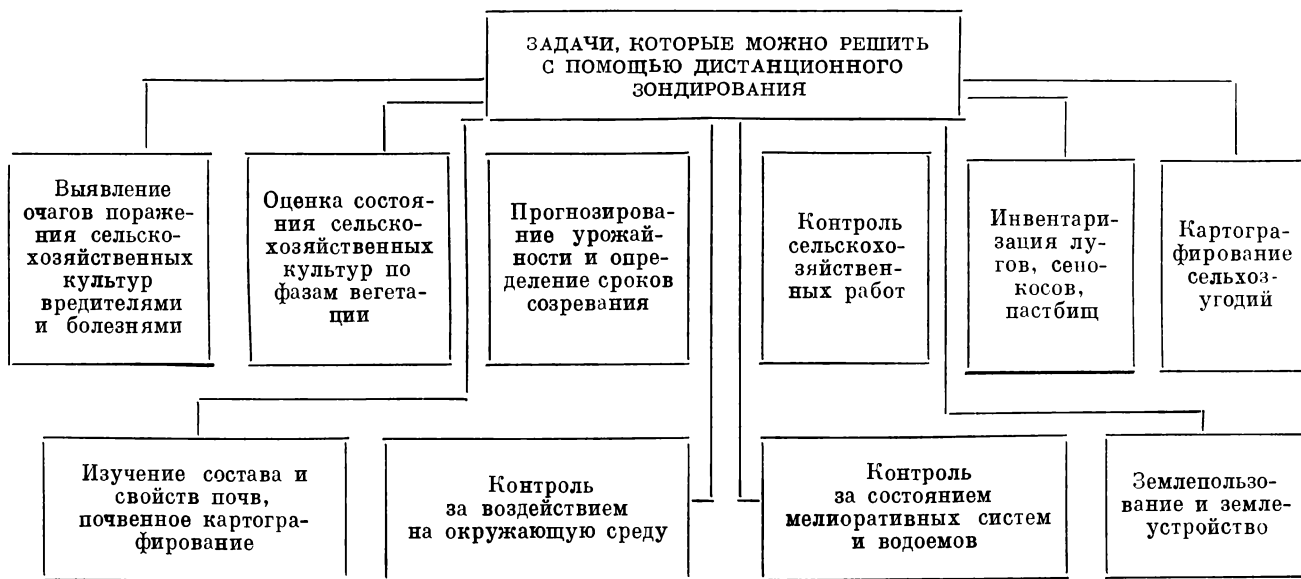
Но, убедительно продемонстрировав возможности аэрокосмических методов в сельском хозяйстве, исследования 70-х годов столь же наглядно показали, что главный фактор, который затрудняет использование данных дистанционного зондирования,— отсутствие у специалистов сельского хозяйства достаточно эффективных средств обработки получаемой информации, а также технологических схем и иных средств, позволяющих реализовать материалы съемок в полном объеме.

Нужно было искать реальный путь для внедрения достижений научно-технического прогресса в практическую деятельность отраслей агропромышленного комплекса. Требовалось создать **автоматизированную информационно-управляющую систему**, которая обеспечила бы планирование космических и авиационных съемок в интересах агропромышленного

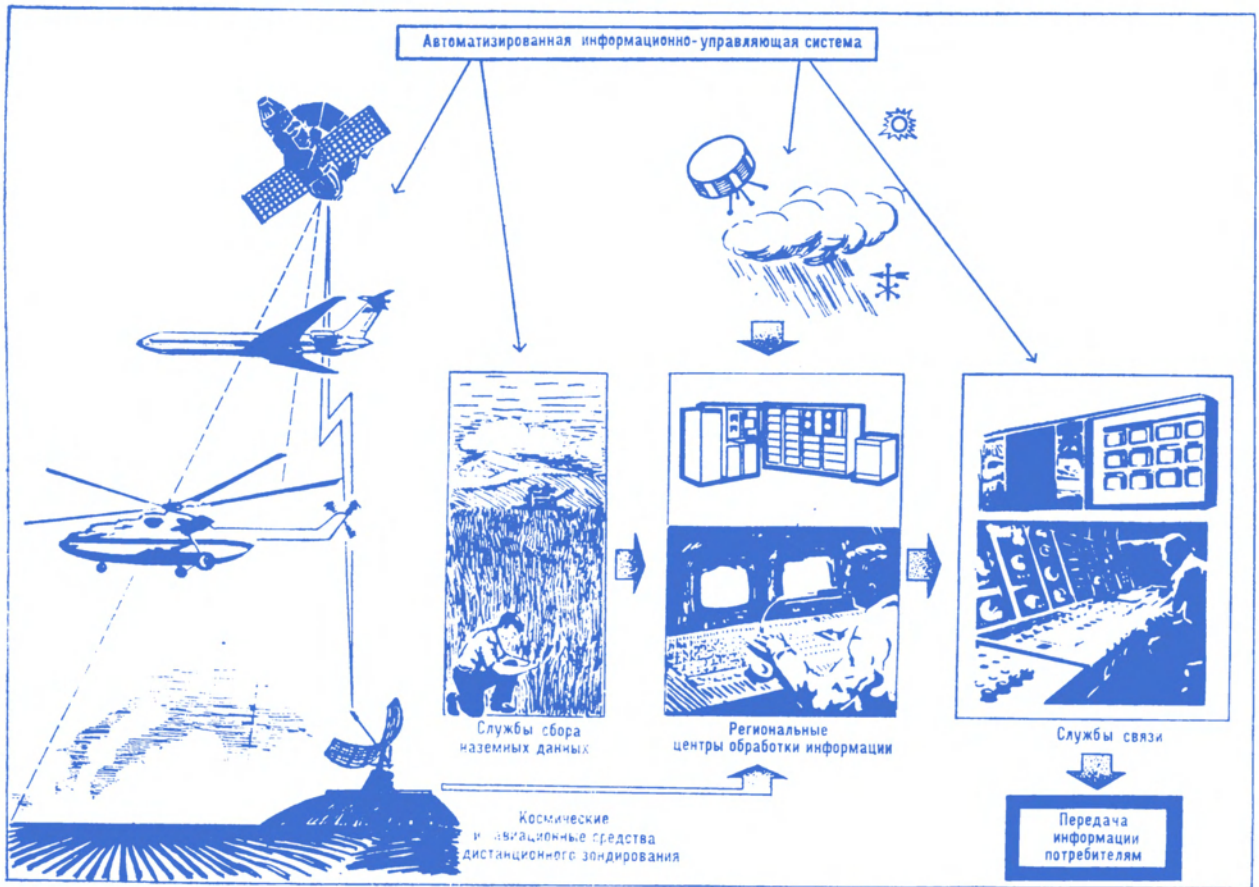
комплекса в целом, централизованный сбор, обработку, хранение и распространение аэрокосмической видеоинформации, данных визуальных наблюдений, организацию синхронных подспутниковых экспериментов. И, когда такая система была создана (правда, пока на ограниченной территории), появилась возможность регулярно передавать результаты обработки аэрокосмических и наземных данных на различные уровни управления агропромышленным комплексом. В отдельных случаях информация может попадать непосредственно руководству колхозов и совхозов.

### ПРИЕМНИКИ ИНФОРМАЦИИ И ЕЕ ОБРАБОТКА

На борту самолетов, вертолетов, на автоматических спутниках, пилотируемых кораблях и орбитальных станциях устанавливаются топографические и многозональные фотокамеры, телевизионные системы и оптико-механические многоспектральные сканирующие радиометры видимого и теплового инфракрасного диапазонов, сверхвысокочастотные радиометры, радиолокационные станции. Лучшее для сельскохозяйственных целей подходят высокочувствительные датчики дистанционного зондирования, которые обеспечива-

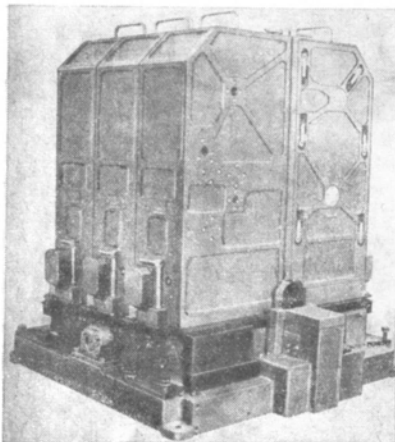






*Структурная схема автоматизированной информационно-управляющей системы*

*Многоспектральная фотокамера МКФ-6М*



ют раздельное измерение и анализ излучения в нескольких узких диапазонах длин волн. Перспективна также инфракрасная, радиотепловая и радиолокационная аппаратура. Она дает информацию о том, насколько почва и посевы обеспечены теплом и влагой.

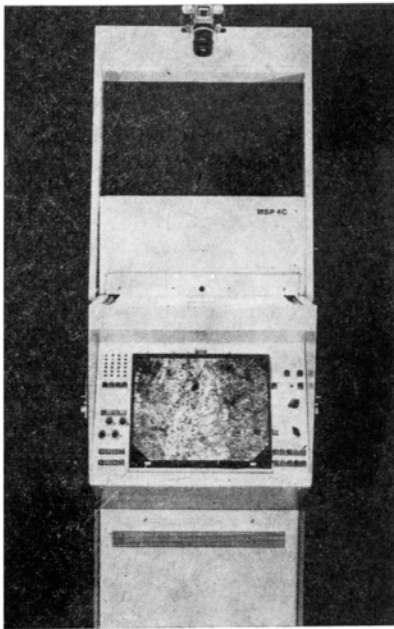
У читателя может возникнуть вопрос: «Зачем такое разнообразие аппаратуры?». И тогда мы ответим, что, например, фотографические системы обеспечивают наиболее высокое пространственное разрешение и наилучшую геометрическую точность съемки; многоспектральные сканирующие устройства отличаются лучшей разрешающей способностью по спектру и радиометрической точностью, а тепловые инфракрасные сканирующие устройства, регистрирующие собственную излучаемую энергию объекта, способны работать и днем и ночью. Радиолокационную съемку можно вести круглосуточно

и при любой погоде. Прибора же, который обладал бы всеми перечисленными достоинствами, увы, нет, да и вряд ли будет.

Потребность в многократных, глобальных съемках сельхозугодий (наиболее эффективны космические средства и съемки с высот от 200 до 900 км), сборе детальной информации о сельскохозяйственных объектах (аэрометоды и съемка с высот от 0,2 до 10 км), например, для обнаружения очагов появления вредителей и болезней на полях, изреженности и полегании посевов заставляет совместно использовать данные наземных измерений, авиационных средств и космических аппаратов. И сказать, что какая-то информация (скажем, космическая) важнее других, нельзя.

Исходные данные для наземной обработки — черно-белые, спектральные, цветные или синтезированные фотографии, многоспектральная





*Оптико-электронный синтезатор, использующийся для обработки многозональной аэрокосмической информации*

даются схемы землепользования, на основании которых ведется анализ текущего состояния сельхозугодий, посевов, почв, водных объектов, лесополос, разрабатываются рекомендации сельскохозяйственным органам по управлению производством, оперативному среднесрочному и долгосрочному планированию развития отраслей агропромышленного комплекса.

#### ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

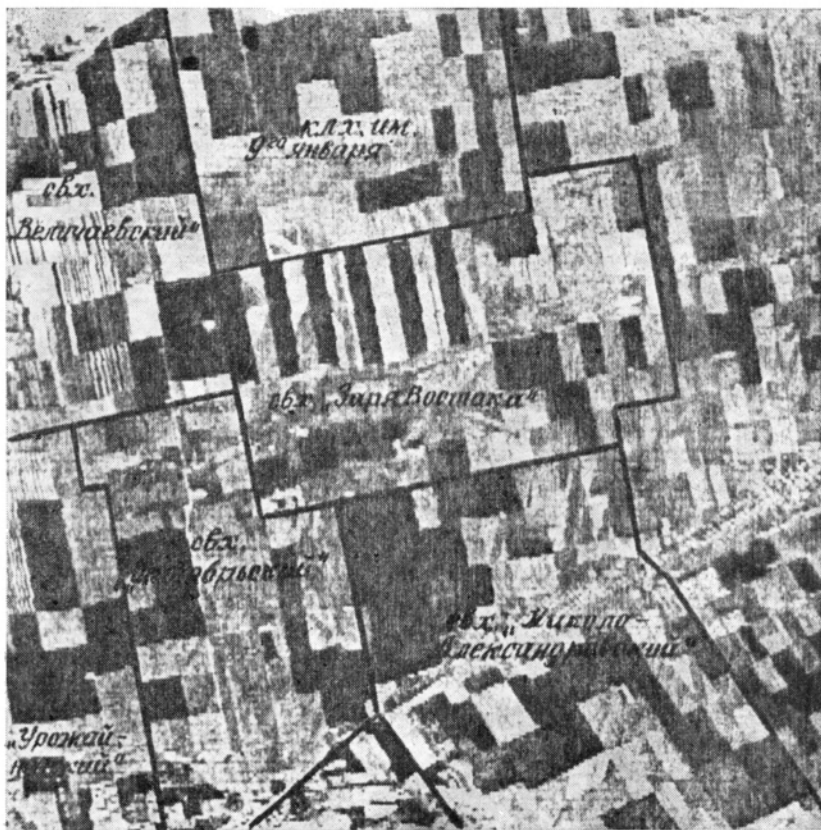
Применение рассмотренной нами системы можно иллюстрировать работой ее экспериментальной части, которая обеспечивает получение и обработку данных оперативной космической съемки (спутники «Метеор-Природа», орбитальные комплексы «Салют» — «Союз»), материалы аэрофотосъемки и дистанционных измерений с самолетов и вертолетов, а также наземных обследований.

Подготовка и проведение экспериментальных опытно-производствен-

ных работ на территории Краснодарского и Ставропольского краев, Укранины, Молдавии, Узбекистана позволили оценить работоспособность экспериментальной наземной системы в процессе решения задач, имеющих практическое значение для сельскохозяйственного производства.

При организации и осуществлении экспериментов была разработана функциональная схема, позволяющая оперативно собрать, обработать и передать аэрокосмическую и наземную информацию заинтересованным сельскохозяйственным органам. Удалось выделить различные классы сельскохозяйственных (по видам культур и их состоянию), водных и лесных объектов, определить площади выделенных сельскохозяйственных культур.

*Исходное изображение части Левокумского района Ставропольского края (3 июня 1982 года)*



видеоинформация от сканирующих систем в цифровом виде на магнитных носителях, картографические материалы, данные наземных и аэровизуальных измерений, экономико-статистическая информация, данные традиционных служб контроля за состоянием агроресурсов.

Дешифрирование и интерпретация материалов аэрокосмической съемки осуществляются с помощью визуально-инструментальных (использующих стереоскопические, фотометрические, синтезирующие и другие оптико-электронные приборы) и автоматизированных методов анализа с использованием оптико-электронной и цифровой вычислительной техники (Земля и Вселенная, 1982, № 4, с. 6.—Ред.).

Результат комплексной обработки данных дистанционного зондирования — экспресс-справки, схемы, таблицы, различные тематические карты (почвенные, геоботанические, карты состояния посевов, карты прогнозов по срокам созревания, урожайности и валовым сборам). Соз-

Результаты обработки многоспектральной оперативной космической информации в виде тематических карт, сводок, табуляграмм сообщались потребителям (на территории опытного региона) после съемки из космоса.

Эффективным средством дистанционного контроля состояния агро-ресурсов стали многозональные съемки, выполняемые с помощью фотокамеры МКФ-6 в космическом или самолетном вариантах. Много-

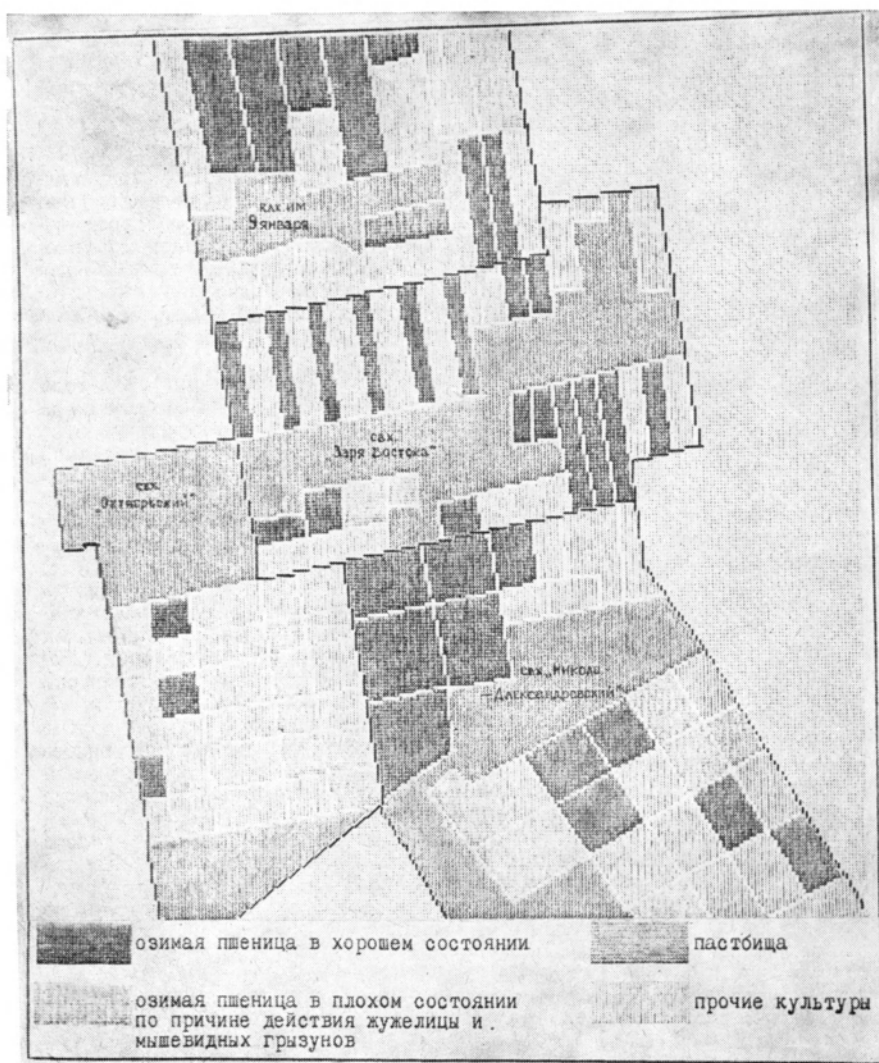
зональные снимки, полученные этой аппаратурой, намного информативнее, чем традиционные черно-белые, цветные и цветные спектрозональные фотографии. Возможность фотометрирования многозональных снимков МКФ-6 позволяет автоматизировать обработку снимков с помощью цифровой и оптико-электронной техники. Кроме того, по многозональным снимкам можно синтезировать цветные и цветные спектрозональные изображения, значительно повышающие эффективность дешифрирования полученных материалов.

Получить характеристики почв и посевов, необходимые для возделывания сельскохозяйственных культур, помогал разработанный в Институте радиотехники и электроники

АН СССР сверхвысокочастотный радиометрический метод определения влажности почв. Регистрируемая сверхвысокочастотным радиометром интенсивность излучения зависит в основном от содержания влаги в почве. А излучательные характеристики почвы определяются концентрацией в ней свободной влаги, то есть той воды, которой питаются растения. Такой постоянный контроль за влажностью играет огромную роль для получения высоких урожаев, особенно в поливном земледелии, обеспечивает надежную информационную базу для выполнения необходимых агротехнических мероприятий, позволяя определить сроки сева, внесения удобрений, сроки и нормы полива. Результаты работ в Молдавии, на Украине, в Поволжье, в Средней Азии показали, что установленный на самолете сверхвысокочастотный влагомер позволяет за сутки получить карту влажности на площадях 6 тыс. га, а стоимость работ в десятки раз ниже, чем при традиционных методах, которые к тому же не позволяют получить подобные данные о запасах влаги с требуемой оперативностью и точностью.

Значительное место в проведении работ по дистанционному контролю агро-ресурсов наряду с авиационными и автоматическими космическими средствами зондирования занимает проведение космонавтами визуально-инструментальных наблюдений с борта пилотируемых орбитальных комплексов «Салют» — «Союз». В ходе экспериментов экипажи орбитальных станций «Салют-6» и «Салют-7» отработывали методы опознавания и привязки сельскохозяйственных объектов на территории опытных регионов; выявляли возможности распознавания сельскохозяйственных культур в различных фазах вегетации; обнаруживали и оценивали масштабы неблагоприятных метеорологических и физико-географических процессов и явлений, влияющих на сельскохозяйственные объекты (пыльные бури, паводки, сели, водная и ветровая эрозия); фотографировали и спектрометрировали сельскохозяйственные объекты. Полученные в ходе визуальных наблюдений

*Карта  
состояния озимой пшеницы  
в хозяйствах Левокумского района  
Ставропольского края  
(3 июня 1982 года)*



и оперативно переданные на Землю данные показали, что космонавты могут распознать отдельные поля, различить озимые и яровые колосовые, а также пропашные культуры. Использование ими оптических визирных устройств позволяет анализировать внутреннюю структуру полей, обусловленную неоднородностью цветовых, текстурных и структурных признаков. Результаты работ подтвердили высокую эффективность использования долговременных орбитальных комплексов при решении оперативных задач в интересах сельского хозяйства.

Говоря об экономической эффективности данных дистанционного

зондирования в интересах агропромышленного комплекса, следует подчеркнуть, что из-за относительно высокой стоимости аэро- и космических съемок, необходимости применять дорогостоящие высокопроизводительные комплексы обработки данных, а также потому, что аэрокосмическая информация фиксирует одновременно различные факторы развития сельскохозяйственных объектов на наблюдаемом участке земной поверхности, материалы аэрокосмических съемок должны использоваться максимально полно. Это возможно лишь при условии комплексной многоцелевой обработки материалов съемки для нужд различных потребителей в отраслях агропромышленного комплекса (на-

пример, фитосанитарный контроль, проведение агротехнических мероприятий, уборка урожая, защита растений, оперативное картирование сельхозугодий, почвоведение, землеустройство). Только в этом случае реально существенная экономия эксплуатационных затрат при использовании аэрокосмической информации и становится ощутимым вклад в совершенствование и перевод на качественно новый уровень информационного обеспечения всего комплекса задач, связанных с выполнением принятой Продовольственной программы СССР.

## РЕЙСЫ «ГЛОМАРА ЧЕЛЛЕНДЖЕРА»

В 84-м рейсе, который начался 11 января 1982 года, судно проводило изучение дна Тихого океана у берегов Центральной Америки. Цель бурения у берегов Гватемалы — проникнуть на возможно большую глубину. Это была попытка определить, состоит ли обрабатываемая к суше сторона Среднеамериканского желоба из морских осадочных пород, которые могли быть смещены при взаимодействии молодой океанской коры с более древней континентальной. Но никаких свидетельств подобного смещения обнаружено не было. Вместо этого под тонким слоем осадков оказались только древние породы возраста более 70 млн. лет, а также элементы примыкающей континентальной плиты.

В ходе рейса у берегов Гватемалы на глубине 249 м под ложем океана нашли слой белых гидратов метана мощностью 3—4 м. Находящиеся в твердой фазе в осадках, они при подъеме на поверхность химически разлагаются и активно выделяют газы. Полученные здесь сейсмические профили показывают: зона химической стабильности для гидратов метана имеет границу примерно на глубине 600 м под дном. Эта находка, по-видимому, пролет свет на процессы образования углеводородов — природного газа и нефти.



10 марта 1982 года судно начало свой 85-й рейс. Он проходил в экваториальном бассейне Тихого океана. Бурение проводилось в точке с координатами 4° с. ш., 133° з. д., где глубина океана превышает 4,5 тыс. м. Установлено, что этот участок земной коры образовался в результате экструзии («выдавливания») глубинного материала, происшедшей около 40 млн. лет назад. Процесс начался в точке с координатами примерно 5° ю. ш., 110° з. д., где глубина моря была около 3 тыс. м. Затем эта «пластина» земной коры переместилась на северо-запад, к месту своего нынешнего расположения, то есть более чем на 1400 морских миль.

Сравнение образцов горных пород и колонок грунта с данными сейсмического профилирования методом отраженных волн (эти данные получены здесь еще в 60-х годах) показало: на дне этой области Тихого океана есть осадочный пояс линзо-

образной формы. Этот экваториальный «выступ» служит показателем существования экваториального тихоокеанского пояса высокой биологической продуктивности — наиболее богатого органикой океанического региона в мире. В ходе рейса было пробурено 16 скважин в пяти пунктах морского дна.

С 5 мая по 19 июня 1982 года продолжался 86-й рейс «Гломара Челленджера», в котором изучалась геологическая история западной части Тихого океана. Бурением были пройдены три скважины в районе подводного поднятия Шатского, где возраст колонок донного грунта соответствовал границе мелового и третичного периодов. Как раз тогда на суше и на море вымерла значительная часть видов животных (в том числе все динозавры). Подобные материалы практически впервые получены в удаленном от побережья районе. Четыре другие пункта бурения образовали разрез (примерно с севера на юг) северо-западной части Тихого океана, где проходит течение Күросио. В самом северном из этих пунктов удалось пройти всю толщу осадочных пород вплоть до базальтов. Это позволяет установить полную историю миграций Күросио за последние 5 млн. лет.

Deep Sea Drilling Project, 1982, 313, 318, 320.



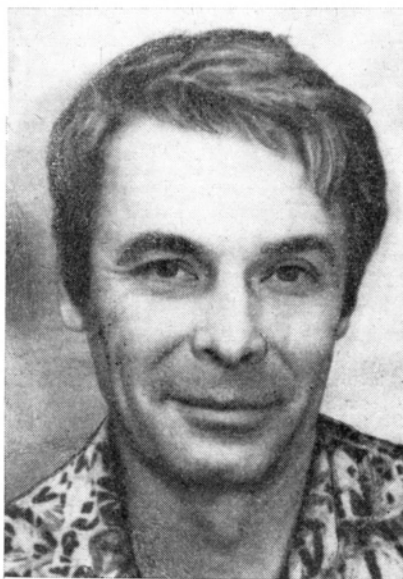
## Памяти Геннадия Михайловича Никольского

20 декабря 1982 года после тяжелой болезни скончался известный астрофизик, доктор физико-математических наук, профессор Геннадий Михайлович Никольский. Его кончина в самом расцвете творческих сил — невосполнимая утрата для советской астрономии и геофизики.

Геннадий Михайлович Никольский родился 28 сентября 1929 года в Ростове-на-Дону в семье инженера-химика. Раннее детство его прошло в Москве. В 1937 году он потерял отца и надолго расстался с матерью. Воспитывался он у бабушки. Трудовая деятельность Г. М. Никольского началась рано — уже в школьные годы он работал слесарем-водопроводчиком.

В 1948 году Г. М. Никольский с золотой медалью окончил школу и решил посвятить себя астрономии, которой увлекался с детства. Он поступил в Ростовский университет, где в то время было астрономическое отделение. Но в 1951 году астрономическое отделение упразднили, и Г. М. Никольский перевелся в Киевский университет, который закончил в 1953 году. С 1953 по 1956 год он работал старшим лаборантом кафедры астрономии Киевского университета.

Научной работой Г. М. Никольский начал заниматься, еще будучи студентом, под руководством профессора С. К. Всехватского. В составе экспедиции Киевского университета он участвовал в наблюдениях полных солнечных затмений 25 февраля 1952 года и 30 июня 1954 года. Результаты исследований солнечной короны, выполненных по материалам наблюдений во время этих затмений,



*Геннадий Михайлович  
Никольский (1929—1982)*

вошли в кандидатскую диссертацию Г. М. Никольского, которую он защитил в 1955 году, через два года после окончания университета.

В 1956—1958 годах Г. М. Никольский работал младшим научным сотрудником в Астрофизическом институте АН КазССР, где занимался исследованиями зодиакального света, межзвездной среды, планет, свечения ночного неба.

В 1958 году Г. М. Никольский переехал в Москву и начал работать в отделе исследования Солнца Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР (ИЗМИРАН). Г. М. Никольский

пришел в институт зрелым ученым, инициативным, энергичным, полным смелых идей. Вокруг него быстро сформировалась группа молодых научных сотрудников, составившая затем ядро новой лаборатории солнечной активности ИЗМИРАНа. Лаборатория, созданная Г. М. Никольским в 1969 году, сразу же заняла место среди ведущих лабораторий института.

В ИЗМИРАНе Г. М. Никольский совместно с Г. С. Ивановым-Холодным выполнил цикл теоретических исследований коротковолнового излучения Солнца и строения переходной зоны между хромосферой и короной (Земля и Вселенная, 1966, № 1, с. 8.—Ред.). Часть результатов этих исследований легла в основу докторской диссертации Г. М. Никольского, которую он защитил в 1964 году. В 1971 году Г. М. Никольскому было присвоено звание профессора.

За годы работы Г. М. Никольского в ИЗМИРАНе во всем блеске проявился его незаурядный талант экспериментатора и наблюдателя. Еще в начале 60-х годов вместе с Г. С. Ивановым-Холодным он разработал оригинальную оптическую схему внезатменного коронографа со стационарным высокодисперсионным спектрографом. Коронограф, изготовленный по этому проекту в мастерских ИЗМИРАНа и установленный на территории института, был в те годы лучшим в мире инструментом подобного рода. Полученный на нем наблюдательный материал (главным образом высококачественные спектры хромосферы) лег в основу нескольких кандидатских диссертаций, подготовленных учениками

Г. М. Никольского. Затем Г. М. Никольский и А. А. Сазанов разработали схему крупнейшего в мире внезатменного коронографа (типа Лию) с объективом диаметром 530 мм. Первый коронограф этой конструкции в 1966 году установили на Горной астрономической станции Пулковской обсерватории близ Кисловодска, второй — на Саянской обсерватории СибИЗМИРА. Впоследствии было изготовлено целое семейство таких коронографов для обсерваторий Советского Союза и социалистических стран. На коронографе Горной астрономической станции Г. М. Никольский и его ученики выполнили уникальные исследования тонкой структуры солнечной хромосферы (Земля и Вселенная, 1968, № 5, с. 25.— Ред.).

В конце 70-х годов Г. М. Никольский увлекся идеей создания принципиально нового магнитографа на основе интерферометра Фабри — Перо для измерения слабых магнитных полей в хромосфере и короне. Первые варианты магнитографа, изготовленные при непосредственном участии Г. М. Никольского, показали несомненную эффективность и перспективность нового метода. Вообще вклад Г. М. Никольского в развитие астрономического приборостроения велик. Можно перечислить целый ряд разработок, в которых он участвовал как руководитель, один из непосредственных исполнителей и первый наблюдатель. Сюда относятся, например, прецизионные поляриметры для наблюдения поляризации ко-

роны во время затмений и экспедиционные коронографы.

Как истинный астроном-наблюдатель Г. М. Никольский никогда не оставлял без внимания редкие астрономические явления: прохождение Меркурия по диску Солнца, появления комет, не говоря уже о затмениях Солнца, которые ученый наблюдал каждый раз, когда представлялась возможность.

В последние годы Г. М. Никольский много времени и сил уделял подготовке и проведению внеатмосферных исследований с орбитальных космических станций. Он был автором эксперимента «Искусственное солнечное затмение» во время совместного советско-американского полета космических кораблей «Союз» и «Аполлон». Эта работа ученого отмечена медалью «За трудовое отличие». Во время полета советско-французского экипажа на орбитальной станции «Салют-7» Г. М. Никольский был руководителем — с советской стороны — эксперимента «Фотографирование ночного неба». В ходе этого эксперимента получены, в частности, уникальные цветные снимки ночной ионосферы и зодиакального света (Земля и Вселенная, 1983, № 2, с. 13.— Ред.).

Большое внимание уделял Г. М. Никольский подготовке научных кадров высокой квалификации. Он оставил много учеников, успешно работающих сейчас в различных обсерваториях и институтах нашей страны.

Г. М. Никольский постоянно занимался пропагандой научных знаний —

часто выступал с лекциями, писал научно-популярные статьи. С первых лет существования «Земли и Вселенной» Г. М. Никольский активно и плодотворно сотрудничал в журнале. На его страницах он увлеченно рассказывал о коротковолновом излучении Солнца и наблюдениях солнечных затмений, о космических экспериментах и исследованиях комет. Его последняя, написанная для «Земли и Вселенной» статья, которую он посвятил цикличности солнечной активности, будет опубликована в одном из ближайших номеров журнала.

Можно много говорить о Никольском-ученом, о его научном наследии, тех идеях и замыслах, которые еще предстоит воплотить в жизнь его ученикам. Но закончить хотелось бы все-таки, сказав о Никольском-человеке, ибо научные идеи обычно со временем теряют новизну, ценность полученных результатов уменьшается, тогда как обаяние яркой личности — неизменно. Иногда казавшийся резким в общении с окружающими, Геннадий Михайлович был в действительности очень мягким и уступчивым. Когда же дело касалось защиты истины, он становился совершенно непреклонным. И всегда был абсолютно нетерпимым к малейшим проявлениям фальши, лицемерия, ханжества. Этим он оказывал огромное духовное, нравственное влияние на всех, кто с ним общался. Плоды такого влияния остаются в людях навсегда.

**Сотрудники лаборатории  
солнечной активности ИЗМИРАНА**

## **ЕЩЕ ДВЕ ФАТАЛЬНЫЕ ВСТРЕЧИ КОМЕТ С СОЛНЦЕМ**

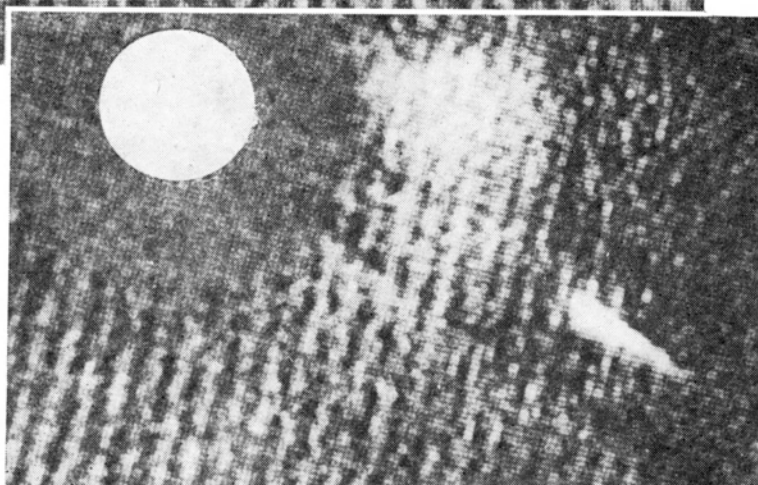
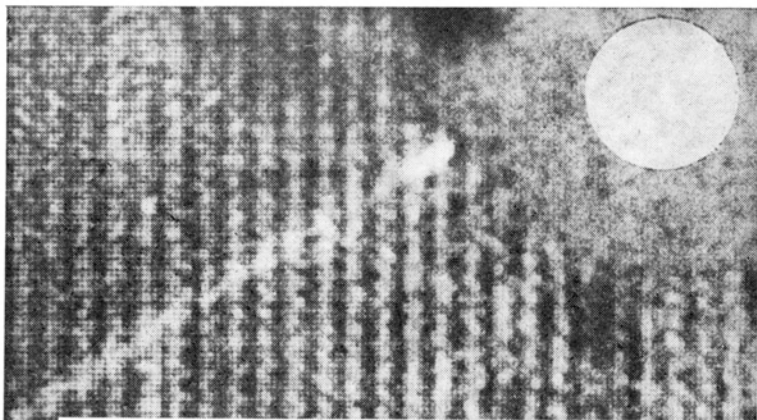
Как сообщалось в «Земле и Вселенной» (1982, № 5, с. 47), коронограф, установленный на искусственном спутнике Земли, зафиксировал комету в непосредственной близости к Солнцу. Обогнув Солнце 30 августа 1979 года, комета больше не наблюдалась. В 1981 году тот же орбитальный коронограф обнаружил еще две кометы — 26 января и 20 июля.



Как и в 1979 году, эти кометы были замечены до сближения с Солнцем — на снимках различимы голо-

ва и хвост, но после сближения уже не наблюдались. Лишь вслед за прохождением кометы 20 июля зарегистрировано небольшое возмущение в короне.

Таким образом, за 2,3 года современная техника позволила обнаружить три кометы, столкнувшиеся с Солнцем, тогда как за три столетия — с 1668 по 1970 год — таких комет наблюдалось лишь девять. В начале нашего века установили, что у них примерно одинаковые элементы орбиты, в частности об-



*Фотографии комет, «задевающих Солнце»: вверху — комета 26 января 1981 года, внизу — комета 20 июля 1981 года.*

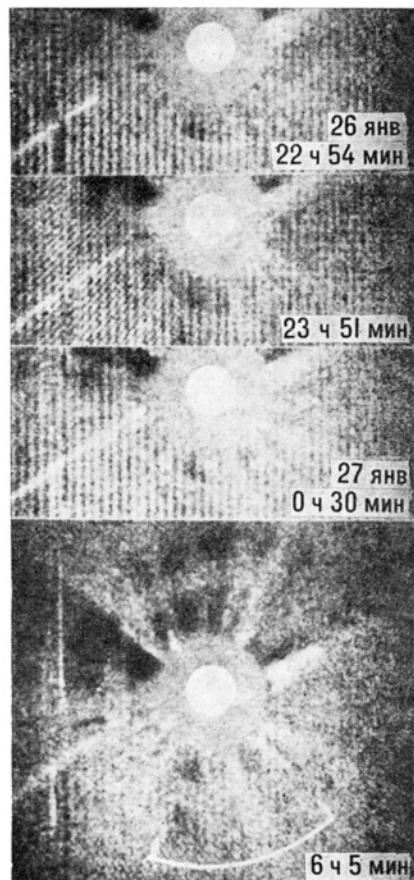
*Белый круг соответствует положению Солнца за экраном коронографа. Снимки получены с борта американского искусственного спутника*

ратное (противоположное движению планет) направление движения, поэтому их объединили в одну группу. Она получила название группы Крёйца по имени астронома, исследовавшего эти кометы. Недавние три кометы тоже могут быть причислены к группе Крёйца, благодаря чему удалось приблизительно определить их путь в пространстве вблизи перигелия и оценить их перигелийное расстояние. Для январской кометы оно получается немного больше радиуса Солнца, а для

июльской — даже меньше его. Поэтому можно говорить о столкновении комет с Солнцем.

Но что представляет собой такое «столкновение»? В крайней близости к Солнцу под действием очень высокой температуры комета лишается всех своих газов, включая и те, которые были поглощены твердыми частями ядра кометы (камни, пылинки и т. п.). Газы испаряются частично или полностью, так что после сближения с Солнцем уже нечему светиться. Все, что остается от кометы — рой уцелевших камней, пылинок, — удаляется от Солнца незамеченным. Для такого сценария вполне достаточно, чтобы комета прошла на расстоянии, скажем, 50 000 км от видимой с Земли солнечной поверхности, то есть на перигелийном расстоянии 1,1 радиуса Солнца или менее того.

Можно полагать, что кометы группы Крёйца, известные еще и



*Снимки, запечатлевшие сближение с Солнцем кометы 26 января 1981 года.*

*На последнем снимке, сделанном уже после сближения, комета не видна. Даты снимков указаны по Всемирному времени. Белый круг соответствует положению Солнца за экраном коронографа. Снимки получены с борта американского искусственного спутника Земли*

как кометы, «задевающие Солнце», не такая уж редкость. Они все принадлежат многочисленному семейству комет, которое обитает в самых отдаленных областях Солнечной системы.

Nature, 1982, 300, 5889.





Вице-президент МАС  
член-корреспондент АН УССР  
Я. С. ЯЦКИВ

## Проблемы астрометрии

На XVIII Генеральной ассамблее МАС проблемы астрометрии рассматривались на отдельных или совместных заседаниях пяти различных комиссий (№ 4 — Эфемериды, № 8 — Позиционная астрономия, № 19 — Вращение Земли, № 24 — Фотографическая астрометрия и № 31 — Время). Всего было представлено около ста научных докладов и сообщений, из них двенадцать — советскими астрометристами. На ассамблее обсуждались международные проекты и программы построения высокоточной фундаментальной и опорных систем координат; проблемы определения собственных движений и параллакс звезд, а также параметров вращения Земли; разработка новых методов и средств астрометрических исследований как с поверхности Земли, так и с борта космического аппарата; создание внутренне согласованной системы астрономических постоянных и вычисление эфемерид тел Солнечной системы.

В настоящее время в качестве международного стандарта принят четвертый фундаментальный каталог — FK4, который служит для построения на небесной сфере квазиинерциальной (звездной) системы координат. В астрометрии такую систему называют фундаментальной. Точность положений звезд в этом каталоге (в среднем около  $\pm 0,15''$ ) не удовлетворяет современным запросам науки и практики. Поэтому в Гейдельберге (ФРГ) под руководством В. Фрике создается новый каталог — FK5. Примерно из 200 каталогов будет отобрано для включения в FK5 около 3500 звезд. На ассамблее В. Фрике сделал отчет о ходе работ над каталогом FK5. Он сообщил, что вывод новой системы положений и собственных движений звезд FK5 планируется завершить к 1984 году, а в окончательном виде каталог будет готов в 1985 году. Предполагается, что средняя ошибка положений звезд в FK5 составит  $\pm 0,05''$ . Следует

отметить, что в соответствии с решениями XVI Генеральной ассамблеи МАС (Гренобль, 1976 г.) FK5 должен использоваться во всех астрономических исследованиях и приложениях с 1984 года. Советские астрометрические учреждения предоставили для этого каталога более половины наблюдательного материала, внесли предложения по ориентации осей координат каталога.

Так как фундаментальная система координат не может обеспечить все потребности практики, ее приходится распространять на большее число объектов. Такие производные системы координат получили название опорных. Как логическое завершение проекта «Каталог слабых звезд» — опорной системы координат первого класса — советские астрометристы предложили проект «Международные опорные звезды», объединяющий работы по созданию каталогов опорных звезд северного и южного полушарий неба. Этому вопросу на ассамблее были посвящены доклады М. С. Зверева (СССР), Дж. Хьюза (США), Т. Корбина (США), Я. С. Яцкива (СССР) и др. В СССР и США планируется завершить создание каталога опорных звезд южного неба в 1983 году. Точность положений звезд в этом каталоге составит около  $\pm 0,1''$ , собственных движений  $\pm 0,4''$  за столетие. В свою очередь «Международные опорные звезды» послужат основой для построения опорных систем координат второго класса, создающихся на базе астрофотографических наблюдений. Ч. Маррэй (Великобритания) рассказал о ходе работ над вторым «Капским фотографическим каталогом», реализующим опорную систему координат слабых звезд в южном полушарии.

Наряду с классическими методами и средствами исследований в астрометрии начали применяться космические методы. Планируются астрометрические измерения с борта космических аппаратов, чтобы получить высокоточные положения звезд, их собственные движения и параллаксы. В середине 80-х годов

в США намечен вывод на орбиту 2,4-метрового телескопа, снабженного системой точного наведения и гидирования (астрометр). Эта система позволит измерять относительные положения звезд до 17-й величины с точностью около  $\pm 0,002''$ . Астрометрические исследования ввиду загрузки телескопа другими программами ограничены и будут направлены в основном на поиски внесолнечных планетных систем, изучение тесных двойных звезд и другие задачи, представляющие астрофизический интерес.

Запуск специального астрометрического спутника планируется Европейским космическим агентством на 1986 год. За 2,5 года работы этого спутника, на борту которого будет установлен телескоп, предполагается определить положения, собственные движения и параллаксы около 100 000 звезд с точностью  $\pm 0,002''$ . Проект получил название HIPPARCOS. Ряд докладов и сообщений на ассамблее был посвящен подготовке этого проекта, в частности составлению предварительного каталога звезд (точность положений  $\pm 1''$ ), необходимого для его успешного осуществления. Обсуждалась также возможность определения с борта астрометрического спутника положений и звездных величин около 400 000 звезд (проект TUCANO) с несколько меньшей точностью. В случае успешного завершения этих космических проектов будет создана высокоточная система небесных координат, уточнена шкала расстояний во Вселенной, более детально изучена структура Галактики и выполнены другие исследования, представляющие астрофизический интерес.

Проблема вращения Земли — классическая для астрономии и геофизики. Сейчас появилась возможность сравнить различные методы и средства, применяемые для нахождения параметров вращения Земли — классические астрономические определения времени и широты, доплеровские и лазерные наблюдения искусственных спутников Земли, радиоин-

Окончание. Начало см. в № 2 1983 г.



# XVIII GENERAL ASSEMBLY PATRAS, GREECE, 1982



терферометрические измерения со сверхдлинной базой и др. На основании этого сравнения в 1985 году планируется выработать рекомендации по созданию новой международной службы вращения Земли, которая должна придти на смену международной службе движения полюса. Этой цели посвящен специальный международный проект MERIT, в котором участвуют 22 страны, в том числе СССР. На ассамблее были подведены итоги первой наблюдательной кампании по проекту MERIT (август — октябрь 1980 г.) и обсуждена подготовка к основной кампании (сентябрь 1983 — октябрь 1984 г.).

Ряд докладов содержал анализ и геофизическую интерпретацию данных о вращении Земли. Среди них наибольший интерес представляли доклады, в которых рассматривалась связь процессов, протекающих в атмосфере, с нерегулярностями во вращении Земли. Оказалось, что атмосферные процессы почти полностью объясняют сезонные и другие короткопериодические изменения скорости вращения Земли, в том числе обнаруженную недавно 55-суточную периодичность.

XVIII Генеральная ассамблея окончательно одобрила новую теорию нутации МАС 1980, заменившую нута-

ционные разложения, данные Э. Вуллардом для абсолютно твердой Земли и использующиеся до сих пор при вычислении эфемерид. Новая система нутационных коэффициентов, предложенная специальной рабочей группой МАС по нутации, основана на более совершенной теории вращения Земли, разработанной американским ученым Дж. Варом. Эта теория учитывает влияние упругости мантии и наличие жидкого ядра Земли. Расхождение между нутацией в новой и старой системах достигает нескольких сотых секунды дуги, а точность новой теории нутации оценивается несколькими тысячами секунды дуги.

Хочется подчеркнуть, что XVIII Генеральная ассамблея МАС уделила большое внимание и другим проблемам астрометрии, а также влиянию астрометрии на развитие астрономической науки в целом.

Доктор физико-математических наук  
Е. П. АКСЕНОВ

## Достижения небесной механики

Исследования по небесной механике в МАС курирует в основном комиссия № 7 (Небесная механика). Отдельные вопросы, связанные прежде всего с астрометрией, рассматриваются в комиссии № 4 (Эфемериды) и № 20 (Положения и движение малых планет).

Во время работы нынешней XVIII Генеральной ассамблеи МАС на заседаниях комиссии № 7 с обзорными докладами выступили И. Ковалевский (Франция), Х. Киношита (Япония), Г. Контопулос (Греция), И. Козаи (Япония) и Р. Барнс (США). В этих докладах нарисована довольно полная и подробная картина современного состояния научных исследований по важнейшим направлениям небесной механики — теории движения больших планет, теории движения Луны, изучению эволюции кольца астероидов и эволюции спутниковых орбит, исследованию периодических решений и устойчивости динамических систем.

За три года, прошедшие с XVII ассамблеи МАС, исследования в области небесной механики проводи-

лись в мире такими же быстрыми темпами, как и в последние 25 лет. Весьма интенсивно продолжались работы по созданию новых, более точных теорий движения больших планет. Впечатляющие результаты получены Ж. Симоном и П. Бретаньоном из Бюро долгот в Париже. Построенная ими теория дает выражения для кеплеровских элементов орбит восьми больших планет (без Плутона) в виде тригонометрических рядов, аргументами которых являются линейные комбинации средних долгот восьми планет, а их амплитуды представляют собой многочлены относительно времени с числовыми коэффициентами. Сравнение теории с результатами численного интегрирования на промежутке времени в 25 лет дает для внутренних планет следующие точности: 0,005'' для Меркурия, 0,003'' для Венеры и Земли и 0,006'' для Марса. Это в 10—100 раз точнее результатов, полученных на основе ранее применявшейся теории Ньюкома.

Численные исследования движения больших планет проводятся также ря-

дом ученых в Морской обсерватории США. Одна из рассматриваемых там гипотез — существование неизвестной планеты за Плутоном.

Многие ученые из разных стран активно работают над изучением релятивистских поправок в движении больших планет и их спутников. Эти поправки вызваны отличием более точной теории тяготения Эйнштейна от теории притяжения Ньютона. Так, Ж. Лестрад получил аналитические формулы не только для вековых возмущений, но и для периодических неравенств, одно из которых в случае Меркурия имеет амплитуду около 9 км. В. Хискок и Р. Линдблом утверждают, что релятивистские поправки в вековых движениях перигелиев орбит далеких спутников Юпитера и Сатурна — самые значительные в Солнечной системе, во много раз больше, чем в случае Меркурия.

Ученые разных стран мира работают над созданием новой теории движения Луны. Главным стимулирующим фактором здесь является потрясающая точность современных ря-

лазерных наблюдений. Расстояние от Земли до Луны измерено с точностью до нескольких сантиметров! С такой же точностью теория должна предсказать движение центра масс Луны в пространстве. Для достижения этой цели применяются как численные, так и аналитические методы. Сотрудниками Бюро долгот в Париже создана теория, сравнение которой с результатами численного интегрирования дало невязку в геоцентрическом расстоянии до Луны на промежутке времени в 20 лет всего лишь 1,5 см.

Лазерные наблюдения стимулируют также построение новой теории вращения Луны. С этой целью используются более точные данные о гравитационном поле и внутреннем строении Луны, полученные ранее с помощью искусственных спутников.

Надо отметить, что не только Луна находится в центре внимания исследователей вращательного движения, но и Меркурий, Венера, Марс, другие планеты и их спутники. Требуется объяснения любопытный факт: почему во многих случаях в Солнечной системе наблюдаются разного рода соизмеримости в угловых скоростях, характеризующих вращательное и поступательное движение небесных тел.

Появление быстродействующих ЭВМ позволило исследовать периодические решения различных задач небесной механики. Ряд новых семейств периодических орбит был найден в задаче трех тел, как в плоской, так и в пространственной. Некоторые исследователи рассматривают системы, состоящие не только из точечных масс, но также из нескольких тел конечных размеров.

Исторически сложилось так, что небесная механика наиболее плодотворно развивалась во Франции,



## XVII GENERAL ASSEMBLY PATRAS, GREECE, 1982



тврно развивалась во Франции, Англии, США, СССР, Японии, а в последнее время и в КНР. Как и ранее, в прошедшие три года небесномеханические исследования в Советском Союзе охватывали практически все важнейшие направления современной науки.

Об одной работе, выполненной в трех институтах Академии наук СССР (Институте прикладной математики, Институте радиотехники и электроники и Институте теоретической астрономии), следует рассказать подробнее. Эта работа посвящена созданию единой релятивистской теории движения внутренних планет Солнечной системы. Ее создатели удостоены Государственной премии СССР 1982 года.

Для построения теории использовались радиолокационные наблюдения Меркурия, Венеры и Марса, проведенные в нашей стране в 1969—1980 годах. Кроме того, были привлечены оптические наблюдения Солнца, Венеры, Марса, Меркурия и высокоточные наблюдения за движением советских автоматических межпланетных станций «Венера-9, -10, -11 и -12». В рамках общей теории относительности были составлены уравнения движения, которые путем численного интегрирования решались на быстродействующих ЭВМ.

В результате обработки всей информации (более 13 000 наблюдений!) определены элементы орбит планет, их радиусы, а также величина астрономической единицы, составлены таблицы положений планет в пространстве. О высокой точности созданной теории говорит следующий факт. С декабря 1981 по июнь 1982 года в Центре дальней космической связи была проведена серия радиолокационных наблюдений планет. Сравнение этих наблюдений с положениями планет, предсказанными новой теорией, показало, что отклонения составляют от одного до пяти километров. Напомним, что классическая теория Ньюкома имеет точность в несколько сотен километров.

Несмотря на бурное развитие и значительные достижения небесной механики, в ней существует еще много нерешенных проблем. Необходимо усовершенствовать теорию движения больших планет и Луны, исследовать эволюцию орбит спутников, кольца астероидов и т. д.

**Доктор физико-математических наук  
Э. Е. ХАЧИЯН**

## Активные галактики

Пожалуй, никогда еще со времени опубликования концепции академика В. А. Амбарцумяна об активности галактических ядер (1958 г.) активные галактики не исследовались так интенсивно и разносторонне, как в последние годы. Это прекрасно продемонстрировала работа XVIII Генеральной ассамблеи ИАУ.

Напомним, что активность галактических ядер проявляется в различных формах: истечение обычного

газа и выбросы релятивистских частиц, приводящих к образованию радиогало вокруг ядра; выбросы огромного количества газовой материи и сгустков релятивистской плазмы; выбросы голубых сгущений, светимость которых сравнима со светимостью карликовых галактик; и, наконец, деление ядер на два и более компонента, дающих начало формированию кратных галактик. Чем детальнее исследуются активные галак-

тики, тем очевиднее становится, что многие их особенности объясняются активностью ядер. Явления активности наблюдаются в самых разнообразных объектах: в сейфертовских галактиках, в квазарах, в голубых галактиках Арп, в компактных галактиках Цвикки, в галактиках с ультрафиолетовым избытком, в радиогалактиках.

В небольшой заметке невозможно рассказать о всех представленных на

съезде МАС докладах, в которых рассматривалась проблема активности галактических ядер. Этой проблеме были посвящены объединенная дискуссия «Активность ядер галактик» и два заседания комиссии МАС № 28 (Галактики). В основе большинства докладов, заслушанных на этих заседаниях, лежит концепция В. А. Амбарцумяна, что еще раз подтвердило ее актуальность, силу и неувядаемость.

Оптические исследования ярких сгущений в односторонних выбросах из ядер галактик М 87 (Дева А) и ЗС 273 выполнил М. Таренги (ФРГ). Он считает эти яркие сгущения... мини-ядрами, то есть активное ядро галактики извергает подобные себе миниядра!

А. Вилсон (Англия) представил обширный доклад о сходстве активности различных галактик. Его выводы основаны на детальных радиоизображениях галактик, полученных с помощью радиотелескопа VLA (Very Large Array), разрешение которого на коротких сантиметровых волнах превышает разрешение оптических телескопов. Распределение радиоизотоп в ряде галактик (Маркарян 34, Маркарян 270, NGC 1068, NGC 4151, ЗС 293, ЗС 305) наглядно показывает, что в их центральных областях (радиусом 100 пк) существуют сгущения. Вилсон рассмотрел также, как распределены лучевые скорости в сейфертовской галактике NGC 4151, и высказал предположение, что наблюдаемая в этой галактике сложная картина поля скоростей может быть объяснена двумя факторами: вращением галактики и симметричными выбросами из ядра.

Известный американский радиоастроном К. Келлерман привел радиоизображения ядерных областей галактик М 87, ЗС 111, ЗС 390.3, NGC 315, Лебедь А с разрешением  $0,005''$ . Эти области имеют поперечник всего  $0,05''$ . Непосредственно у самого ядра радиоизотопы вытянуты в том же направлении, что и у всей галактики. Следовательно, как считает Келлерман, в центральные области и в периферийные «радиоуши» релятивистские частицы поступают из ядра галактики.

А. Фабиан (Англия) исследовал рентгеновское излучение ядер активных галактик. Это излучение оказалось переменным, причем переменность выявляется в течение суток, а у одной галактики (NGC 6814) даже в течение 1000 секунд! Быстрые изменения в рентгеновском диапазоне Фабиан объясняет излучением небольших облаков, выбрасываемых из ядра под разными углами к лучу зрения наблюдателя.

Симметричные и односторонние выбросы из ядер обнаружены у мно-

гих активных галактик. Интересные фотографии таких галактик демонстрировал на съезде Р. Лайнг (США). П. Вилкинсон (Англия) наблюдал на волнах 18 и 6 см небольшие выбросы (протяженностью несколько килопарсек) непосредственно вблизи самого ядра галактик М 87 и ЗС 273. Он исследовал также двойные выбросы из ядер ЗС 286, ЗС 309.1, ЗС 147 и других. Протяженные односторонние радиовыбросы Г. Сваруп (Индия) наблюдал у квазаров ЗС 9 и ЗС 280.1. Детальные поляризаационные исследования показали, что магнитное поле направлено параллельно выбросу и изгибается вместе с ним.

Г. Майли (Голландия) сравнил результаты оптических и радионаблюдений некоторых протяженных радиоисточников. У одних источников (ЗС 305 и Дева А) радиоизотопы и оптические изотопы в линии  $H_{\alpha}$  подобны и хорошо коррелируют друг с другом. У объекта 1251 + 278 квазар? радиоизотопы смещены относительно оптических изотопов как в самом ядре, так и в связанной с ним сверхассоциации звезд. Майли установил также зависимость между шириной эмиссионных линий в видимом диапазоне спектра и радиосветимостью: чем шире линии, тем выше радиосветимость.

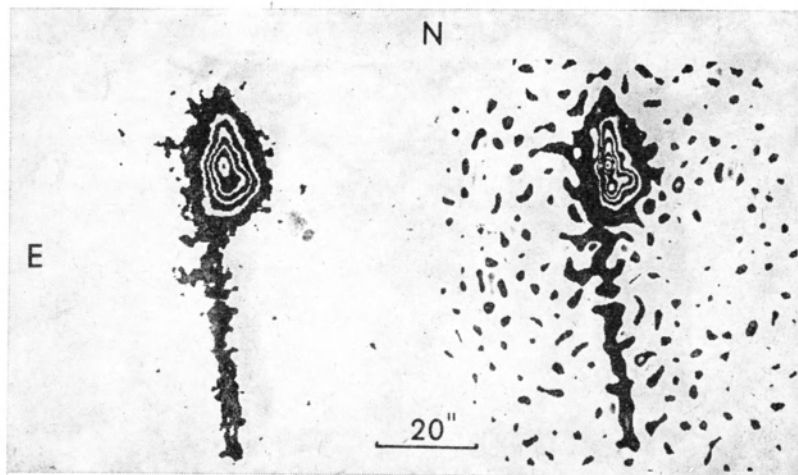
В. Ван Брюгел (Голландия) исследовал

радиоисточник ЗС 293. Его ядро состоит из двух компонентов, которые при большом разрешении распадаются на два компонента.

Известный американский астроном М. Бербидж рассказала об исследовании сильного радиоисточника ЗС 303, который имеет очень сложную структуру. В оптическом диапазоне на месте радиоисточника наблюдается яркая компактная N-галактика, в  $20''$  к западу от нее — слабый квазар, а в нескольких секундах от квазара — два ультрафиолетовых объекта. Один из них соединен с N-галактикой светящимся «мостом». Красное смещение галактики равно 0,141, квазара 1,57. В радиодиапазоне в этой области, помимо компактных источников, связанных с N-галактикой, квазаром и одним из ультрафиолетовых объектов, есть слабые протяженные источники. Но самое удивительное, что здесь обнаружен прямолинейный выброс, который очень похож на выброс из ядра галактики М 87. Прямолинейный выброс не совсем точно совпадает со светящимся «мостом», соединяющим N-галактику с ультрафиолетовым объектом.

Доклад автора заметки был посвящен результатам исследования активных галактик, ведущегося в Бюраканской астрофизической обсерватории АН АрмССР (Земля и Вселенная, 1980, № 6, с. 31.— Ред.). Большое число галактик с двойным ядром изучалось на 2,6-метровом телескопе Бюраканской обсерватории и на крупнейшем в мире 6-метровом телескопе Специальной астрофизической обсерватории АН СССР. На 6-метровом телескопе удалось получить снимки и спектры отдельных деталей в ядерных областях галактик с ультрафиолетовым избытком. Эти галактики объединены в одну группу лишь по единственному общему признаку — ультрафиолетовому

*Изображение галактики Маркарян 273 с двойным ядром и выбросом до машинной обработки (слева) и после машинной обработки (справа), выявившей тонкие детали в ядерной области галактики. Оригинальный снимок получен на 2,6-метровом телескопе Бюраканской астрофизической обсерватории АН АрмССР*



избытку в спектре. Но все ли эти галактики похожи друг на друга?

Оказывается, галактики с ультрафиолетовым избытком имеют разные спектральные и морфологические характеристики. Как впервые показал автор данной заметки, эти галактики делятся по своим спектральным особенностям на пять групп. Даже морфологически схожие галактики с ультрафиолетовым избытком (например, галактики с двойными ядрами) обладают разными спектральными особенностями. Более того, спектры двух ядер одной и той же галактики часто не похожи друг на друга. Не-



## XVII GENERAL ASSEMBLY PATRAS, GREECE, 1982



редки случаи, когда у галактик с двойными ядрами наблюдаются выбросы и струи, обычно заканчивающиеся голубыми сгущениями.

Активные галактики сейчас нахо-

дятся в центре внимания астрономов всего мира. Их исследования приближают нас к разгадке природы ядер галактик.

Кандидат физико-математических наук

В. Н. ЛУКАШ

## Проблемы космологии

Каждый съезд МАС — важнейшее событие в жизни ученых, исследующих Вселенную, ее эволюцию, структуру и фундаментальные свойства. На XVIII Генеральной ассамблее МАС и приуроченном к ее работе симпозиуме «Ранняя эволюция Вселенной и ее современная структура», проходившем в местечке Колимбари (примерно в 20 км от г. Ханья) на острове Крит, обсуждались методы обработки и интерпретации наблюдений, критически рассматривалась многочисленная, часто противоречивая научная информация. Наибольший интерес привлекло обсуждение проблем реликтового излучения, хаббловского расширения, пространственной структуры и физики ранней Вселенной.

Космическое равновесное радиоизлучение, пронизывающее Вселенную, имеет температуру 2,75 К, которая удивительно постоянна (изотропна) по всей небесной сфере. Спектр реликтового радиоизлучения лишь незначительно отличается от равновесного в области максимума (длина волны около 1 мм). По мнению Г. Смута (США), такое отличие может быть вызвано какими-либо радиоисточниками, излучающими в том же диапазоне волн, где наблюдаются искажения спектра. Не исключено также, что искажения спектра реликтового излучения связаны с ошибками измерений, которые особенно велики в субмиллиметровом диапазоне волн.

Единственные наблюдаемые отклонения от строго изотропного распределения на небесной сфере температуры реликтового излучения (анизотропия реликтового излучения) естественно объясняются движением Солнечной системы. Она движется относительно реликтового излучения со скоростью  $372 \pm 25$  км/с. Поскольку движение галактик Местной группы, куда входит и наша звездная система, известно, можно вычислить скорость этой группы относительно реликтового излучения. Она равна  $610 \pm 50$  км/с. Местная группа перемещается в направлении скопления галактик в созвездии Девы.

Обработывая измерения анизотропии реликтового излучения, важно правильно учесть вклад радиоизлучения нашей Галактики. Как подчеркнул в своем выступлении Д. Вилкинсон (США), недооценка этого вклада привела ранее наблюдателей к выводу о существовании заметной крупномасштабной анизотропии реликтового излучения. Правильная обработка результатов наблюдений не показала никакой анизотропии в распределении на небесной сфере температуры реликтового излучения. Достоверность такого заключения подтверждается также и тем, что обнаружено полугодовое движение Земли вокруг Солнца на фоне реликтового излучения. Результаты двух измерений — в декабре 1980 и в июне 1981 года — блестяще согласуются с расчетами.

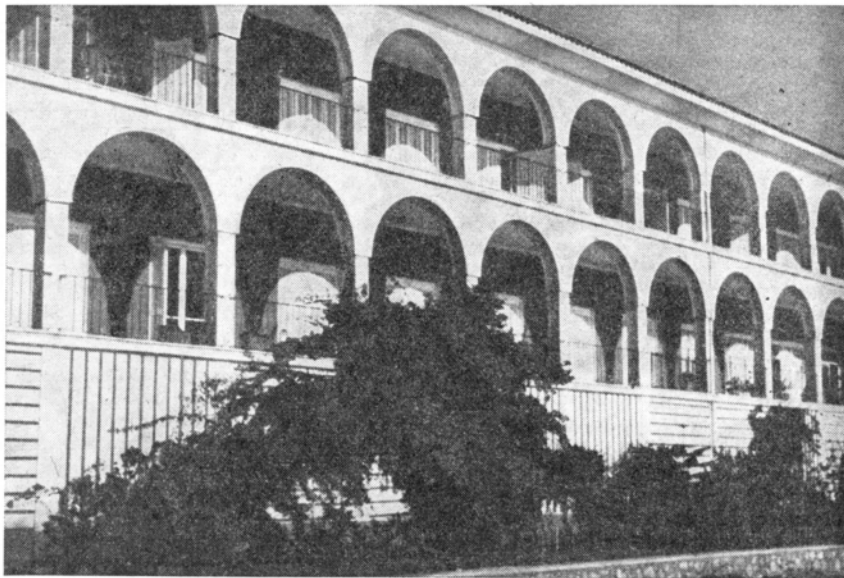
Чрезвычайно важным тестом для гипотез происхождения галактик служат измерения мелкомасштабных флуктуаций реликтового излучения. Они неизбежно должны быть вызваны первичными возмущениями плотности, из которых формировались галактики. Такие флуктуации все еще не найдены. Лучшие по точности измерения флуктуаций реликтового излучения выполнены на радиотелескопе РАТАН-600 Специальной астрофизической обсерватории АН СССР. В докладе Ю. Н. Парийского было отмечено, что в угловых масштабах  $10'$  амплитуда флуктуаций не должна превышать  $10^{-5}$ . Эта величина не соответствует ни одной гипотезе образования галактик. Согласно наиболее оптимистической оценке, во Вселенной, заполненной массивными нейтрино, амплитуда флуктуаций реликтового излучения в 3—4 раза больше, чем  $10^{-5}$ . Конечно, разрешить этот парадокс удастся только после обнаружения реальных флуктуаций.

До сих пор у астрономов нет единого мнения о величине постоянной Хаббла. Г. Тамман (Швейцария) оценивает постоянную Хаббла в  $50 \pm 7$  км/с·Мпк, Ж. Вокулер (США) дает значение в 2 раза большее. Подобное расхождение вызвано разными методами определения расстояний до далеких галактик и скоплений галактик. В этой связи весьма ценно замечание Я. Оорта (Голландия) — крупнейшего специалиста в области внегалактической астрономии. Он об-

ратил внимание на тот факт, что возраст старых шаровых звездных скоплений несовместим с постоянной Хаббла большей, чем 60 км/с-Мпк.

Особенно много докладов было посвящено крупномасштабной структуре Вселенной. Почти все светящееся вещество входит в сверхскопления, занимающие 10% объема Вселенной. Сверхскопления, имеющие вытянутую форму, соединены в сетчатую (иногда говорят, в паутинную или губчатую структуру). Возникла ли такая структура в результате фрагментации крупных масс первичного газа (а затем уже образовались скопления галактик, галактики, звезды) или путем сгущивания первичных звезд в более массивные объекты по цепочке масштабов — звездные скопления, галактики, скопления галактик? Окончательный ответ можно будет дать после обработки обзоров всего неба, которые завершаются в наши дни. Этот комплекс вопросов обсуждался в докладах А. Г. Дорошкевича, С. Ф. Шандарина и Я. Б. Зельдовича; Я. Э. Эйнасто, А. А. Клыпина и С. Ф. Шандарина (СССР); Г. Евстасиу (Англия); Р. Миллера (США).

Впервые на столь представительном симпозиуме, посвященном структуре и эволюции Вселенной, рассматривались процессы, которые происходили в очень далекую от нас эпоху, при временах около  $10^{-35}$  с от начала расширения Вселенной. Такую возможность предоставила космологам физика элементарных частиц, в частности теория «великого объединения». Эта теория позволила объяснить некоторые фундаментальные свойства Вселенной: глобальную пространственную однородность, высокую изотропию расширения, существование малых первичных возмущений плотности, а также понять, почему галактики и звезды состоят из вещества, а не из антивещества (Земля и Вселенная, 1983, № 2, с. 8.—Ред.). До недавнего времени эти фундаментальные свойства Вселенной считались постулатами любой космологической гипотезы.



*Здание в Колимбари, где проходили заседания симпозиума по космологии*

Венгерский физик А. Шалаи рассказал, к каким астрофизическим следствиям приводит предположение об отличии массы покоя нейтрино от нуля. В этом случае основная доля массы Вселенной будет сосредоточена в слабозаимодействующих нейтрино, что существенно повлияет на процесс образования крупномасштабной структуры Вселенной (Земля и Вселенная, 1981, № 1, с. 32.—Ред.). В докладе И. Д. Новикова и автора этой статьи разбирался вопрос о возникновении первичных небольших возмущений плотности, из которых на более поздних стадиях формировались галактики. Н. С. Кардашев и

И. Д. Новиков обратили внимание на то, что в ранней Вселенной могли появиться первичные черные дыры планетной массы. Если они существуют в современную эпоху, то парадокс «скрытой массы» будет разрешен (Земля и Вселенная, 1975, № 3, с. 32.—Ред.). Эволюция квазаров обсуждалась в докладе И. С. Шкловского. Он показал, что эпоха, когда образовались квазары, определяется временем сжатия газовых облаков, из которых формируются квазары.

Я рассказал далеко не о всех интересных докладах и сообщениях. Работа съезда и симпозиума наглядно продемонстрировала, что мы живем в прекрасное время, когда на наших глазах получают объяснение многие удивительные загадки, стоящие перед космологией.

## **АСТЕРОИДЫ И ВСПЛЕСКИ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ**

Солнечная система способна терять мелкие тела, в частности астероиды, которые превращаются в межзвездных скитальцев. Повинны в этом планеты-гиганты. Они переводят то один, то другой астероид на гиперболические орбиты. Судьба межзвездных скитальцев может быть весьма трагической, если на их пути встретится нейтронная звезда. В 1973 году американские астроно-



мы М. Харвит и Э. Салпетер выдвинули гипотезу о том, что падение на нейтронную звезду небольших тел порождает гамма-всплески. Такими телами могут оказаться и члены планетной системы нейтронной звезды — разумеется, если эта система существует (Земля и Вселенная, 1980, № 3, с. 33.—Ред.).

Напомним, что таинственные гамма-всплески впервые были зарегистрированы около десяти лет назад (Земля и Вселенная, 1980, № 1, с. 34.—Ред.). Их удалось обнару-



жить с помощью спутников, потому что земная атмосфера гамма-лучей не пропускает. До сих пор ни один источник гамма-всплесков уверенно не отождествлен с каким-либо объектом, наблюдаемым в другом диапазоне длин волн. Интересно, что все известные источники гамма-всплесков находятся в пределах нашей Галактики, причем не слишком далеко от Солнца — на расстоянии нескольких сотен парсеков. Для сравнения укажем, что расстояние до центра Галактики около 10 000 пк.

В 1981 году У. Говард с сотрудниками из Калифорнийского университета рассмотрели, как происходит встреча гипотетического стального астероида сферической формы (поперечник 4 км) с нейтронной звездой, масса которой в 1,5 раза превышает солнечную. Радиус звезды порядка 10 км.

Согласно расчетам, время свободного падения астероида на такую звезду с расстояния 10 000 км занимает всего около 1 с. Мощное гравитационное поле звезды оказывает необычайно сильное воздействие на астероид: за короткое время его форма совершенно меняется. Перед самым столкновением астероид теряет сферическую форму и превращается в усеченный конус. Его нижнее основание в месте столкновения имеет поперечник около 200 м, а верхнее — 800 м, длина же превышает 70 км! Кинетическая энергия столкновения в течение 0,001 с превратится в электромагнитное излучение. Но выбросы с места падения создадут над поверхностью нейтронной звезды облако, сквозь которое гамма-лучи не прорвутся.

Гамма-всплески могут наблюдаться лишь в том случае, если у поверхности нейтронной звезды существует мощное магнитное поле (порядка  $10^{12}$  Гс). С. Колгейт и А. Пачек (Калифорнийский университет) показали, что магнитное поле вызывает дополнительное изменение формы астероида. У поверхности звезды он становится похожим на ленту толщиной всего несколько миллиметров (в направлении долготы магнитного поля) и шириной несколько километров (в направлении широты магнитного поля). Длина ленты составляет десятки километров. Плотность вещества астероида в такой ленте около 1 млн. г/см<sup>3</sup>. Вещество астероида проникает в нейтронную звезду на глубину порядка 20 м и превращается в горячую плазму, выносимую оттуда магнитным полем. Радиация такой плазмы и наблюдается, как думают исследователи, в виде гамма-всплесков.

Sky and Telescope, 1982, 63, 6.

Доктор физико-математических наук  
К. Н. ФЕДОРОВ

## На важнейших направлениях науки об океане

В августе 1982 года в Галифаксе (Канада) состоялась Объединенная океанографическая ассамблея. Такие ассамблеи, созываемые каждые 5—6 лет, унаследовали традиции Первого и Второго океанографических конгрессов, проводившихся в Нью-Йорке в 1959 и в Москве в 1966 году. В их подготовке, финансировании и проведении участвуют все основные международные океанографические организации, а возглавляет подготовку Научный комитет по исследованию океана Международного совета научных союзов (СКОР). Прошедшая ассамблея в Галифаксе насчитывала более 700 участников. Советскую делегацию возглавлял академик Л. М. Бреховских.

### НАУЧНАЯ ПРОГРАММА

Наиболее важная часть научных программ таких ассамблей — пленарные лекции, суммирующие главные достижения наук об океане за последние годы. Кроме них проводятся специализированные симпозиумы, их обычно бывает около 30. Одновременно организуются стендовые доклады, с которыми можно познакомиться в перерывах между симпозиумами и в свободное от заседаний время. В вечерние часы и в выходные дни собираются на свои заседания международные комитеты, ассоциации и рабочие группы. При напряженном расписании работы ассамблеи национальные группы, если они хотят участвовать во всех важных мероприятиях, должны включать не менее 10—12 активных специалистов из различных областей океанологии. Численность большинства делегаций в Галифаксе и была примерно такой, исключение составили научные группы из Канады и США — число специалистов из этих стран превышало половину общего числа участников.

Автор статьи с 1976 по 1980 год был президентом СКОР, поэтому ему выпала честь составлять проект научной программы последней ассамблеи на основе заявок и предложений, поступивших от различных орга-

низаций. Изменения и дополнения к программе были затем согласованы в ходе подготовительной работы, проделанной Научным программным комитетом ассамблеи под председательством члена Исполкома СКОР У. Хэй (США). В результате в программу ассамблеи в Галифаксе вошли общие сессии со следующими темами: основные достижения в океанологии; океан и климат; ресурсы океана; короткоживущие трассеры; палеоокеанография; обобщающие лекции. Наиболее интересными пленарными лекциями оказались: «Диапикническое перемешивание в толще вод океана» (К. Гаррет, Канада), «Хемосинтез в глубинных гидротермальных источниках» (Г. Яннаш, США), «Происхождение океанских бассейнов» (У. Хэй, США).

### НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОКЕАНОЛОГИИ

На ассамблее в Галифаксе особенно была заметной смена поколений ученых, обычно «задающих тон» в научных дискуссиях. Аудитория помолодела. Многие крупные специалисты старшего поколения, активно участвовавшие в работе прошлых ассамблей, на этот раз не смогли приехать, другие не проявили присутствующей им раньше деловой активности. На смену им в списке докладчиков и организаторов симпозиумов появились новые имена. Сохранится ли эта тенденция до будущих научных встреч, какую роль играют в ней нынешние финансовые трудности, связанные с инфляцией, и насколько такая тенденция отражает общее усложнение научных концепций в океанологии, пока сказать трудно.

Такое усложнение весьма свойственно сегодняшней океанологии. Например, сейчас, после открытия синоптических вихрей в океане (Земля и Вселенная, 1979, № 3, с. 14.—Ред.), совсем иными стали наши представления об океанских течениях. Недавний советско-американский эксперимент ПОЛИМОДЕ (Земля и Вселенная, 1979, № 4, с. 63.—Ред.), ряд других программ и, наконец, обилие



новой информации, доставленной искусственными спутниками Земли, чрезвычайно расширили объем сведений о движении вод в океане. Движение это оказалось намного сложнее как в планетарном масштабе, так и в деталях. Усложнились и представления о перемешивании вод. Если раньше мы считали океан постоянно и везде турбулентным, то теперь вырисовывается иная картина. Мы ясно себе представляем, что в расслоенной толще его вод преобладает ламинарный характер движения. Турбулентность в океане быстро затухает, и «вспышки» турбулентности сравнительно редки. Вопрос об источниках энергии, конечно, остается кардинальным для любых суждений о характере перемешивания в водной толще. Теперь мы научились различать и многообразные процессы локального перемешивания, благодаря которым тепло и соли поступают с поверхности в глубинные слои. Лабораторные эксперименты позволили численно оценить эффективность этих процессов.

В последнее время океанологи стали использовать в качестве меток, или, как их теперь называют, **трассеров**, некоторые короткоживущие изотопы (например, изотоп трития) и загрязняющие вещества, внесенные в океан. Это дало возможность количественно оценить тот эффективный обмен различными газами (например,  $\text{CO}_2$ ), который происходит между нижними слоями вод и поверхностными.

Открытие в глубинных термальных источниках синтеза органического вещества бактериями за счет энергии окислительных реакций [хемосинтеза], обнаружение новых видов организмов, а также выявление необычных форм симбиоза бактерий с беспозвоночными — все это интереснейшие и, вероятно, еще не последние примеры того, как усложняются наши представления о развитии жизни в океане. Наконец, идеи о происхождении океанских бассейнов на основе совершенно новых взглядов на тектонику литосферных плит за послед-

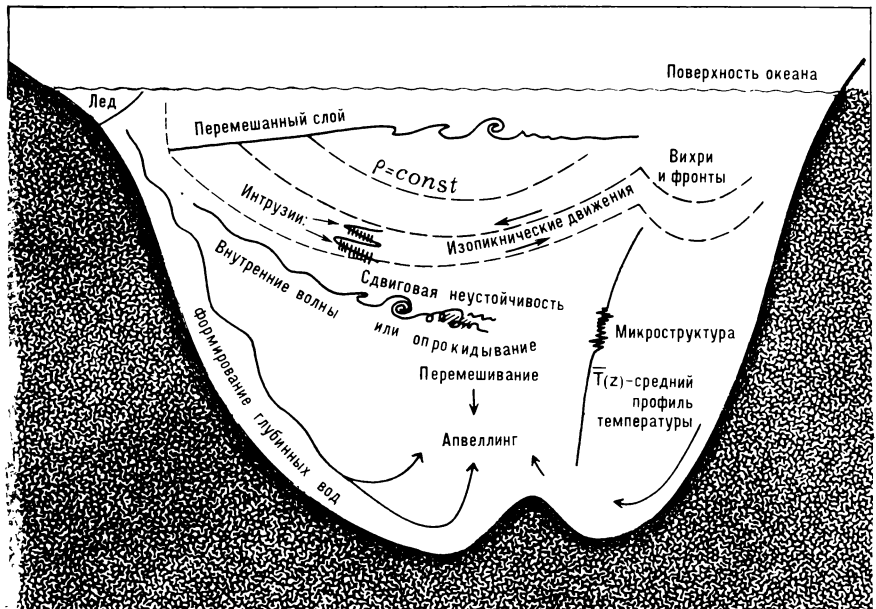
ние годы пережили существенную эволюцию. В результате объединенные усилия геофизиков, геоморфологов, палеоклиматологов, палеоокеанологов были направлены на разгадку многих сложных проблем происхождения нашей планеты. В своем докладе на ассамблее В. А. Крашенинников (СССР) отметил, что благодаря этому объединению усилий в современной стратиграфии наметился общий переход от региональных схем к схемам, близким к глобальным.

На научных заседаниях в Галифаксе с особой силой проявилась еще одна тенденция современной океанологии. Речь идет о том, что за последние годы существенно возросла зависимость всех научных дисциплин океанологии от успехов **физики океана**. Специалистов по планктону интересует генерация и распределение «пятен» турбулентности и тонкая структура верхнего слоя океана. Для численного моделирования биологических сообществ совершенно необходима информация об изменчивости систем течений и их вертикальной структуре, а ведь ее можно получить только из гидрофизических моделей. В своем докладе Т. Такахаши (Япония) сказал, что проблему поведения **океана как резервуара  $\text{CO}_2$**  можно до конца выяснить, только зная все закономерности вертикальной циркуляции вод. Сведения о взаимодействии океана и атмосферы нужны геологам и палеоокеанологам, потому что без них нельзя воссоздать в моделях правдоподобную геологическую историю происхождения и жизни океанических бассейнов. Это стало темой лекции

У. Хэя (США). Многие закономерности образования осадков в океане невозможно понять, не привлекая данные о физической природе океанических фронтов и о фронтальных биологических сообществах. Но есть и сугубо практические нужды. Например, нынешняя стратегия промысла кальмара в водах, омывающих Новую Зеландию, как показал М. Боуман (США), всецело зависит от результатов изучения циклонических вихрей в этих водах.

Участие в международных научных съездах, подобных ассамблее в Галифаксе, дает представление об уровне развития океанологии в различных странах. В какой-то мере об этом можно судить по числу представленных научных докладов. Ученые США, например, вместе с учеными Канады представили на ассамблею больше половины всех

*Схема, которой К. Гаррет (Канада) иллюстрировал свой пленарный доклад о диапикническом перемешивании вод (процесс переноса свойств через поверхности равной плотности, изопикны, в противоположность «изопикническому» перемешиванию, при котором процесс осуществляется вдоль этих поверхностей). На меридиональном разрезе через океан схематически показаны все процессы, участвующие в перемешивании вод*



докладов. Здесь (помимо географической близости к Галифаксу), безусловно, сказались большие капиталовложения, которые были сделаны в этих странах в развитие морских наук в 60-х годах. Как раз около 20 лет назад в Дартмуте начал работать самый крупный канадский океанологический центр — Бедфордский институт океанологии. Сегодня это процветающее научное учреждение со своим собственным исследовательским флотом и многообещающей научной молодежью. ОБЛИК

#### СЕГОДНЯШНЕЙ ОКЕАНОЛОГИИ

Океанологи в последние годы активно исследовали синоптические вихри в океане, открытые в 70-х годах советскими учеными. Еще не обработаны до конца результаты советско-американского эксперимента ПОЛИМОДЕ, но уже ясно, что в ближайшее десятилетие не менее пристальное внимание будет обращено на исследование океанических фронтов, связь которых с вихрями несомненна. С энтузиазмом было принято сообщение профессора М. Стерна (США) о том, что фронты в океане станут в 1983 года темой ежегодного семинара по геофизической гидродинамике в Вудс-Холском океанографическом институте. Это весьма своевременное мероприятие, так как общепринятой гидродинамической теории фронтальных явлений в океане пока не существует.

На ассамблее в Галифаксе доклады о фронтах в океане занимали видное место. Помимо пленарной лекции К. Гаррета, касавшейся процессов перемешивания на фронтах, состоялась специальный симпозиум, посвященный этой проблеме. Об исследованиях фронтов в разных аспектах (в том числе и в биологическом) сообщалось и на других симпозиумах. Кроме того, им было посвящено 18 стендовых докладов. Динамика океанских вихрей также обсуждалась на специальном симпозиуме. Специалисты единодушно признали важным продолжать изучение вихрей синоптического масштаба в тесной связи с исследованием фронтов, рекомендовано также организовать новые международные исследования вихрей Гольфстрима во второй половине текущего десятилетия.

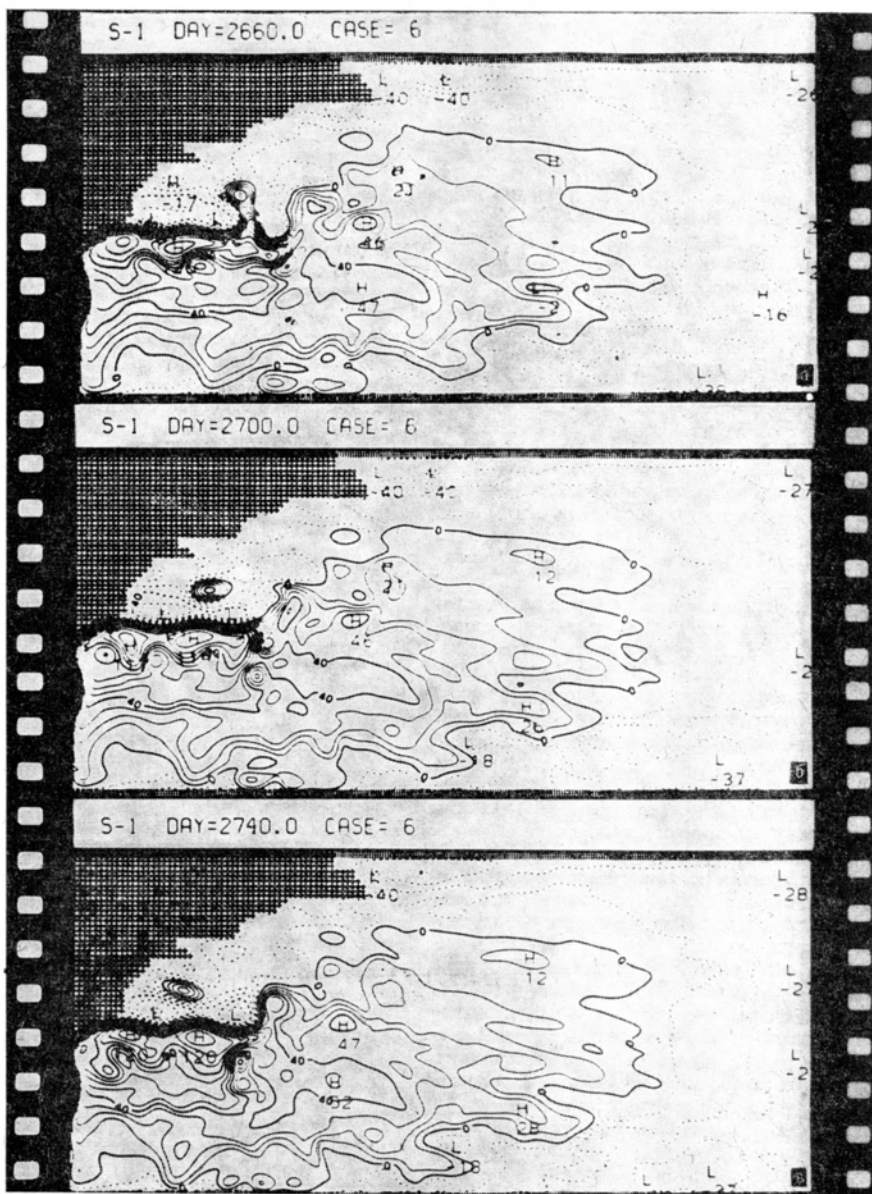
Усложнение наших представлений о физико-химических характеристиках вод океана из-за наличия в нем вихрей и фронтов требует теперь пересмотра взглядов и на структуру живого мира в океане. В своем докладе О. И. Кобленц-Мишке (СССР) наметила пути создания сов-

ременной классификации морских экосистем. Классификация должна включать по крайней мере четыре ранга: сообщество Мирового океана; сообщества планетарных и макромасштабных круговоротов; сообщества вихрей синоптического масштаба; сообщества более мелких вихрей.

Ассамблея в Галифаксе продемонстрировала усиливающуюся роль численного моделирования в океанологии. В докладах сообщалось об использовании его для решения различных задач: изменчивости климата в связи с проблемой CO<sub>2</sub> (К. Брайан, США), климатологии будущего (М. Шлезингер, США), палеоклима-

тологии (Е. Баррон, США), прогнозирования аномальных потеплений вод у побережья Перу, связанных с явлением Эль-Ниньо (Дж. О'Брайен, США), общей циркуляции океана (У. Холланд, США), многовидового рыболовства (Дж. Шефферд, Англия

*Кадры из фильма У. Холланда, любезно предоставленные им автору статьи. Они иллюстрируют эксперименты с трехслойной численной моделью северо-западной Атлантики. а — г — последовательные картины линий тока на поверхности океана*



и Е. Урсин, Дания). У. Холланд показал на ассамблее специальный фильм, отражающий эксперименты с трехслойной моделью северо-западной Атлантики. Воспроизведение этой моделью Гольфстрима было впечатляющим зрелищем.

с интервалом в 40 дней экспериментального счета (с 2660 по 2860 день). Видно, как от Гольфстрима (жирная линия в левой части) отделяются кольца и перемещаются на запад

На заседаниях ассамблеи активно обсуждалась проблема  $\text{CO}_2$ . Т. Такахаши (Япония) представил проблему в глобальном масштабе и оценил буферную роль океана как резервуара-накопителя двуокиси углерода, поступающей туда из атмосферы. Его расчеты показали, что за период с 1958 по 1972 год содержание  $\text{CO}_2$  в океане в среднем возросло в той же пропорции, что и в атмосфере. Е. Дегенс (США) впервые представил глобальную оценку роли рек в углеродном балансе океана: содержание органического углерода в 70% обследо-

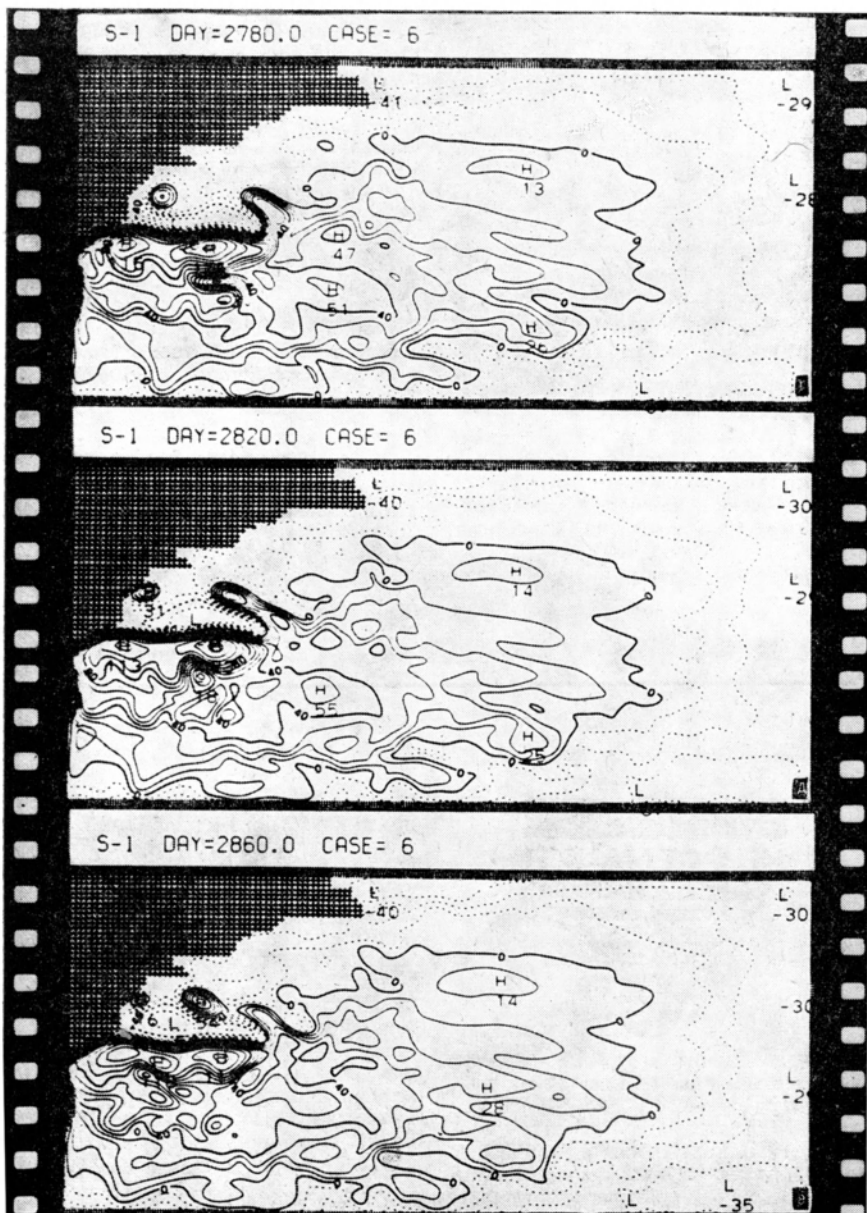
ванных рек мира колеблется от 1 до 30 мг/л. Это означает, что суммарный углеродный вклад всех рек в океан составляет 0,2—4 гигатонны органического углерода в год. Реки оказывают влияние на углеродный баланс океана еще и потому, что выносят в океан биогенные элементы. Вынос нитратов такими «индустриальными» реками, как Сена и Рейн, увеличился за последние всего лишь пять лет колоссальным образом — в 20—30 раз. В результате в районах стока в океан сильно возрастает продукция планктона, достигающая, по оценке Дегенса, одной гигатонны в год и идущая на пополнение запаса густуса в океане.

Профессор Р. Ревелл (США) представил на ассамблею разработанный им прогноз влияния двуокиси углерода на климат Земли. Основан он на глобальной модели С. Манабе (США) и экстраполяции сегодняшних темпов накопления  $\text{CO}_2$  в атмосфере. Темпы эти, по его мнению, несколько снизились из-за энергетического кризиса последних лет. Поэтому, если содержание двуокиси углерода в атмосфере и удвоится, как предсказывают многие специалисты, то произойдет это не раньше, чем в 2080 году. Средняя температура воздуха у поверхности Земли может возрасти в результате парникового эффекта на 2—3°С, причем это возрастание в северном полушарии будет неодинаковым на разных широтах:

- +4° на 50° с.ш.
- +6° на 65° с.ш.
- +9° на 79° с.ш. (зимой)
- +4° на 79° с.ш. (летом)

Северный Ледовитый океан, как предполагает Р. Ревелл, летом будет свободным ото льда, а таяние ледников в западном секторе Антарктиды растянется на 200—1000 лет. Ожидается также, что вечная мерзлота в Сибири постепенно исчезнет. Экономические последствия этих климатических изменений, по мнению Ревелла, могут оказаться очень серьезными.

Облик современной океанологии был бы неполным без упоминания важных открытий в морской биологии и морской геологии и геофизике. Открытия в этих областях идут рука об руку, как бы подчеркивая единство наук об океане. С помощью новой теории глобальной тектоники показано, что расширение океанического дна повсюду сопровождается гидротермальными явлениями. Это подтвердилось и на практике. Выходы термальных вод с высоким содержанием солей различных металлов, первоначально обнаружен-



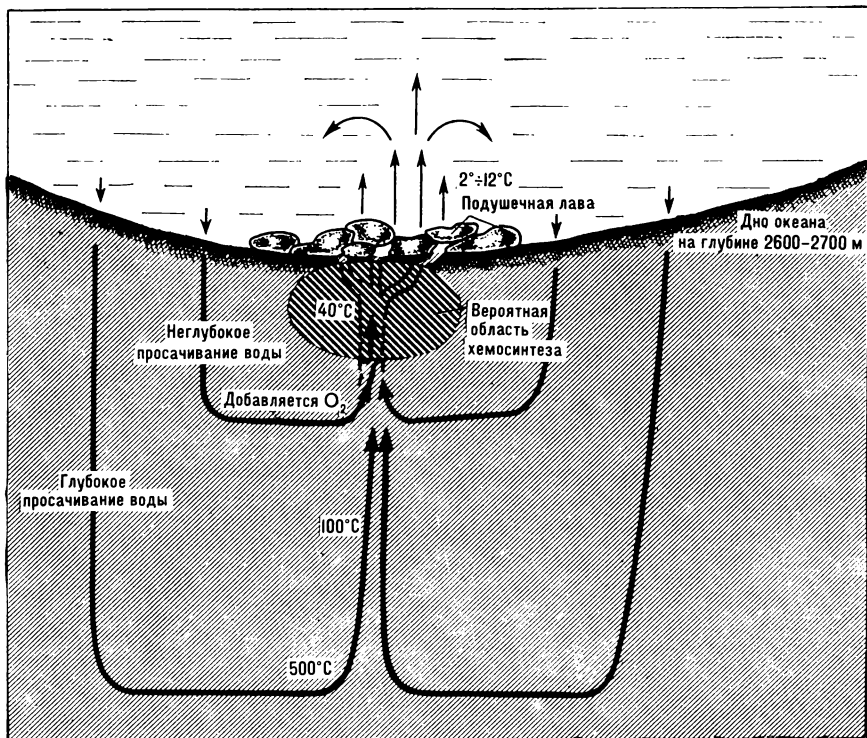


Схема глубинного термального источника (по Г. Яннашу, США)

ные в красноморском рифте (Земля и Вселенная, 1980, № 5, с. 53.— Ред.), были в последние годы най-

дены в Атлантике и в Тихом океане. Вместе с этими источниками открыты не только обширные отложения экономически ценных металлоносных осадков, но и не известные ранее, в высшей степени специализированные биологические сооб-

щества. В основе их оказались хемосинтезирующие бактерии, процветающие в среде гидротермальных вод. Пленарная лекция Г. Яннаша (США) содержала много интереснейшей информации о новых формах жизни (гигантские трубчатые морские черви, необычные крабы и моллюски и некоторые ранее неизвестные организмы), обнаруженных в гидротермах Галапагосского рифта на глубине около 2600 м во время недавних экспедиций Вудс-Холльского океанографического института с применением погружаемого аппарата «Алвин». Эти биологические открытия в свою очередь стимулируют работу геологов, изучающих далекое прошлое океана. Не исключено, что термальные источники были весьма характерными для водной среды океана в эпоху раннего докембрия, а это, по-видимому, определяло совершенно иной, по сравнению с современным, состав фауны и характер донных отложений. Некоторые ученые полагают, что земная жизнь возникла в океане именно на основе хемосинтеза, а фотосинтезирующие живые организмы возникли позже.

Автору статьи как океанологу-физику не всегда легко оценить в полной мере значение всех результатов биологических и геолого-геофизических исследований океана, которые обсуждались на ассамблее в Галифаксе. Но несомненно одно: они дадут материал для множества научных публикаций, которые будут внимательно изучаться океанологами в ближайшие годы.

## МАРГАНЕЦ НА ДНЕ ОКЕАНА

Во многих районах спрединга (растяжения океанического дна) обнаружены скопления полиметаллических сульфидов. Недавно группа геологов и геофизиков из Великобритании и Новой Зеландии сообщила об открытии аналогичных скоплений в районе островных дуг на юго-западе Тихого океана.

Крупные отложения марганца здесь приурочены к местам выброса перегретых термальных вод со дна океана. Это первый случай, когда подобные месторождения находят в области островной дуги.

О гидротермальном происхождении залежей говорит анализ связанных с ним изотопов урана. Изучение коры, образованной окислом марганца, в поднятых со дна образцах свидетельствует: марганец накапливается здесь значительно бы-

стрее, чем в марганцевых конкрециях известного ранее типа.

Авторы высказывают предположение, согласно которому дальнейшее изучение этого района может привести к открытию сульфидных полиметаллов. Теперь очевидно, что не только центры спрединга, расположенные, как правило, вдоль срединно-океанических хребтов, но и молодые в геологическом отношении островные дуги нужно считать перспективными в смысле потенциальных месторождений сульфидов, пригодных к разработке.





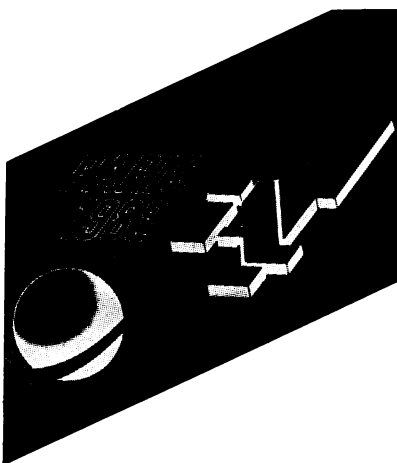
Сотрудник Совета «Интеркосмос»  
при АН СССР  
С. А. НИКИТИН

## XXXIII конгресс МАФ

С 26 сентября по 2 октября 1982 года в Париже состоялся XXXIII конгресс Международной астронавтической федерации (МАФ). В работе конгресса приняли участие около 1000 ученых и специалистов в области исследования и использования космического пространства из 37 стран, в том числе из СССР. Советскую делегацию (в нее входили 45 ученых и специалистов) возглавлял вице-президент АН СССР, председатель Совета «Интеркосмос» академик В. А. Котельников. В работе конгресса участвовали основной (В. А. Джанибеков, А. С. Иванченков и Ж.-Л. Кретьен) и дублирующий (Л. Д. Кизим, В. А. Соловьев и П. Бодри) советско-французские международные экипажи, а также летчик-космонавт СССР А. С. Елисеев, летчик-космонавт ГДР З. Йен, летчик-космонавт НРБ Г. Иванов, летчик-космонавт ВНР Б. Фаркаш и американский астронавт Ч. Фуллертон. Работу конгресса освещали около 150 корреспондентов и научных обозревателей.

Общая тема XXXIII конгресса МАФ, его девиз — «Космос в 2000 году». Как подчеркивали организаторы конгресса, поскольку его работа проходила в канун 25-летия запуска первого искусственного спутника Земли, а до начала нового тысячелетия осталось совсем немного, этот момент удобен, чтобы оценить сделанное и обсудить перспективы освоения космоса в ближайшие 20 лет. На специально посвященном этому форуму выступили академик В. А. Котельников, президент Национального центра космических исследований Франции (КНЕС) Ю. Кюръен, генеральный директор Европейского космического агентства Э. Квистгаард, И. Бики (НАСА, США).

Академик В. А. Котельников напомнил о крупных успехах в изучении космоса за истекшие 25 лет. Не намечая конкретных рубежей, которых человечество достигнет к 2000 году, что будет зависеть от многих



*Эмблема XXXIII конгресса  
Международной астронавтической  
федерации, проходившего  
во Франции  
в 1982 году*

причин и, в частности, от того, какие средства удастся выделить для этих целей, он нарисовал впечатляющую картину космических исследований в предстоящем десятилетии. По мнению академика В. А. Котельникова, темпы освоения космоса в практических и научных целях в ближайшие десятилетия не уменьшатся и к 2000 году мы станем свидетелями новых больших достижений. Он также подчеркнул, что на недавно закончившейся второй конференции ООН по космосу «Юниспейс-82» (Вена, август 1982 г.) почти все делегации высказали тревогу по поводу угрозы милитаризации космоса и выдвинули настойчивые требования не выводить оружие на космические орбиты. «Эти опасения и требования разделяем и мы. Пусть космос будет мирной ареной сотрудничества человечества.

Пусть возможности, которые открывает перед человеком освоение космоса, используются исключительно в мирных целях», — сказал В. А. Котельников.

Ю. Кюръен и Э. Квистгаард в своих выступлениях подчеркнули важное значение и перспективность таких прикладных направлений космических исследований, как спутниковая связь и изучение природных ресурсов Земли из космоса. Отметив повышение интереса к практическим результатам космических исследований и проникновение космонавтики во многие сферы человеческой деятельности (по оценке Ю. Кюръена, число людей, только непосредственно связанных с изучением и освоением космического пространства, в настоящее время составляет около 1 млн. человек), президент КНЕС в качестве принципиальных проблем космических исследований, подлежащих решению в ближайшие десятилетия, назвал следующие: сокращение стоимости космических исследований; создание условий, которые позволят устранить необходимость тщательного отбора и подготовки космонавтов, а следовательно, дадут возможность любому человеку совершить полет в космос; ориентацию на «небольшие структуры», то есть переход к небольшим экономичным проектам, что позволит малым странам принять участие в их реализации.

И Ю. Кюръен, и Э. Квистгаард подчеркивали огромное значение международного сотрудничества в космических исследованиях, особенно его всемерного развития в ближайшие десятилетия.

В последние годы на конгрессах МАФ большую популярность завоевали специальные заседания, получившие название «Current Events» (текущие события), на которых обсуждаются основные достижения и события в космонавтике за истекший после предыдущего конгресса год. На XXXIII конгрессе одно из таких заседаний было посвящено предварительным результатам поле-





Парижский Дворец конгрессов, в котором проходили заседания XXXIII конгресса МАФ

та советских межпланетных автоматических станций «Венера-13» и «Венера-14» и орбитальной научной станции «Салют-7». Советские ученые обстоятельно рассказали об этих новых достижениях отечественной космонавтики, ответили на вопросы; был также показан кино-

фильм об орбитальной станции «Салют-7».

Особый интерес вызвало заседание, посвященное полету советско-французского экипажа. Об этом полете вместе с советскими и французскими учеными рассказали члены международного экипажа — космонавты В. А. Джанибеков, А. С. Иванченков и Ж.-Л. Кретьен. Ученые в своих выступлениях подчеркивали, что хотя информация, полученная в ходе этого полета, еще обрабатывается, уже сегодня можно утверж-

дать: научные итоги полета советско-французского экипажа впечатляющи.

На конгрессе работали семь технических секций: «астродинамика», «техника и проектирование космических аппаратов», «двигатели», «материалы и конструкции», «космос и проблемы образования», «влияние космической деятельности на человечество», «развитие промышленности и космическая техника»; девять симпозиумов, коллоквиум по космическому праву. Прошли также два специальных заседания, организованные Международной академией астронавтики, на которых обсуждались проблемы SETI и научно-правовые аспекты проблемы «Энергия из космоса». Специальные симпозиумы были посвящены транспортным системам, спутникам связи, наблюдениям Земли и окружающей среды из космоса, экономике и эффективности космических исследований, истории астронавтики и другим направлениям космических исследований. В общей сложности за время работы конгресса состоялось 49 заседаний, было заслушано около 400 докладов и сообщений.

«Дух сотрудничества» — так коротко охарактеризовал атмосферу, царившую в течение шести дней работы конгресса, А. Ремондьер (Франция), председатель программного комитета XXXIII конгресса МАФ.

Очередной, XXXIV конгресс МАФ состоится в Будапеште (Венгрия) в октябре 1983 года.

## НОВЫЕ КНИГИ

### БЕСЕДЫ С КОСМОНАВТОМ

Однажды журналисту И. Н. Бубнову поручили подготовить материал о создании первого в мире космического корабля «Восток». Он обратился к тому, кто непосредственно участвовал в создании корабля, — Герою Советского Союза, летчику-космонавту СССР, доктору технических наук К. П. Феоктистову. Итогом их многократных бесед и стала книга «О космолетах», которую в конце 1982 года выпустило издательство «Молодая гвардия».

Книга состоит из трех частей: «Вчера и сегодня», «Сегодня и завтра», «Завтра и послезавтра».

В первой части ведется рассказ о том, как девятилетний мальчик

Костя Феоктистов, прочитав популярную книгу Я. Перельмана «Межпланетные полеты», принял твердое решение: «вырасту большим — займусь созданием космических кораблей»; как будущий космонавт учился в Московском высшем техническом училище имени Н. Э. Баумана, начал свой конструкторский путь, защитил кандидатскую диссертацию. Здесь же — воспоминания о С. П. Королеве, о создании «Востока» и полете Ю. А. Гагарина.

Начало второй части снова возвращает читателя к нелегкому детству К. П. Феоктистова. Когда началась Великая Отечественная война, ему шел шестнадцатый год. Несколько месяцев воевал, его расстреливали немцы, лежал раненный в госпитале. Затем, уже в эвакуации, в Средней Азии, — учеба в десятом классе. Завершается часть повествованием об орбитальных

станциях первого и второго поколений.

Не рассказывая подробно о последней части, просто перечислим главы, из которых она состоит: «Вот если бы на Марсе обнаружили жизнь...», «Ракета, самолет или ракетный самолет?», «Останется ли человечество на Земле?», «Рентабельный космос».

Эту книгу с удовольствием прочитают люди разных возрастов и профессий.



Академик АН ТаджССР  
П. Б. БАБАДЖАНОВ

## Институту астрофизики АН ТаджССР — 50 лет

### ОБСЕРВАТОРИЯ «ВЫРАСТАЕТ» В ИНСТИТУТ

В IX—XI веках в Средней Азии наряду с математикой, медициной, географией, философией и литературой большого расцвета достигла и астрономия. Труды Абу Али ибн Сины (Авиценны), Абу Рейхана аль-Бируни, Абу Махмуда Худжанди, Омара Хайяма, Улугбека и многих других талантливых ученых Востока явились бесценным вкладом в развитие мировой астрономической науки. Но в дореволюционном Таджикистане начала XX века наследие великих ученых прошлого было почти забыто. Здесь не существовало какого-либо научного учреждения или высшей школы и не проводились астрономические наблюдения. Возрождение науки, в том числе и астрономии, стало возможным в Таджикистане только при советской власти. Начало астрономическим наблюдениям в республике положила Таджикско-Памирская экспедиция Академии наук СССР (1930—1934 гг.).

13 ноября 1932 года Совет Народных Комиссаров Таджикской ССР принял постановление об организации в Душанбе астрономической обсерватории. Основные научные направления деятельности обсерватории — изучение метеоров, комет и переменных звезд — выбирались с учетом географического положения и климатических условий Таджикистана. На обсерваторию были возложены исследования астроклимата в различных районах республики, а также культурно-просветительная работа среди населения.

Научные исследования в Таджик-

ской астрономической обсерватории начались в 1933 году. Ее первым директором был назначен опытный наблюдатель метеоров И. С. Астапович, которого в 1934 году сменил известный исследователь переменных звезд В. П. Цесевич. Штат обсерватории в то время состоял из тринадцати человек.

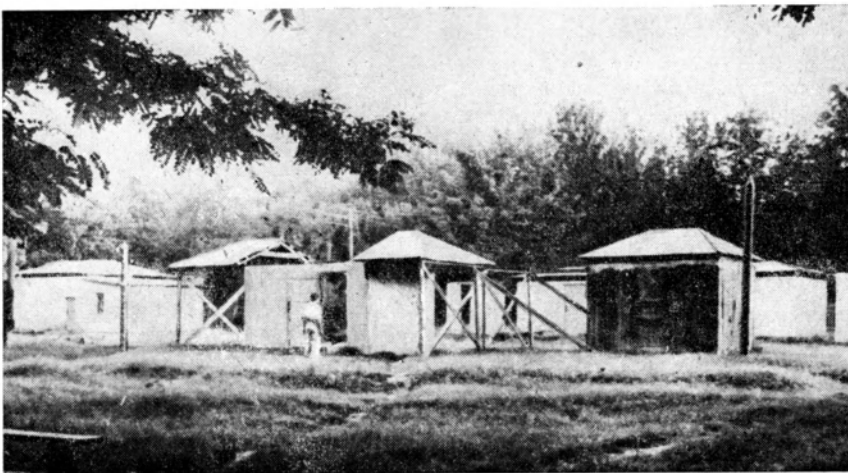
В оснащении молодой обсерватории большую помощь оказали московские и ленинградские астрономические учреждения. В 1933 году астрономическая обсерватория Ленинградского университета и Пулковская обсерватория прислали в Таджикистан 8-дюймовый рефрактор, универсальный инструмент, астрономические часы, 5-дюймовый апохромат Цейса. В том же году был приобретен 6,5-дюймовый рефрактор Штейнгеля. В 1938 году в мастерских Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга изготовили для Таджикской обсерватории метеорный патруль. В 1939—1940 годах в мастерских обсервато-

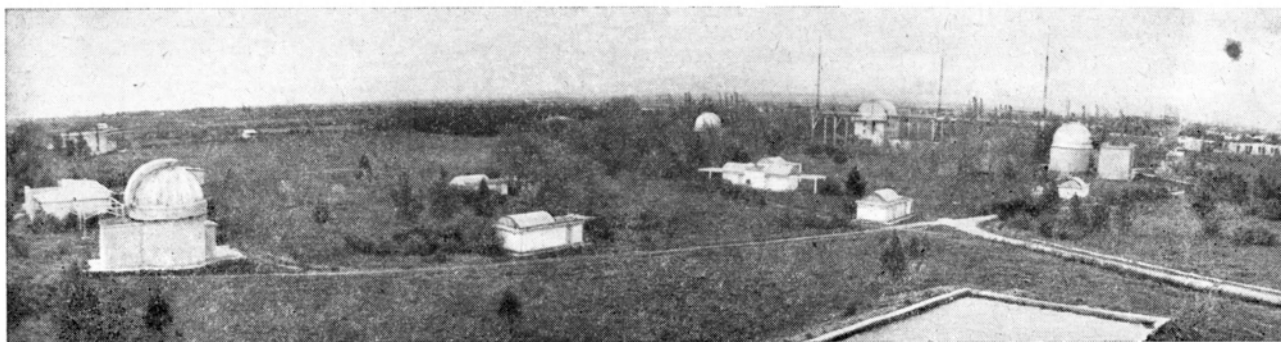
рии были созданы два двойных астрографа и астрокамера, которые предназначались для фотографических наблюдений переменных звезд.

Визуальные наблюдения метеоров и переменных звезд начались в обсерватории в 1933 году. С 1934 года в обсерватории ведутся систематические наблюдения комет, метеорных следов, а с 1937 года — телескопических метеоров. Результаты наблюдений публиковались в издаваемых с 1934 года циркуляре и трудах Таджикской астрономической обсерватории. Это были первые в Таджикистане научные публикации по астрономии.

В 1941 году обсерватория (недолго до этого ее директором стал известный наблюдатель переменных звезд А. В. Соловьев) была передана в ведение Таджикского филиала АН

*Так выглядели раньше павильоны  
Таджикской астрономической  
обсерватории (1939 г.)*





*Гиссарская обсерватория  
Института астрофизики  
АН ТаджССР*

СССР (с 1951 года — Академия наук ТаджССР). Несмотря на то, что в годы Великой Отечественной войны значительная часть сотрудников обсерватории ушла на фронт и временно прекратился выпуск изданий обсерватории, продолжались фотографические наблюдения переменных звезд и регистрация солнечной активности.

После войны научная деятельность Таджикской астрономической обсерватории расширяется. Были модернизированы старые и приобретены новые астрономические приборы, разработаны более совершенные методы наблюдений. Например, для фотографических наблюдений метеоров под руководством Л. А. Катасева создается новый метеорный патруль, состоящий из светосильных фотокамер; началась регистрация метеоров радиометодом. В 1958 году в обсерватории организована станция фотографических наблюдений искусственных спутников Земли.

Быстрому развитию астрономических исследований в Таджикистане способствовало также участие обсерватории в ряде международных программ: Международный геофизический год (1957—1958 гг.), Международный год активного Солнца (1969—1971 гг.), Международная программа исследования средней атмосферы (1982—1985 гг.).

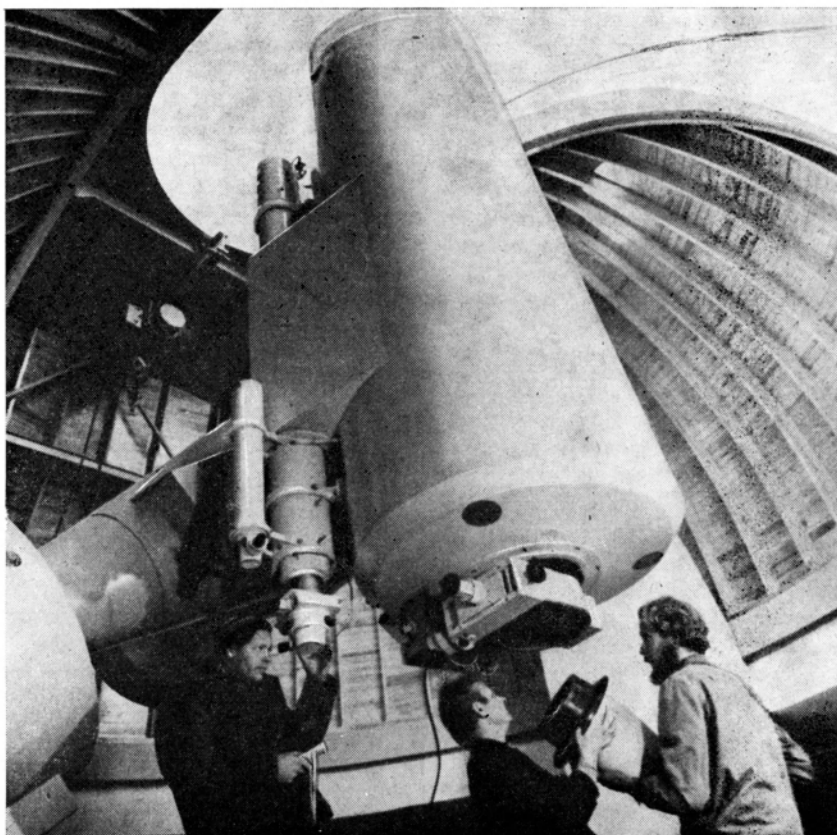
В 1958 году обсерватория была преобразована в Институт астрофизики АН ТаджССР. С 1959 по 1971 год институт возглавлял автор статьи,

с 1971 по 1977 год — известный исследователь комет, академик АН ТаджССР О. В. Добровольский, с 1977 года по настоящее время — специалист в области теоретической астрофизики кандидат физико-математических наук М. Н. Максумов. Вначале в институте существовало три отдела: переменных звезд, метеорный и кометный. С развитием в институте теоретических исследований был создан в 1962 году сектор

теоретической астрофизики. В 1975 году в институте появился отдел астрометрии.

Увеличение объема научных исследований, а также ухудшение условий

*Подготовка к наблюдениям метрового телескопа, установленного на высокогорной базе (гора Санглок) Института астрофизики АН ТаджССР*

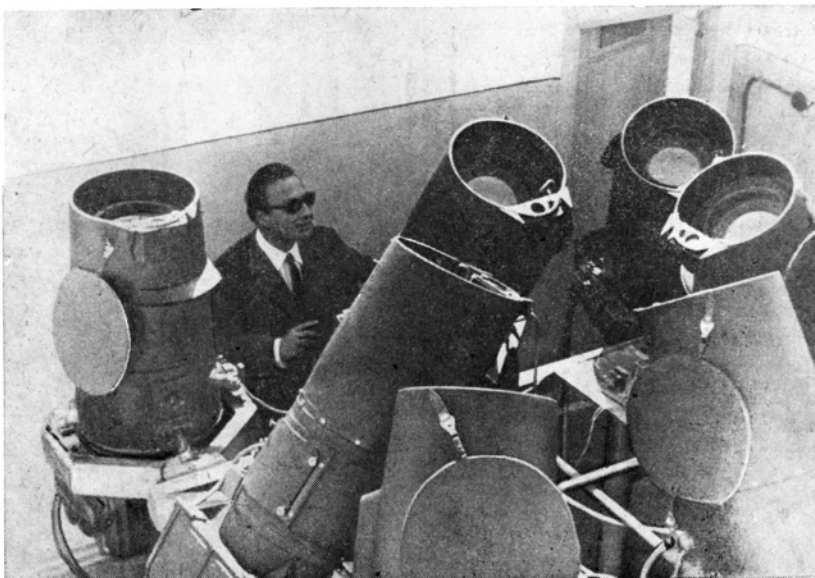


астрономических наблюдений в Душанбе, вызванное ростом и промышленным развитием города, потребовало создания загородной наблюдательной базы. В 1963—1970 годах в 14 км от Душанбе была построена Гиссарская обсерватория Института астрофизики АН ТаджССР. В ее башнях установлены: 70-сантиметровый телескоп, снабженный электронно-оптической, электрофотометрической, поляриметрической приемной аппаратурой для наблюдения переменных звезд и комет, 40-сантиметровый астрограф Цейса, на котором наблюдаются переменные звезды, кометы и астероиды, 20-сантиметровый рефрактор, два менисковых телескопа, двойной астрограф. Обсерватория оснащена крупной камерой (ВАУ) для фотографирования искусственных спутников Земли, комет и метеоров.

В Гиссарской обсерватории находится крупнейший в нашей стране фотографический метеорный патруль. Он состоит из шести агрегатов, включающих 40 широкоугольных фотокамер. Исследования метеоров ведутся с помощью импульсного радиолокатора (Мир-2), снабженного ЭВМ М-6000; радиотехнической системы «Горизонт», которая также позволяет изучать распространение радиоволн в атмосфере; телевизионных и электронно-оптических установок.

В 1980 году завершилось строительство высокогорной наблюдательной базы института. Она сооружена на горе Санглок (высота 2300 м) в отрогах Вахшского хребта, известной своим хорошим астроклиматом. Здесь установлен первый в нашей стране телескоп системы Ричи — Кретьена с зеркалом диаметром 1 м. На нем получены высококачественные снимки звезд до 21-й звездной величины. Телескоп оснащен спектрографом и фотометром-поляриметром.

В настоящее время в штате института около 160 человек, среди которых 50 научных и 40 инженерно-технических сотрудников. По результатам исследований, выполненных в институте и на его наблюдательных базах, защищено 30 кандидатских и четыре докторские диссертации.

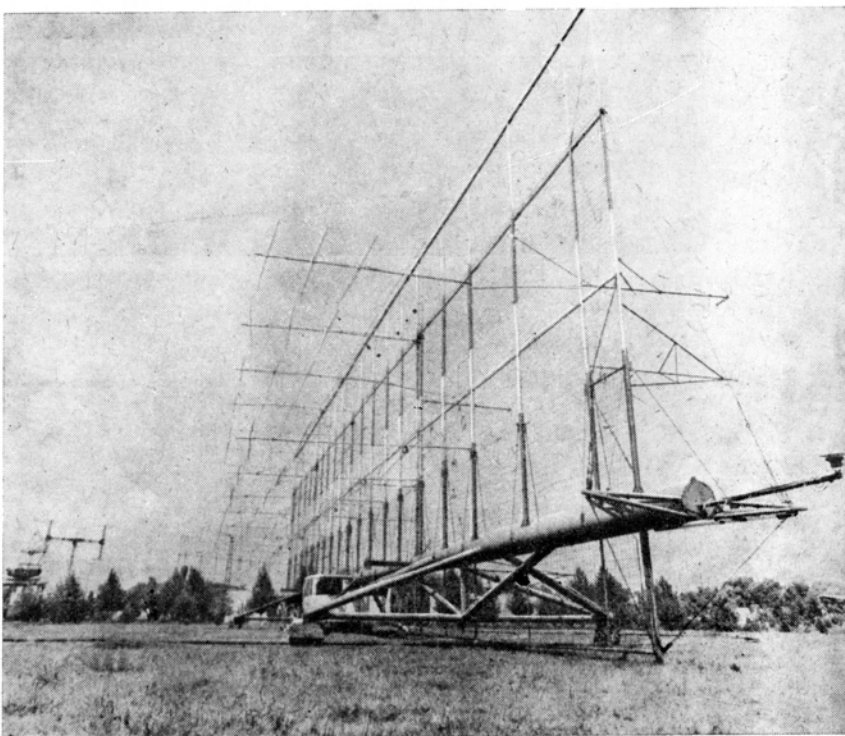


#### ЦЕНТР МЕТЕОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Природа метеорных тел и явлений, сопровождающих полет этих тел в земной атмосфере: атмосферные траектории, свечение, ионизация метеоров, геоцентрические орбиты ме-

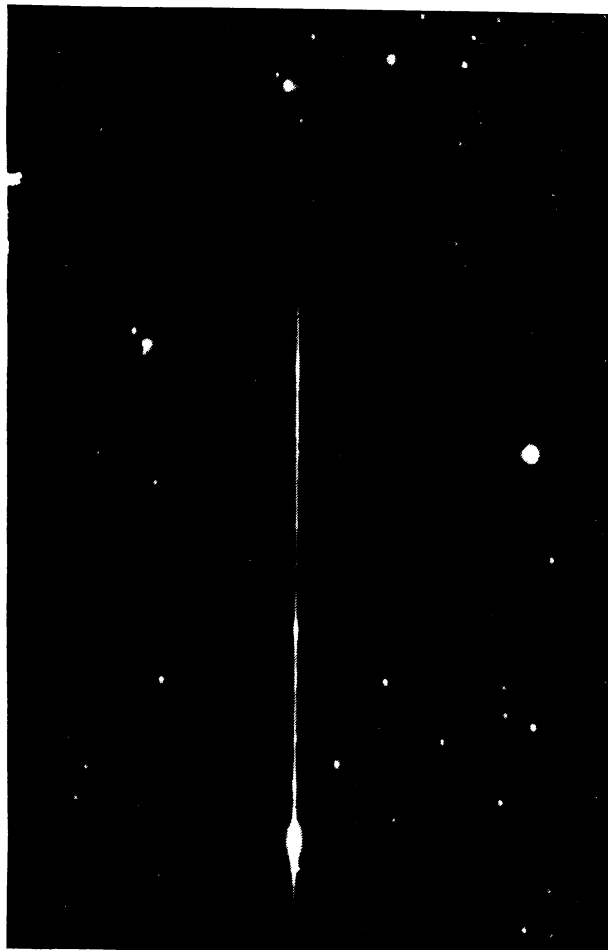
*Агрегат метеорного патруля, предназначенного для получения мгновенных фотографий метеоров*

*Радиотехническая система «Горизонт» для регистрации слабых метеоров*

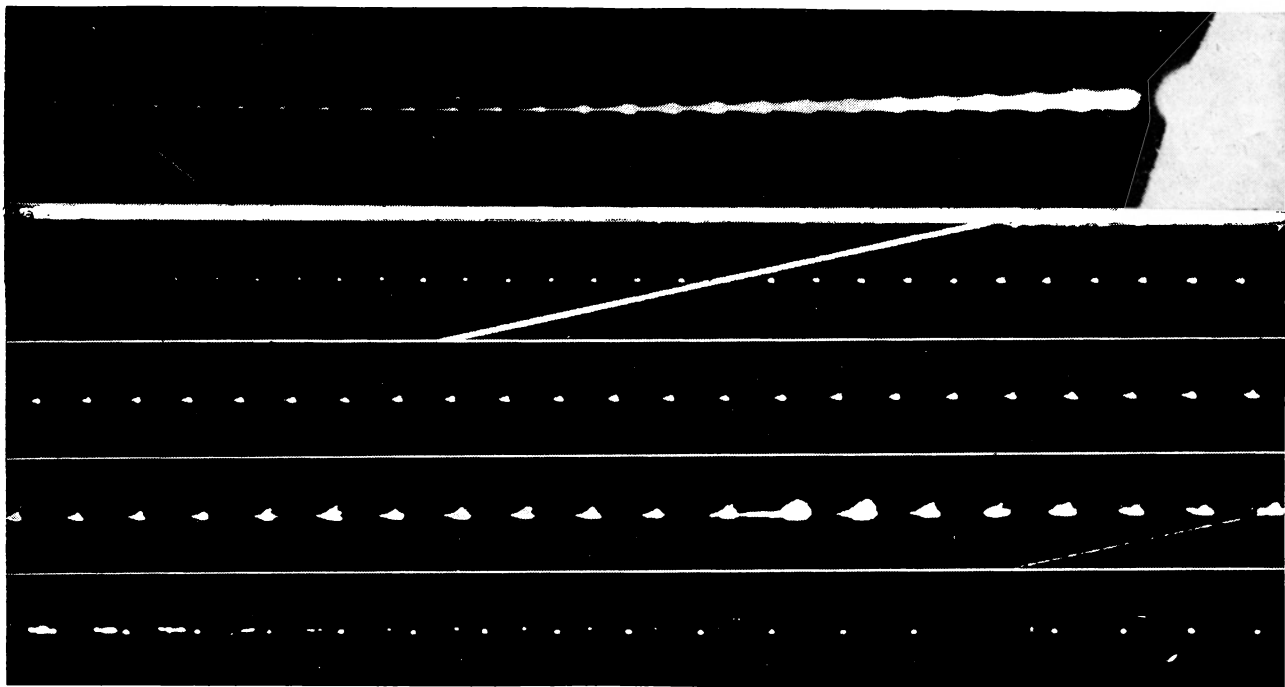


теорных тел, распределение метеорного вещества в околоземном пространстве и, наконец, происхождение и эволюция метеорных потоков — все эти проблемы интересуют сотрудников Института астрофизики АН ТаджССР. Многолетние и разносторонние исследования метеоров, ведущиеся в институте, дали обширную информацию о радиантах, скоростях, массах, плотности и орбитах тысячи метеоров. Определены физические параметры и ветровой режим в метеорной зоне земной атмосферы (высота 60—120 км), оценены вклад метеоров в ионизацию верхней атмосферы и приток метеорного вещества на Землю, выявлены новые ме-

1



*Фотографии метеоров: 1 — снимок сделан на агрегате метеорного патруля, снабженного параллактической установкой; 2 — мгновенная фотография метеора 12 августа 1964 года; 3 — последовательные мгновенные изображения метеора 19 июля 1977 года, демонстрирующие распад метеороида на осколки. Белые полосы, пересекающие кадры — следы звезд. Снимки получены на неподвижных камерах*



теорные ассоциации — группы метеоров с близкими элементами орбит.

В 1964—1965 годах автор статьи в содружестве с одесским астрономом Е. Н. Крамером разработали метод «мгновенного фотографирования» метеоров. Снимки метеоров делались с выдержкой в десятитысячные доли секунды, за которые метеороид не успевает заметно сместиться (Земля и Вселенная, 1967, № 1, с. 47.— Ред.). Мгновенные фотографии нескольких сот метеоров позволили установить, как разрушаются метеорные тела в атмосфере.

С 1976 года этот метод применяется и для получения «мгновенных спектров» метеоров. Благодаря короткой выдержке из спектра метеора исключается неподдающийся контролю вклад, обусловленный излучением кратковременных хвостов и другими эффектами.

Первые в нашей стране одновременные фотографические и радиолокационные наблюдения одних и тех же метеоров были осуществлены в Институте астрофизики АН ТаджССР. Такие наблюдения позволили уточнить соотношения между интенсивностью свечения метеора и начальной электронной плотностью его следа, вычислить коэффициент прилипания электронов к нейтральным атомам метеорного происхождения.

В последние годы в Душанбе успешно проводятся телевизионные и электронно-оптические наблюдения метеоров.

По радиолокационным наблюдениям сотен тысяч метеорных следов Р. П. Чеботарев и В. М. Колмаков построили пространственное распределение воздушных течений в метеорной зоне атмосферы; Р. Ш. Бибарсов исследовал процессы деионизации в следах. Л. Н. Рубцов, регистрируя очень слабые метеоры с помощью радиотехнической системы «Горизонт» и одновременно проводя зондирование атмосферы автоматической ионосферной станцией, определил вклад метеоров в ионизацию верхних слоев земной атмосферы. Сотрудники института измеряют скорость ветра в нижней ионосфере по дрейфу ионосферных неоднородностей. Сочетая этот метод исследова-

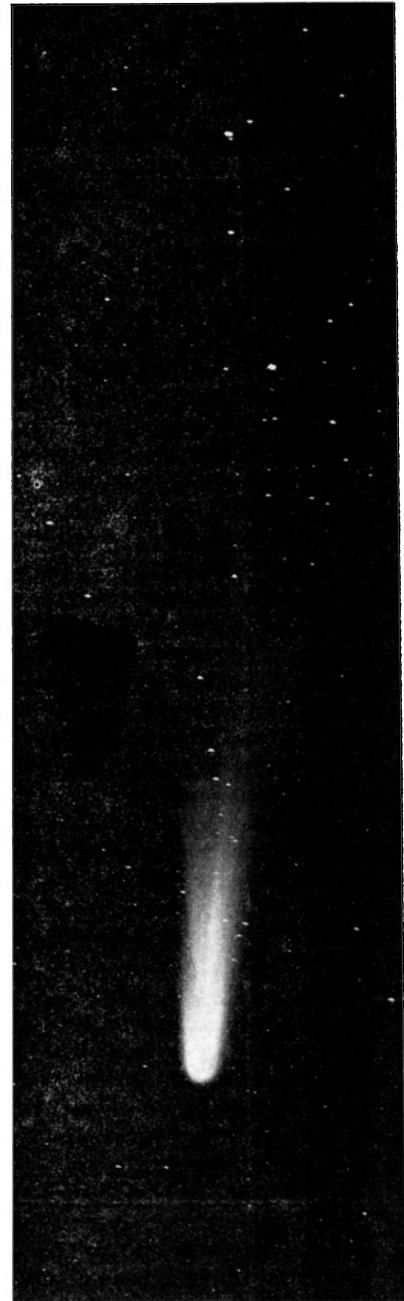
ния ионосферы с радиолокационными наблюдениями дрейфа метеорных следов, они определили, какова скорость воздушных течений на разных высотах.

Два года (1968—1970 гг.) работала в экваториальной Африке экспедиция Института астрофизики АН ТаджССР и Харьковского политехнического института. Участники экспедиции определяли радианты и орбиты метеоров южной полусферы, а также ветровой режим верхней атмосферы в экваториальной области Земли. Радиолокационные наблюдения метеоров и дрейфа ионосферных неоднородностей существенно дополнили наши представления о глобальной циркуляции в метеорной зоне.

#### ОТ НАБЛЮДЕНИЙ КОМЕТ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ В КОМЕТАХ

В институте ведутся исследования практически по всем разделам физики комет. Вначале преобладали визуальные наблюдения комет. В 1955 году сотрудник Таджикской обсерватории А. М. Бахарев открыл комету, известную как комета Бахарева — Макфарлана — Кринке. Расширение наблюдательной базы и подготовка местных кадров астрономов позволили приступить к фотографированию комет в интегральном и монохроматическом свете, к спектральным, фотоэлектрическим и поляризметрическим наблюдениям. Сейчас для наблюдений комет используются 40-сантиметровый астрограф, 70-сантиметровый телескоп и метровый телескоп высокэгорной базы института.

В 50-х годах в институте получила дальнейшее развитие теория кометных форм. О. В. Добровольский и Х. И. Ибадинов разработали методы решения задач механической теории кометных форм. Сотрудники института занимаются и проблемой взаимодействия корпускулярных потоков Солнца с кометными атмосферами. Они развили теорию плазменных хвостов комет, исследовали нестационарные процессы в кометах и показали, что многие такие процессы, например вспышки блеска комет, связаны с активностью Солнца.



*Комета Беннета (1970 II).  
Снимок сделан 9 апреля 1970 года  
на 40-сантиметровом астрографе  
Гиссарской обсерватории  
Института астрофизики  
АН ТаджССР*



Заинтересовавшись механизмом выделения пыли из кометных ядер, сотрудники института под руководством О. В. Добровольского развили теорию дезинтеграции (распада) кометных ядер. Они рассматривали ядра из двух компонентов, сильно отличающихся теплотой сублимации. Изучена дезинтеграция моделей ядер комет из льдов  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$ ,  $CH_4$ , снеговая модель ядра кометы. Выполнены расчеты теплового режима таких ядер. Теоретические выводы проверены экспериментально в лабораторных условиях, имитирующих космические. В 1963 году под руководством академика Б. П. Константинова в ленинградском Физико-техническом институте имени А. Ф. Иоффе начаты лабораторные эксперименты по изучению сублимации кометных льдов. Удалось определить значения равновесной температуры, скорости сублимации нескольких вариантов ледяной модели кометного ядра. Были поставлены эксперименты по изучению сублимации запыленного льда  $H_2O$ . Найдены начальные скорости выброса пылевых частиц и установлено образование пылевой матрицы на поверхности льда. Измерена величина реактивной тяги, создаваемой сублимирующимся льдом  $H_2O$  в высоком вакууме.

С 1967 года в экспериментах по моделированию кометных явлений стали участвовать сотрудники Института астрофизики АН ТаджССР. В Ленинграде изучались условия образования и разрушения пылевых матриц, скорости выброса фрагментов матриц и их плотность.

С 1972 года моделирование кометных явлений ведется в Душанбе в лаборатории экспериментальной астрофизики. Сотрудники лаборатории исследовали процесс разрушения пылевых матриц, их прочностные характеристики, скорости выброса фрагментов матриц. Они изучили дезинтеграцию ряда моделей кометных ядер, в том числе ядра из твердой углекислоты. В лаборатории поставлен эксперимент, цель которого — определить влияние потока заряженных частиц на скорость сублимации моделей кометных ядер.

До недавнего времени в Институте

астрофизики АН ТаджССР получали лишь спектры ярких комет. С вводом в строй метрового телескопа на горе Санглок, оснащенного чувствительной приемной аппаратурой, появилась возможность спектральных наблюдений слабых комет. Сотрудник института О. М. Мамадов, выполнив расчеты населенностей уровней атомарного водорода для кометных условий, предсказал излучение водорода в кометах. Это предсказание было подтверждено во время внеатмосферных спектральных наблюдений комет.

Поляриметрические и колориметрические исследования комет выявили аномальную (отрицательную) поляризацию непрерывного излучения комет при малых углах фазы (угол: Солнце — комета — Земля). Обнаружено нелинейное возрастание блеска комет в области малых фазовых углов (оппозиционный эффект).

Одной из важнейших проблем малых тел Солнечной системы, над которой работают сотрудники института, является поиск генетической связи между кометами, астероидами и метеорным веществом. С этой целью в институте начаты наблюдения астероидов.

#### «СЛУЖБА НЕБА»

Более сорока лет в Институте астрофизики АН ТаджССР ведутся наблюдения по программе «Служба неба». Сейчас фототека института насчитывает около 60 000 негативов. На основе этого богатого наблюдательного материала выполнены разнообразные исследования переменных звезд.

Н. М. Шаховской первым обнаружил поляризацию излучения двойных звезд. Сотрудники института изучили особенности кривых блеска, изменчивость периода различных типов переменных, исследовали колебания блеска ряда новых звезд. Когда в институте появились телескопы, оснащенные фотоэлектрическими приемниками излучения, начались наблюдения долгопериодических переменных.

На 40-сантиметровом астрографе

регулярно фотографируются Т-ассоциации — группировки молодых, обычно неправильных переменных звезд. В Т-ассоциациях обнаружено около ста новых переменных звезд. С вводом в строй метрового телескопа на горе Санглок появилась возможность не только открывать переменные в Т-ассоциациях, но и строить для этих ассоциаций диаграммы Герцшпрунга — Рассела. Проводя одновременно поляриметрические и фотометрические наблюдения в различных цветах некоторых звезд типа Т Тельца, сотрудники института изучают физические условия в газово-пылевых оболочках этих звезд.

Таджикские астрономы приступили к созданию фотографического обзора неба, необходимого для составления каталога точных положений звезд. Разработан метод выбора звезд гидрирования с помощью ЭВМ и смитсонвианского каталога звезд, записанного на магнитной ленте, создан блок универсальных программ для астрометрической редукции снимков с автоматизированным отождествлением звезд. В институте проводятся систематические наблюдения искусственных небесных объектов.

Научная работа Института астрофизики АН ТаджССР не ограничивается изучением метеоров, комет и переменных звезд. Известность получили теоретические исследования, выполненные в институте Л. С. Марочником, М. Н. Максумовым, А. А. Сучковым, — в частности, изучение динамического проявления коллективных гравитационных взаимодействий звезд в галактиках. Замечательным динамическим проявлением коллективных эффектов оказалась спиральная структура галактик. Сейчас широко распространено представление о том, что спиральные волны звездной плотности — наиболее правдоподобный механизм возникновения крупномасштабного спирального узора в галактиках (Земля и Вселенная, 1971, № 1, с. 25.— Ред.).

В год 60-летнего юбилея образования СССР Институт астрофизики АН ТаджССР отметил свое 50-летие. За заслуги в развитии астрономии институт удостоен высокой награды — ордена Трудового Красного Знамени.



ИЗ ИСТОРИИ  
НАУКИ

Член-корреспондент АН СССР  
В. И. ФЕОДОСЬЕВ

## От жидкостной ракеты к ракете-носителю

Мы незаслуженно мало говорим и пишем о ракетах-носителях. Между тем нет ракеты-носителя — нет и успехов в космосе. Если бы ракета-носитель появилась позже, позже бы началась и космическая эра человечества.

Я хочу рассказать читателям об отрывисто коротком периоде — от момента окончания войны до запуска первого спутника в октябре 1957 года, о том, чему сам был свидетелем, что уходит в прошлое и неизбежно становится историей.

Осенью 1943 года, когда всем уже стало ясно, что разгром немецких полчищ — дело недалекого будущего, фашистское командование в припадке отчаяния предприняло бессмысленную акцию устрашения: началась бомбардировка Лондона созданными к тому времени баллистическими ракетами «Фау-2». Их разрекламировали как мощное, абсолютное и неуязвимое оружие «возмездия». Ракета «Фау-2» была первой жидкостной баллистической ракетой, прошедшей серийное производство, и единственной жидкостной ракетой, которая имела военное применение.

Какова роль этой ракеты в развитии ракетной техники вообще и нашей в частности?

Сейчас, глядя на прошлое с высоты прожитых лет, можно ответить на этот вопрос без предвзятости. Наход последующих военных действий она, конечно, не повлияла. На развитие инженерно-конструкторской мысли повлияла только частично, и не всегда положительно. Основные принципы устройства жидкостной ракеты для специалистов в то время

не были новостью. Появление такого оружия, возможность его создания и боевого применения и у нас, и на Западе предвидели. Не было в ракете «Фау-2» и каких-либо выдающихся инженерных находок. Только обыватель, не сведущий в технике, может утверждать, а такое доводилось слышать, что жидкостная ракета была «изобретена» немцами и этим воспользовались советские и американские инженеры.

От слова «изобретение» меня, да и вообще специалистов-механиков, в подобных случаях коробит. Изобрести можно шариковую ручку, картофелечистку, ну, в крайнем случае, электрическую бритву. Но такие сложные современные машины, как самолет, ракета или пилотируемый космический корабль, не изобретают. Их **разрабатывают**. А это слово предполагает взаимосвязанное участие в работе многотысячных коллективов, каждый из которых в свою очередь не изобретает, а разрабатывает какую-то систему или агрегат.

Сначала идет проектный поиск и определяется наилучший вариант технического решения. Затем начинается конструирование и рождаются рабочие чертежи. Потом производство, контроль, сборка, испытания и доводка. Общая связь разработок — это и есть одна из основных особенностей кооперации производств, лежащей в основе всех технических достижений XX века.

В предвоенные годы в области жидкостной ракетной техники трудились небольшие группы инженеров, в основном энтузиастов. Они были продолжателями и реализаторами идей К. Э. Циолковского. Но боль-

шинство специалистов скептически относились к мощным жидкостным ракетам, а осуществление идей К. Э. Циолковского рассматривали как дело весьма далекого будущего.

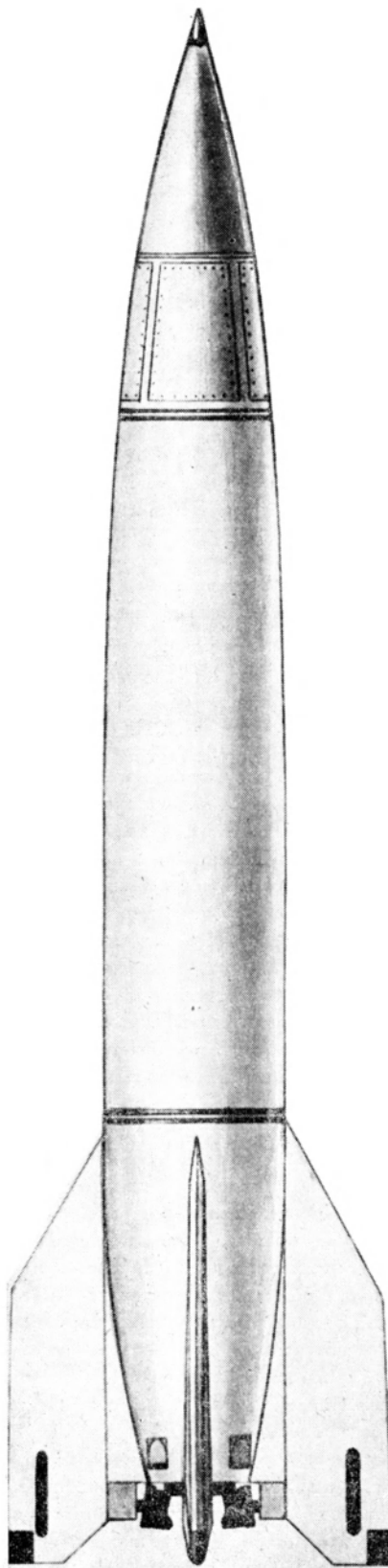
Появление ракеты «Фау-2» показало инженерной, да и не только инженерной, общественности, что жидкостная ракета, обеспечивающая скорости полета в сотни и тысячи метров в секунду, уже не фантазия, не мечта, а реальность. Вместе с тем стало очевидным, что достижение успеха в этом деле требует серьезного подхода и больших затрат. Если в 30-х годах работы велись в Газодинамической лаборатории (ГДЛ) и в Группе изучения реактивного движения (ГИРД), шутиливо расшифровывавшейся как «Группа инженеров, работающих даром», если в Реактивном научно-исследовательском институте (РНИИ) только небольшая группа занималась жидкостной ракетой, то теперь была осознана необходимость развертывания работ по ракетной технике в общегосударственном масштабе.

В 1946 году принимается историческое решение о создании и развитии отечественной ракетной техники; главным конструктором ракетных комплексов назначают С. П. Королева. Одновременно к созданию новых ракетных двигателей, систем управления и наземных комплексов были привлечены крупные конструкторские бюро и заводы. Координацией всех работ руководил созданный С. П. Королевым Совет Главных конструкторов. Не следует только думать, что до принятия этих важных решений не велось никаких разработок.

Первой отечественной баллистической ракетой была ракета Р-1, летные испытания которой проводились в 1948 году. То обстоятельство, что общая компоновка этой ракеты повторяла компоновку «Фау-2», никак не умаляет ее значения. Ракета вышла на летные испытания всего через два года после организации конструкторского бюро С. П. Королева. За это время наладили производственную базу, технологию, создали испытательные стенды и в сложных полевых условиях развернули летные испытания. Выросли кадры, началась переподготовка опытных инженерных работников и обучение молодых специалистов. Словом, ракета Р-1, обладавшая, кстати, лучшими характеристиками, чем «Фау-2», оказалась ступенью мужания новой отрасли техники, а в последующие годы сыграла роль первого разведчика на дальних подступах к исследованию космоса: началось планомерное изучение околоземного пространства до высот 100 км.

Теперь обратимся к некоторым техническим деталям. Компоновку ракеты Р-1 мы называем сейчас схемой с подвесными баками. Представьте себе относительно тонкую стальную цилиндрическую оболочку. Внутри помещаются два легких алюминиевых бака. Внизу — бак с жидким кислородом. Наверху — бак с горючим. Это был 75%-ный этиловый спирт. Бак с кислородом опирается на мощный нижний шпангоут (кольцо), к которому снизу крепится рама двигателя. Бак с горючим подвешен к верхнему торцовому шпангоуту. Впереди — головная часть и приборный отсек. Сзади — двигатель. Он закрыт оболочкой хвостового отсека, столь же тяжелой и прочной, как и корпус, и снабженной четырьмя мощными плоскостями хвостового оперения.

Баллистическая ракета стартует вертикально и выводится по определенной программе на расчетную траекторию. Когда ракета набирает необходимую скорость, а это происходит уже за пределами атмосферы,



*Первая отечественная баллистическая ракета дальнего действия Р-1*

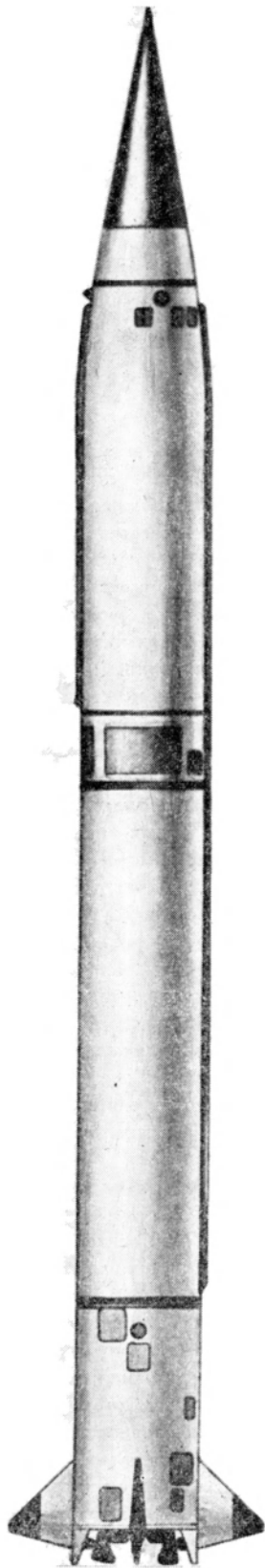
двигатель выключается и ракета летит по баллистической траектории, то есть подобно свободно брошенному телу. Поскольку двигатель выключен, ракета теряет управляемость и непредсказуемым образом вращается относительно центра масс.

Имея хвостовое оперение, Р-1, как и «Фау-2», при входе в атмосферу на нисходящем участке траектории ориентируется по аэродинамическому потоку, продолжает движение по расчетной траектории и сохраняет высокую скорость при подходе к цели. И вот именно за последний этап полета проектантам и приходится расплачиваться массой ракеты. Стабилизация при входе в атмосферу связана с очень большими нагрузками на корпус. Его приходится усиливать, масса возрастает, а тепловое воздействие аэродинамического потока не позволяет применять относительно легкие алюминиево-магниево-сплав.

Выход из этого положения — в создании схемы с несущими баками. Суть заключается в том, чтобы осевое усилие от двигателя передать на головную часть не с помощью корпуса, а через топливные баки и смориться с разрушением ракеты при входе в верхние слои атмосферы. До цели доходит только головная часть. Она отделяется от переднего бака после выключения двигателя, летит самостоятельно, а при входе в атмосферу стабилизируется собственным стабилизатором и противостоит нагрузкам и тепловому воздействию.

Коротко преимущества схемы с несущими баками сводятся к следующему. Ракету уже незачем рассчитывать на прочность в режиме стабилизации в атмосфере. Ее надо рассчитать только на нагрузки, возникающие на участке выведения. А эти нагрузки существенно меньше, значит, масса ракеты снижается. Кроме того, они регламентированы программой выведения, и их значения определяются с высокой степенью достоверности. Это позволяет облегчить конструкцию также за счет снижения коэффициента запаса прочности. Температурное воздействие на конструкцию аэродинамического потока на участке выведения





порядка 200 км. Успехи ракетной техники в те годы опережали время. Авторитет Сергея Павловича рос. Авторитет конструкторского бюро тоже. Это порождало в коллективе энтузиазм и глубочайшую заинтересованность в общем деле. Такое, я думаю, возможно только в тех условиях, когда есть подлинные технические успехи, зримые, а не туманно обещаемые в постоянно отодвигаемом будущем.

Ракета, полностью созданная по схеме несущих баков, освобожденная от ставшего ненужным хвостового оперения, первая статически неустойчивая, вышла на летные испытания в апреле 1953 года. Испытания обнадеживали. С кислородным баком, освобожденным от тепловой изоляции, в полете ничего плохого не происходило, а повышенный расход кислорода легко компенсировался подпиткой на старте. Автомат стабилизации обеспечивал ориентацию неустойчивой ракеты столь же исправно, как и аэродинамически устойчивой. Отделяющаяся головная часть имела достаточно надежную (разработанную к тому времени) тепловую защиту. Словом, все было в порядке. Но встретилось и нечто новое, непредвиденное.

Телеметрия четко фиксировала отклонения рулей с частотами, возрастающими от 5,5 в начале до 8,5 Гц в конце активного участка. И величина частот, и их возрастание по мере опорожнения баков сразу наталкивали на мысль о собственных изгибных колебаниях корпуса. Так оно и оказалось. А это не исключало серьезных неприятностей в будущем.

Действительно, переход на несущие баки снижает жесткость ракеты на изгиб. С другой стороны, стремление выиграть в дальности заставляет увеличить объем баков. Сделать это проще за счет их длины. Большой диаметр потребовал бы замены производственной оснастки и переделок транспортного оборудования. Удлинение ракеты и уменьшение ее жесткости на изгиб снижают частоты

собственных изгибных колебаний корпуса, а низкие частоты уже не отфильтровываются усилителем-преобразователем. Сигнал с гироскопических датчиков проходит на рули и заставляет их колебаться с частотой корпуса. При неблагоприятных фазовых соотношениях дело могло бы дойти и до разрушения ракеты. Можно сказать, что именно в эти дни первых пусков возник и начал развиваться раздел механики, который мы сейчас называем **теорией динамики ракет**.

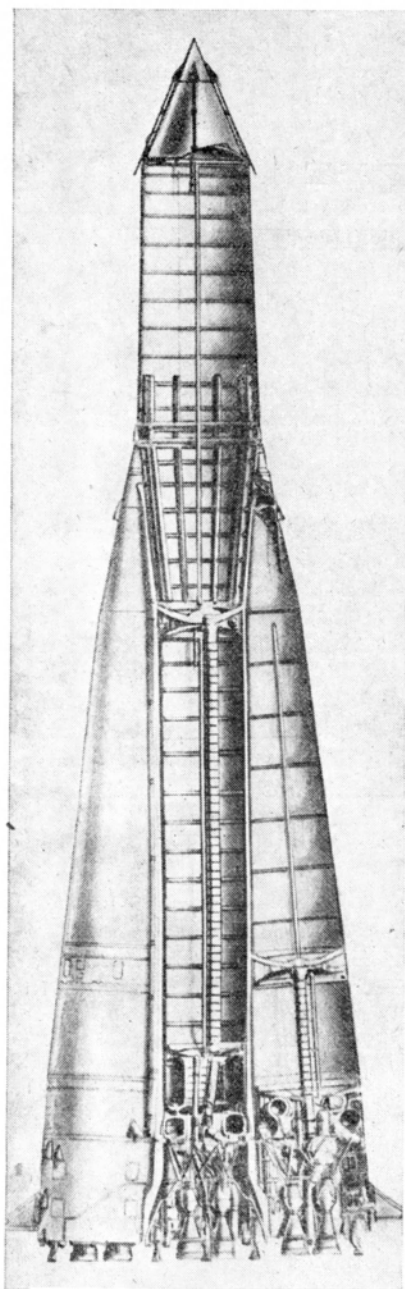
И снова, как и при создании ракет Р-1 и Р-2, вскоре была построена геофизическая ракета В-5А, которая расширила область исследования физических свойств окружающего нас пространства до высоты 500 км.

Трудно соблюдать хронологию. Многие из перечисленных разработок велись параллельно. Некоторые я вообще не упоминаю. Но уже в те годы (1953—1954 гг.) начались поиски путей создания первой межконтинентальной ракеты. Такая ракета должна была быть, конечно, двухступенчатой. Но какой? Чтобы стали ясны масштабы проектных поисков, приведем только одну цифру: по свидетельствам непосредственных участников, было рассмотрено, рассчитано и проверено более пятидесяти вариантов компоновок. Вот что такое — разработка! И нелепыми кажутся выдумки иных сценаристов, по воле которых в бессонную ночь главного конструктора посещает озарение и он с утра мчится на работу, чтобы все начать сначала...

Не так просто сделать правильный выбор и в высшей степени ответственно. Но выбор был сделан. Теперь старт этой ракеты мы видим на экранах телевизоров. Правда, видим уже ее трехступенчатый вариант. Но первые две ступени практически остаются теми же.

Мы не будем, конечно, рассматривать возможные варианты компоновок. Но среди прочих доводов в пользу выбора пятиблочной схемы — один блок центральный, а четыре боковых — было и то, что при подобной компоновке ракету относительно просто перевозить на железнодорожном транспорте.

*Первая стратегическая ракета, выполненная по схеме с несущими баками*



*Двухступенчатая ракета-носитель «Спутник», созданная на базе межконтинентальной баллистической ракеты*

При проектировании и создании межконтинентальной ракеты необходимо было решить множество новых задач. Совершенно новой была сило-

вая схема. Не так просто передать усилия боковых блоков на тонкостенную оболочку центрального блока. Почти заново решалась задача тепловой защиты головной части. Ведь скорость входа в атмосферу уже приближалась к первой космической. Следовало исключить опасность возникновения автоколебаний. В отличие от моноблочной новая система обладала многообразием возможных форм упругих колебаний. Задачи динамики включали и учет подвижной жидкости во всех десяти основных топливных баках. Надо было синхронизировать опорожнение гидравлически не связанных друг с другом баков, решить важную и очень интересную задачу отделения боковых блоков от центрального при выходе на вторую ступень. Новой системой, требующей отработки, стали управляющие камеры: до того применялись только газоструйные и воздушные рули. Невиданное новшество — подвеска ракеты на старте. Она именно подвешивается в четырех точках на опорные стрелы. Другой подобной конструкции до сих пор не существует.

Макетные блоки ракеты-носителя изготовили в металле уже летом 1956 года. В просторном зале завода произвели пробную сборку пакета и прорепетировали его установку в вертикальное положение. Через год ракета вышла на летные испытания. Первый успешный пуск межконтинентальной ракеты провели 21 августа 1957 года, а уже 4 октября был успешно выведен на орбиту первый искусственный спутник Земли.

Создание ракеты-носителя вообще, а тем более первой в истории — титанический труд. И он лег на плечи не одного конструкторского бюро, а ряда коллективов. Можно было бы увлекательно рассказать об этапах создания ракетных двигателей, об их развитии, о переходе от этилового спирта к керосину, о том, как под руководством академика В. П. Глушко создавались мощные и совершенные двигатели, обеспечившие успех дела. Читателям интересно было бы узнать о развитии систем управления, о работах, которые выполнены под руководством академика Н. А. Пи-



ИЗ ИСТОРИИ  
НАУКИ

люгина, о наземном комплексе, созданном под руководством академика В. П. Бармина; об уникальной и хрестоматийной стартовой позиции первого носителя, о сборке пакета, его установке и заправке. Можно было бы рассказать и об участии в разработках Академии наук СССР, и в первую очередь Института прикладной математики, руководимого академиком М. В. Келдышем, о многих людях, которые вложили свой труд и здоровье в это дело и работали на износ, как и сам Сергей Павлович... И о многом другом. Но, к сожалению, вместить все в одну статью невозможно. Обо всем этом и о многом другом можно рассказывать очень-очень долго. Но это уже тема иных статей. А мне хотелось бы закончить так.

Вот уже 25 лет ракета-носитель, созданная Королевым, исправно служит делу изучения космоса. Завидное долголетие в наш бурный век технического прогресса!





ОХРАНА  
ПРИРОДЫ

Кандидат технических наук  
М. П. НЕСТЕРОВА  
Кандидат технических наук  
Л. М. ГУРВИЧ

## Экспедиция обследует район нефтяной катастрофы

Нефть и нефтепродукты — наиболее опасные и распространенные загрязнители морской среды. Источниками загрязнения служат добыча, переработка и транспортировка нефти, а также эксплуатация и ремонт промышленного оборудования, энергетических установок, автомашин. Нефть попадает в море с речными и подземными водами, с ливневыми стоками, при авариях морских нефтеналивных судов или на морских нефтепромыслах. Расчеты показывают, что ежегодно в Мировой океан попадает около 6 млн. т нефти и нефтепродуктов.

Действующая при ООН Группа международных экспертов по научным аспектам загрязнения моря определяет такое загрязнение как введение в морскую среду (косвенно или непосредственно) веществ или энергии, которые наносят ущерб жизненным ресурсам, угрозу здоровью людей, создают препятствие деятельности человека на море, ухудшают качество морской воды и условия отдыха и развлечений.

Благодаря организационным и техническим мероприятиям, проведенным в последние годы рядом государств в соответствии с требованиями национальных законодательных актов, международных и региональных соглашений, существенно снизилось общее количество нефти, попадающей в моря и океаны при судоходстве. Но, к сожалению, доля и объем нефтяного загрязнения из-за аварий танкеров значительно возросли. Особую роль в этой проблеме играют нефтеналивные порты. По существующим оценкам, около 92% нефтяных разливов, зарегистриро-

ванных с 1975 по 1979 год, произошло в акваториях портов или на подходе к ним. Достаточно вспомнить аварию либерийского танкера «Торри Каньон» у берегов Англии в 1967 году, когда в море вылилось более 100 тыс. т нефти, или беспрецедентную по масштабам и последствиям аварию танкера «Амоко Кадис», который в 1978 году наскочил на рифы недалеко от французского порта Брест. Из разрушенного корпуса «Амоко Кадис» в море попало 220 тыс. т нефти. Можно себе представить, какой ущерб в этих двух случаях был нанесен морской среде.

*Крушение английского танкера «Глобе асими» у северного мола Клайпедского порта (ноябрь 1981 года)*

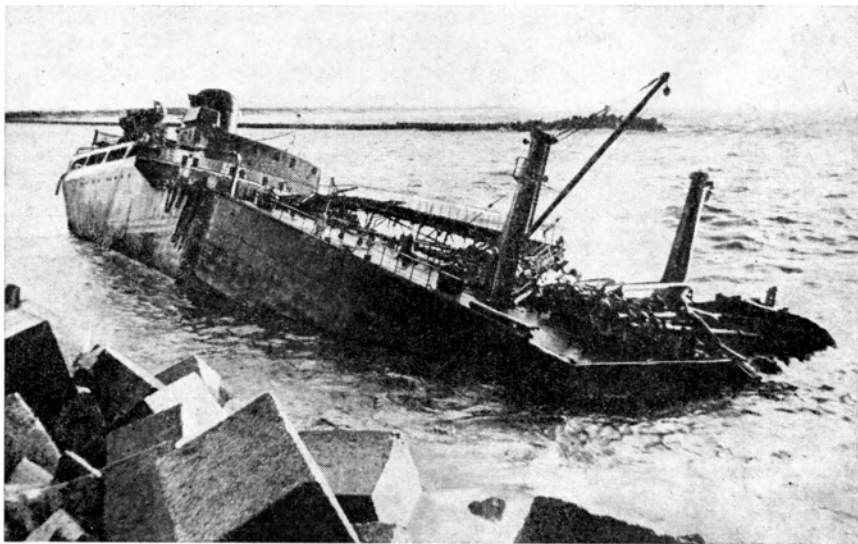
Фото Г. Тапинаса

Авария случилась и в Клайпедском морском торговом порту.

### КАТАСТРОФА НА БАЛТИКЕ

21 ноября 1981 года в результате сильного шторма, обрушившегося на побережье Балтики, потерпел крушение английский танкер «Глобе асими». Ураганный ветер скоростью почти 30 м/с выбросил 170-метровый танкер на железобетонные волноломы Клайпедского порта и расколол его на части. Из разбитых грузовых танков в бушующее море хлынул мазут. За несколько часов из танкера вытекло 16,5 тыс. т топлива, и волны погнали мазут в глубь Куршского залива и вдоль морского побережья.

Многим известны из газетных статей причины и обстоятельства катастрофы. Для того, чтобы локализовать



аварийный разлив и ликвидировать его последствия, были предприняты поистине героические усилия моряков, рыбаков, работников коммунальных предприятий, тысяч добровольцев — жителей Клайпеды и других городов. Работу возглавляли специально созданная комиссия при Совете Министров Литвы, городской штаб под руководством секретаря Клайпедского горкома Компартии Литвы Н. А. Бережного, Палангский горисполком.

Попытки полностью собрать разлившиеся нефтепродукты насосными установками — штатным оборудованием всех служб борьбы с нефтяными разливами — в Клайпедке не увенчались успехом. Причина неудачи в высокой вязкости мазута, который находился в танках «Глобе асими». Он застывает при  $10^{\circ}\text{C}$ , а температура воды во время аварии была почти нулевой. Перемешиваясь с водой, нефтепродукты образуют эмульсии еще более вязкие, чем сами нефтепродукты. Чтобы собирать их с воды при низких температурах, сейчас разработан специальный препарат, резко снижающий гидравлические сопротивления в шлангах, трубопроводах и насосах. В лаборатории ведутся также исследования, цель которых — создание средств, предотвращающих образование вязких обратных эмульсий при попадании нефти в водоемы.

Примерно половину разлившегося мазута удалось собрать с водной поверхности, но часть его осталась в море. Несколько тысяч тонн штормовые волны выбросили на пляжи и песчаные дюны Паланги и Клайпеды. Полоса загрязнений протянулась по берегу на 90 км от места катастрофы.

#### ЭКСПЕДИЦИЯ В РАЙОН НЕФТЯНОГО РАЗЛИВА

Для такого уникального водоема, как Балтийское море, нефтяное загрязнение особенно опасно. Дело тут в специфике условий — замедленном водообмене с океаном, преобладающей низкой температуре воды (она ограничивает скорость процессов самоочищения и, в частности, химического и биологического

окисления нефти). На Балтике значительны градиенты солености вод, сильно разветвлены площади граничных зон моря с реками, берегами, донными отложениями. К тому же дефицит кислорода и сероводорода в глубоководных впадинах моря создает особую среду для физико-химического и бактериального окисления в этих зонах. Балтийское море относится к наиболее чувствительным к загрязнению водоемам и поэтому оно должно очень тщательно охраняться. Все его особенности чрезвычайно ярко проявляются в районе Клайпеды: заповедная зона Куршской косы, янтарные пляжи и курортная зона Клайпеды и Паланги, уникальная флора и фауна.

В 1982 году Институт океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР провел комплексную прибрежно-морскую экспедицию, целью которой было установить площадь распространения и степень загрязнения мазутом вод и донных отложений Балтийского моря и Куршского залива, прибрежной полосы в районе разлива нефти с танкера «Глобе асими». В составе экспедиции были гидрохимики, нефтехимики, гидрологи, биологи, геологи, ихтиологи. Вместе с сотрудниками Института океанологии в экспедиции работали специалисты из отдела географии Института зоологии и паразитологии АН ЛитССР и Клайпедской гидрометеообсерватории. Работы проводились в марте-апреле, а затем в июле 1982 года на борту научно-исследовательского судна Атлантического отделения Института океанологии «Шельф» в районе полигонов Клайпеда — Гируляй — Паланга — Лиепая, в Клайпедском морском порту и в Куршском заливе. Одновременно на загрязненных мазутом берегах работал специальный береговой отряд.

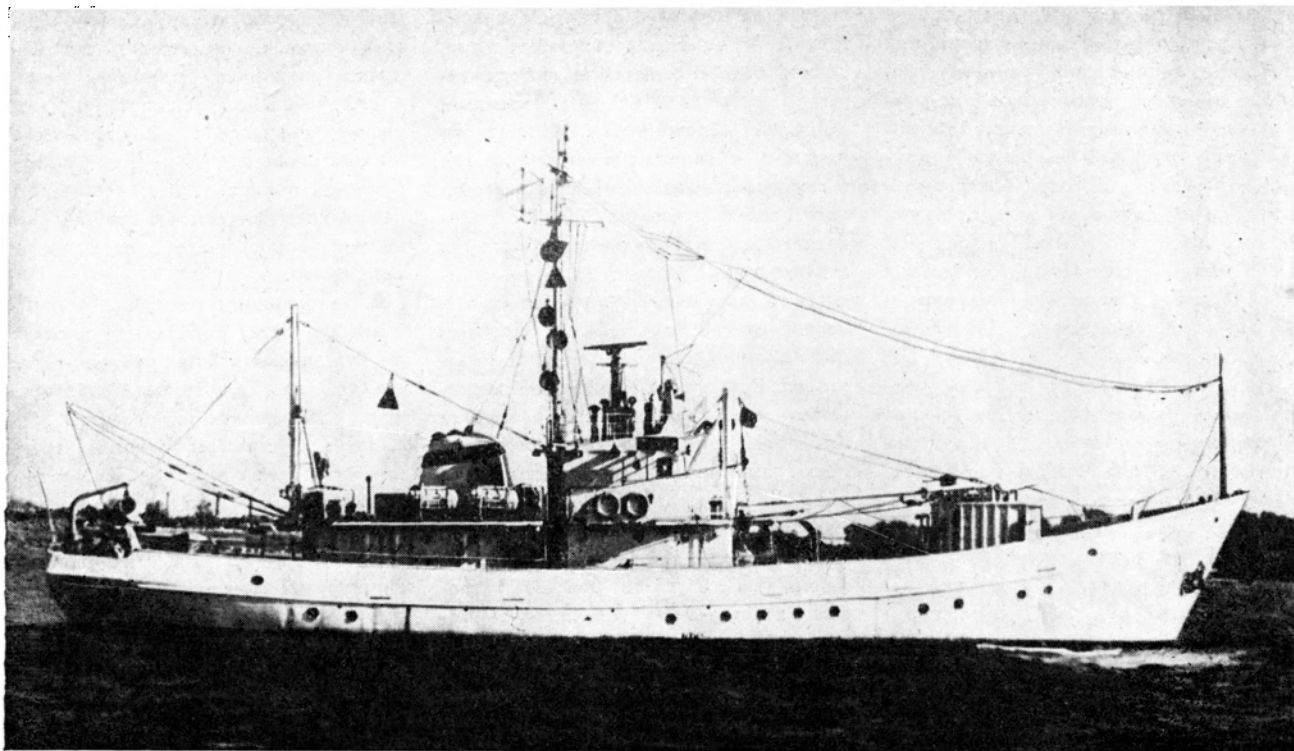
Нефть и нефтепродукты содержатся в водоемах в различных формах: в виде поверхностной пленки, растворов, эмульсий, смоляных комков, придонного «нефтяного ракушечника». Концентрируются они и в поверхностном микрослое воды, сорбируются твердыми взвешенными в воде частицами, входят в состав донных отложений, загрязняют флору и

фауну, береговую зону. Соотношение этих форм не постоянно, особенно после аварийных разливов нефти, и они по-разному влияют на физические, химические и биологические процессы в водной среде, в прибрежной полосе. И каждая из форм имеет специфический механизм эволюции, по-разному подвергается окислению.

В экспедиции с борта судна «Шельф» регистрировали и проводили контактный отбор проб нефтепродуктов, плавающих на поверхности воды, определяли их размеры. Специальным устройством велось траление моря для сбора плавающих нефтяных комков. Пробы воды из поверхностного микрослоя моря толщиной 0,2—0,3 мм отбирали на гидрохимических станциях особым пробоотборником, изготовленным из капроновой сетки с миллиметровой ячейей. Для взятия проб воды с верхних горизонтов применялся поверхностный пробоотборник, с глубинных — батометр, а осадки со дна извлекались дночерпателем. С помощью гидрохимических станций определяли температуру, соленость и прозрачность воды на каждом горизонте. Были собраны также морские организмы, получены пробы тканей и внутренних органов рыб и птиц для оценки содержания в них нефтяных углеводородов и других токсикантов.

За время экспедиции четырежды удалось исследовать участок побережья протяженностью 65 км. На загрязненных мазутом участках береговой зоны проводились геологические съемки, отбирались поверхностные и глубинные пробы грунта, грунтовых вод, мазута и мазутных комков. Все это нужно было для того, чтобы оценить количество мазута, выброшенного на берег, его пространственное распределение в береговой полосе и влияние на живые организмы. Интересно, кроме того, было проследить изменение состава и свойств мазута в различных условиях — в морской, речной и грунтовой воде, на взвеси, в донных осадках, на песке.

К началу экспедиции значительная часть береговой полосы была очищена от основной массы загрязненного



*Научно-исследовательское судно «Шельф»*

песка, его вывезли в специально отведенные карьеры. Из них отобрали пробы для определения общего количества мазута и исследования его трансформации в условиях захоронения.

**ЛЮДИ ПОМОГАЮТ МОРЮ**

Нефтепродукты в виде поверхностной пленки экспедиция обнаружила на значительной части акватории Клайпедского порта и в северном районе Куршского залива. В обследованном в марте-апреле 1982 года районе найдено два крупных нефтяных пятна. Нефтяные углеводороды повышенной концентрации зарегистрированы и в поверхностном микрослое воды, и на взвеси, и в донных осадках, и в малоподвижных придонных организмах. Несмотря на то, что температура воды и воздуха во время катастрофы была низкой, разлившийся мазут существенно транс-

формировался: испарилась легкая фракция, произошла полимеризация и поликонденсация углеводородов, увеличилось количество высокомолекулярных неуглеводородных соединений, образовались различного рода эмульсии. Конечно, загрязнение сильно повлияло на экосистему района. Погибшие птицы, найденные на берегу, нарушение сезонных изменений численности фитопланктона, бентоса, аномалии в зонах их скопления — печальные тому доказательства.

Особенно серьезны последствия аварии в береговой полосе. Весь ее исследованный участок от Клайпеды до границы Латвии с Литвой и дальше на север был загрязнен мазутом. Полоса его шириной от 5 до 15 м (мазут проник в песок почти на 60 см) протянулась у самого подножья песчаных дюн, а местами и они сами были покрыты мазутными пятнами. В устье реки Ашареле волна мазута захлестнула берега на расстоянии около 100 м от обычной кромки моря.

К началу второго этапа экспедиции

в июле 1982 года, когда температура воздуха и воды повысилась, резко возросла и подвижность мазута. Поскольку в этом случае усиливается его влияние на экосистему, то основное внимание на этом этапе экспедиции пришлось сконцентрировать на биологических исследованиях. Гидрологические же, химические и геологические работы лишь дополняли их.

По сравнению с весенними месяцами количество мазута на исследованной акватории уменьшилось. Произошло это за счет его химического и биологического разложения, удаления плавающих пленок, испарения, выноса с водными массами в открытое море, очистки загрязненных причалов, вывоза с побережья загрязненного песка. Заметно усилились релаксационные процессы, под их влиянием не такой контрастной стала картина вертикального и горизонтального загрязнения в морской среде. И все же содержание нефтяных углеводородов в воде продолжало оставаться выше обычных фоновых концентраций. В некоторых местах даже обнаружили признаки

повторного загрязнения мазутом, стекающим с берегов и поднимающимся со дна.

Изменение численности фитопланктона и бентоса, массовое развитие синезеленых водорослей, качественный состав водорослей и другие биоиндикаторы говорят о том, что аварийный разлив нефти в ноябре 1981 года существенно повлиял на экосистему района Клайпеда — Лиепая. Пройдет немало времени, прежде чем море справится с последствиями катастрофы. Но значительно смягчить эти последствия морю помогли люди. На побережье, в районе Клайпеды, Паланги, Гируляя и других популярных мест отдыха, видимые следы мазутного загрязнения были ликвидированы к началу курортного сезона 1982 года. И хотя авария оставила здесь свои следы — в ряде мест изменился привычный вид и размеры пляжей и дюн и пока еще не достигла обычной численности и активности микрофауна загрязненных участков — реакции биоиндикаторов на загрязнения на очищенных от мазута пляжах стали слабее. Это говорит о своевременности и экологической эффективности мероприятий, проведенных аварийными комиссиями Клайпеды и Паланги...

Тысячи проб, доставленные экспедицией из района аварии в лаборатории Института океанологии АН СССР



*Подъем дночерпателя с пробой донных отложений*

и Института зоологии и паразитологии АН ЛитССР, сейчас обрабатываются. Окончательные итоги экспедиции еще впереди. Но и уже имеющиеся данные позволяют достовер-

но оценить те или иные последствия аварийного разлива мазута с танкера «Глобе асими», обоснованно рассчитать баланс загрязнения региона, составить прогноз дальнейшего влияния мазута и продуктов его трансформации на водоем и береговую полосу. А главное, теперь можно выработать практические рекомендации по борьбе с подобными катастрофами.



## **РЕЙСЫ КОРАБЛЕЙ НАУКИ (ИЮЛЬ—ДЕКАБРЬ 1982 ГОДА)**

Научно-исследовательский флот Академии наук СССР и академий наук союзных республик во второй половине 1982 года продолжал исследования Мирового океана по национальным и международным программам в рамках единого государственного плана и по планам

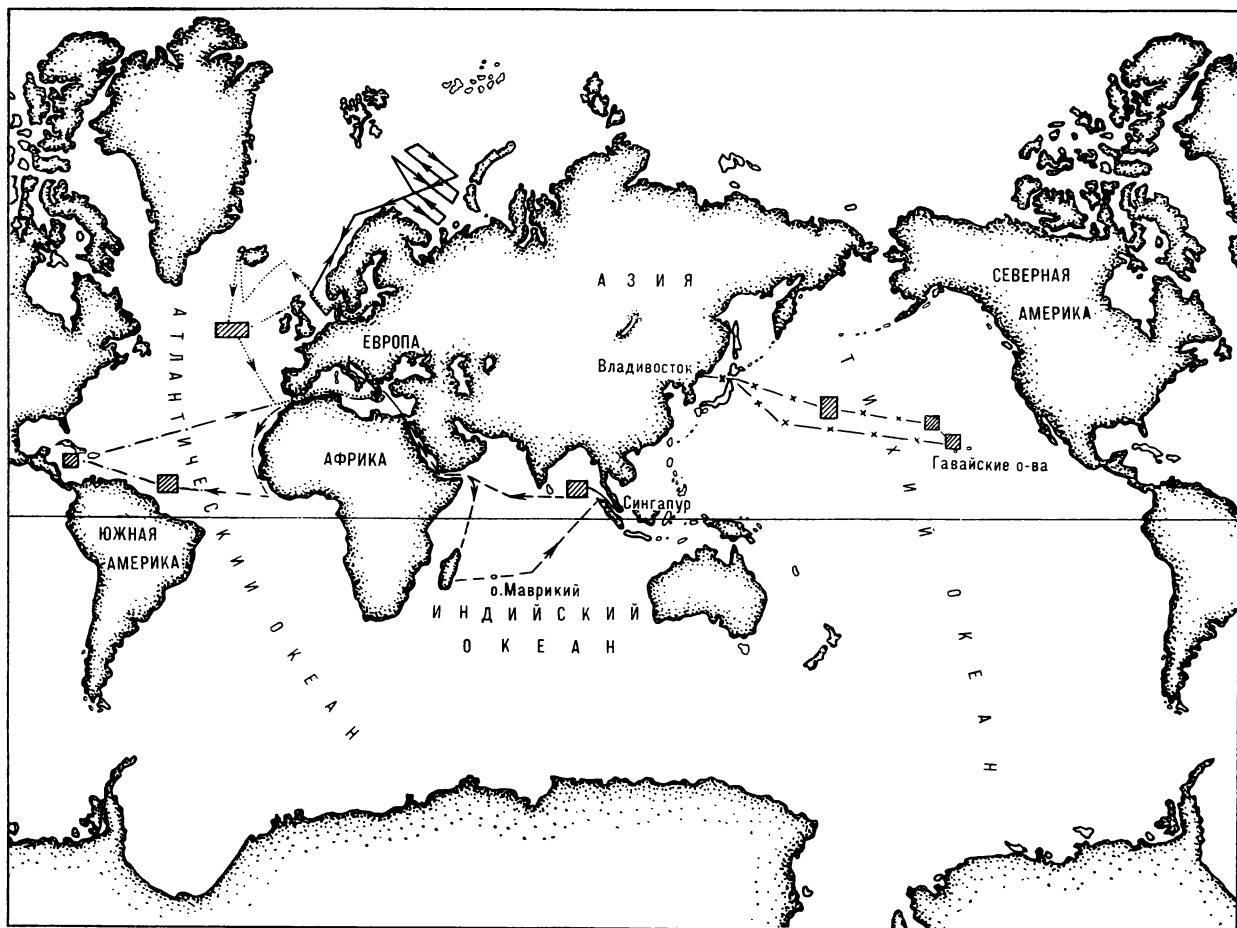
научных учреждений. Флот за этот период пополнился новыми исследовательскими судами: вступили в строй «Витязь» и «Академик Александр Несмеянов» водоизмещением 6400 т., «Рифт» водоизмещением 1283 т и «Элм» водоизмещением 1002 т.

Судно «Профессор Штокман» (Институт океанологии АН СССР) работало в Баренцевом и Карском морях. Задачей экспедиции было изучение перспективных на нефтегазонасыщенность геологических структур, глубинного строения земной коры, осадочного чехла, рельефа и процессов литодинамики шельфа. В Северной Атлантике по единой программе работали экспедиции на судах «Академик Мстислав Келдыш» и «Рифт» (Институт океанологии АН СССР). Здесь проводились геолого-геофизические и биологические

исследования на срединно-океанических поднятиях и рифтовых зонах.

Морской гидрофизический институт АН УССР отправил свое судно «Академик Вернадский» в Атлантический океан. Главной целью рейса было исследование гидрологических параметров для оценки переноса тепла течениями тропической Атлантики. Изучались также условия формирования областей повышенной биологической продуктивности в Карибском море. Экспедиция на судне «Витязь» (Институт океанологии АН СССР) провела в Индийском океане комплексное исследование характеристик внутренних волн.

Институт термодинамики и электрофизики АН ЭССР на судне «Аю-Даг» во втором полугодии выполнил три экспедиции на Балтийском море. Изучалось световое поле над Балтийским морем, его связь с содер-



--- НИС «Академик Вернадский»  
 — НИС «Профессор Штокман»

..... НИС «Академик М. Келдыш» и НИС «Рифт»  
 — x — НИС «Пегас» и «Морской геофизик»

--- НИС «Витязь»

*Маршруты научно-исследовательских судов. Заштрихованные прямоугольники — полигоны, где проводились исследования*

жанием хлорофилла в воде; исследовались явления синоптического масштаба в открытой части моря; выявлялось распространение загрязняющих веществ в воде и донных осадках. В Атлантическом океане работала экспедиция на судне «Профессор Водяницкий» (Институт биологии южных морей АН УССР). Целью ее было оценить влияние поднятий океанического дна на биологическую структуру и продуктивность окружающих вод. Немагнитная шхуна «Заря» (Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР) провела рейс на Балтике. Экспедиция исследовала вековой ход магнитного поля Земли в север-

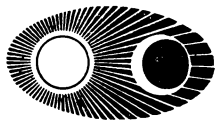
ной части Балтийского моря и Финского залива, а также на южной Балтике.

Гидрологические условия на северо-западе Тихого океана изучало судно «Профессор Богоров» (Тихоокеанский океанологический институт ДВНЦ АН СССР). Здесь исследовалось распространение низкочастотного звука в районах со сложными гидрологическими условиями. Экспедиция на судах «Пегас» и «Морской геофизик» (Сахалинский комплексный научно-исследовательский институт ДВНЦ АН СССР) провела геолого-геофизические исследования в северо-западной и центральной частях Тихого океана. Ученые пытались расшифровать строение и геологическое развитие узловых структурных регионов, а также получить информацию об осадочном чехле.

«Академик Курчатов» (Институт океанологии АН СССР) провел в Северной Атлантике исследования связи турбулентных характеристик

в приводном слое, в частности пульсаций температуры и влажности, с мезомасштабными процессами, определяющими их. Уточнялись величины суточной и многосуточной изменчивости баланса тепла на поверхности океана. Экспедиция на новом судне «Академик Александр Несмеянов» (Дальневосточный научный центр АН СССР) была проведена в два этапа. На первом, следуя из Балтийского моря во Владивосток, судно провело попутное изучение структуры основных гидрофизических, гидрохимических и гидробиологических полей. Второй этап заняло исследование гидролого-акустических характеристик и тонкой термохалинной структуры во фронтальных зонах северо-запада Тихого океана, а также в Филиппинском и Южно-Китайском морях.

А. А. ГОНЧАРЕНКО



АСТРОНОМИЧЕСКОЕ  
ОБРАЗОВАНИЕ

## Проблемы подготовки астрономов-наблюдателей

Большие успехи СССР в освоении космического пространства и введение в строй ряда крупных отечественных телескопов (включая самый большой в мире 6-метровый телескоп) ставят перед советскими астрономами новые задачи, решение которых тесно связано с повышением уровня подготовки специалистов по таким разделам астрономии, как астрометрия и наблюдательная астрофизика. В связи с этим Совет по подготовке астрономических кадров АН СССР (СПАК) провел два совещания. Одно из них было посвящено подготовке астрометристов, другое — подготовке наблюдателей-астрофизиков. В обоих совещаниях приняли участие многие видные ученые, представляющие как университеты, так и научные учреждения.

Первое совещание, созданное в октябре 1981 года в Главной астрономической обсерватории АН УССР, проходило под председательством члена-корреспондента АН УССР Я. С. Яцкива. В своем докладе он проанализировал положение с кадрами астрометристов в СССР и указал, что университеты должны выпускать примерно 30 астрометристов в год, то есть вдвое больше, чем выпускается в настоящее время. Особенное внимание надо обратить на подготовку специалистов по прикладной астрометрии, кинематике и динамике тел Солнечной системы и радиоастрометрии. Специалисты в этих областях очень нужны для изучения Солнечной системы с помощью космических аппаратов.

Совершенствованию преподавания астрометрии в университетах посвятил доклад профессор В. В. Подобед. Он подчеркнул, что в основу преподавания астрометрии следует положить принцип: в первую очередь освещаются научные проблемы, решаемые астрометрией, а затем уже ее методы. Такой подход неминуемо увеличит приток талантливой молодежи в астрометрию.

В выступлениях члена-корреспондента АН СССР М. С. Зверева, докладчика физико-математических наук

Д. Д. Положенцева и других были затронуты многие важные проблемы подготовки кадров астрометристов, в частности вопрос о создании нового учебника и учебных пособий.

Работой второго совещания, состоявшегося в апреле 1982 года в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР, руководил председатель СПАК академик В. В. Соболев. В своем вступительном слове он подчеркнул, что в настоящее время нужно не только повышать уровень подготовки астрофизиков-наблюдателей в университетах, но и повышать квалификацию сотрудников астрофизических обсерваторий.

Академик А. Б. Северный и член-корреспондент АН СССР А. А. Боярчук изложил требования, предъявляемые астрофизикам-наблюдателям нынешним уровнем развития науки. Особенно важным является овладение новыми методами наблюдений и обработки их результатов. Выпускники университетов обязаны также хорошо знать современные разделы математики (программирование, статистику, анализ временных рядов) и физики (в частности, теорию плазмы), иметь навык в работе с электронным оборудованием, быть подготовленными к самостоятельной деятельности.

Представители университетов (Московского, Ленинградского, Ураль-

ского, Ереванского и др.) рассказали, как ведется подготовка астрофизиков-наблюдателей в университетах. В их выступлениях неоднократно высказывалась мысль о необходимости более тесной, чем сейчас, связи между университетами и астрономическими обсерваториями Академии наук СССР.

На совещании отмечалось, что важную роль в повышении квалификации молодых сотрудников научных учреждений и университетов могли бы играть летние школы по наблюдательной астрофизике. Их следует проводить в крупных обсерваториях, приглашая в качестве лекторов высококвалифицированных наблюдателей.

На обоих совещаниях были приняты решения, содержащие рекомендации по совершенствованию преподавания наблюдательных разделов астрономии и повышению квалификации молодых специалистов. При СПАК образованы две рабочие группы: по астрометрии (председатель — профессор В. В. Подобед) и по наблюдательной астрофизике (председатель — профессор Э. А. Дибай). Им поручено изучать проблемы подготовки кадров в данных областях астрономии и выработать новые рекомендации для университетов и обсерваторий.

---

**Уважаемые читатели,  
не забудьте оформить подписку  
на второе полугодие 1983 года на журнал  
«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»!**





ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ  
АСТРОНОМИЯ

Б. Г. ПШЕНИЧЕР  
Н. В. КОЗЛОВА

## Школа юных звездочетов на Ленинских горах

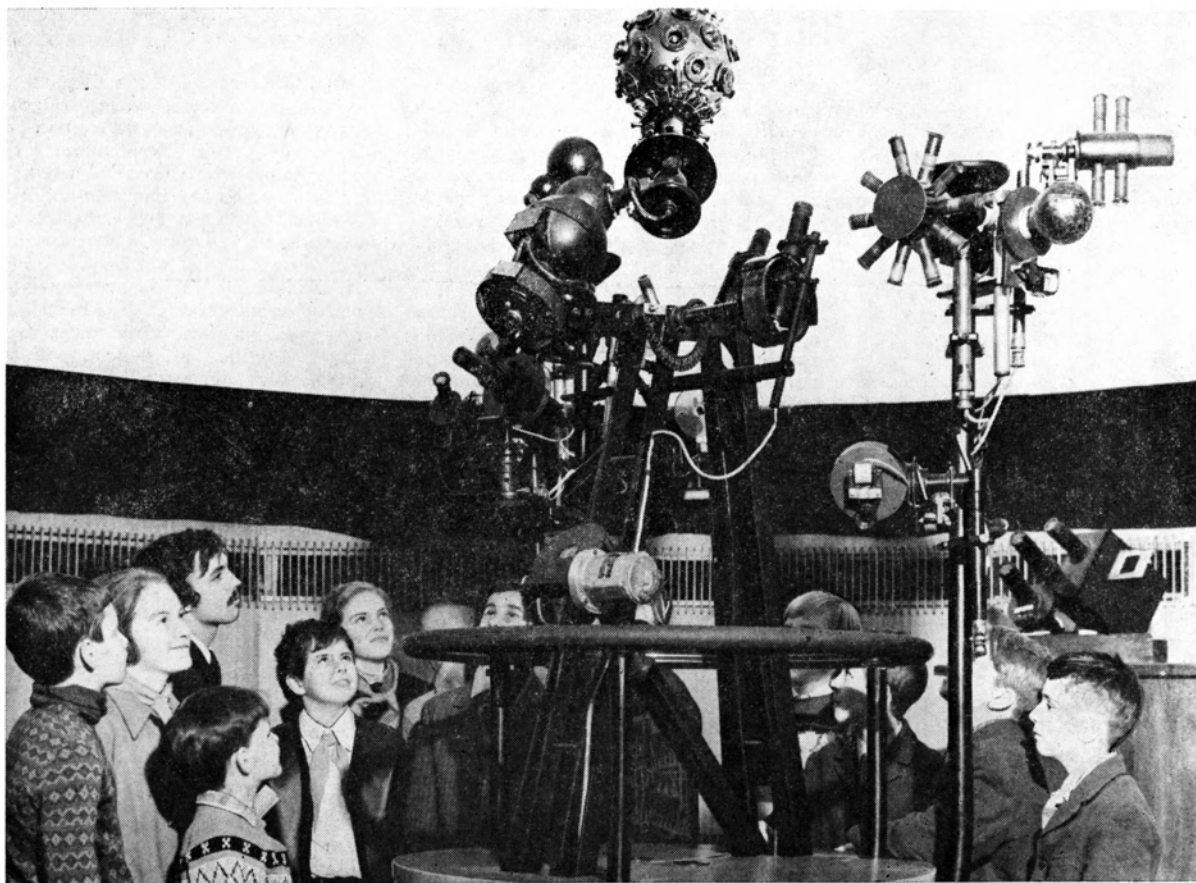
20 лет назад, в 1962 году, комсомол подарил школьникам столицы Дворец пионеров на Ленинских горах, в 800 кружках и коллективах которого занимаются около 17 тыс. юных москвичей. Более 700 из них — в 52 кружках астрономии и космонавтики. Это сейчас. А два десятилетия назад, когда был создан отдел астрономии и космонавтики, в нем было 16 кружков.

Сегодня отдел астрономии и космонавтики — это Клуб космонавтики (Земля и Вселенная, 1978, № 5, с. 70.— Ред.), лаборатории астрофизики, физики космоса и астрономический кабинет. В распоряжении всех кружковцев — планетарий, обсерватория с башней и астрономической площадкой.

Вспоминается первая встреча юных астрономов в сентябре 1962 года.

Зал лектория на 350 мест был заполнен до отказа. О будущих занятиях, о достижениях и перспективах астрономии говорили работники Дворца пионеров, а также приглашенные для ведения кружков молодые сотрудни-

*Занятие кружка юных астрономов в планетарии  
Московского Дворца пионеров  
проводит руководитель кружка  
В. И. Прудников (третий слева)*



ки Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга (ГАИШ) — А. В. Засов и К. В. Куимов. После собрания разошлись по группам, чтобы познакомиться со своими руководителями: Р. Л. Хотинком, Г. Т. Залюбовиной, А. В. Засовым, К. В. Куимовым, Н. В. Козловой. Почти все они — воспитанники астрономических кружков Московского планетария.

Во время учебного года ребята изучали теорию, мастерили простейшие угломерные приборы, часто оставались на ночные наблюдения. В 60-е годы наибольшей популярностью пользовались наблюдения метеоров, организованные энтузиастом метеорной астрономии Р. Л. Хотинком — тогдашним заведующим астрономическим кабинетом дворца. В кружках Г. Т. Залюбовиной увлекались сразу и историей астрономии, и наблюдением планет.

Многие наблюдали Солнце в обсерватории. Каждое лето в Подмоскowie работал лагерь юных астрономов. Кроме того, отправлялись экспедиции в Крым для наблюдения метеоров. Некоторые ребята с интересом вели наблюдения переменных звезд. Позднее, по мере укрепления связи с ГАИШем, традиционной стала обработка «стеклянной библиотеки» в отделе переменных звезд института. Под руководством П. Н. Холопова и Ю. Н. Ефремова несколько энтузиастов сами наблюдали переменные звезды.

Результаты обрабатывались, докладывались на занятиях кружка, на заседаниях юношеской секции и отделов Московского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества, а вскоре дворец стал коллективным членом этого общества. Уже с середины 60-х годов начали появляться публикации результатов наших наблюдений. Среди первых наблюдателей были Ю. Архипов, В. Горошков, А. Данилов, В. Коваль, С. Лопатников, И. Марков, В. Пузырев, В. Ромейко, Н. Санько, В. Соломенцев, А. Сидоров, Ю. Фадеев.

Некоторые ребята серьезно увлеклись спектроскопией, фотометрией, проблемами инфракрасной астрономии. И в 1965 году под руководством



*Старшие кружковцы Л. Хоботова и С. Янковский готовятся к наблюдениям в обсерватории Московского Дворца пионеров*

С. П. Яценко оборудовали **лабораторию астрофизики**. В ее создании большая заслуга Н. М. Макаровой и А. А. Кочерян. В лаборатории установлены монохроматор УМ-2, цей-

совский монохроматор SPM, спектрограф ИСП-51, спектропроектор СП-18, стилоскоп и другие приборы. Большое внимание уделялось также инструментальным исследованиям земной атмосферы.

**Астрономический кабинет**, который вот уже 17 лет возглавляет Н. В. Козлова, превратился в подлинную лабораторию звездной астрономии, где для старших кружковцев созданы группы звездной и внегалактической астрономии, физики Солнца. Астрономический кабинет тесно связан с ГАИШем, чьи студенты, аспиранты, сотрудники встречаются с юными астрономами, руководят кружками; по заданию отдела переменных звезд и отдела Солнца института ведется научно-любительская работа, организуются экскурсии в лабораторию и в обсерватории ГАИШа. В последние годы астрономический ка-

бинет уделяет большое внимание работе с младшими школьниками (3—5-х классов).

В 1970 году открылась лаборатория **физики космоса**. Здесь были созданы кружки радиофизики, радиоастрономии, физики космоса, где школьники знакомились с физикой космических лучей, с методами регистрации инфракрасного, ультрафиолетового, рентгеновского и гамма-излучения. В лаборатории сконструирован и изготовлен на базе счетчиков Гейгера телескоп для регистрации вторичного космического излучения. Используются также демонстрационные камеры Вильсона. Недавно вступил в строй радиотелескоп с трехметровой чашей. Кружком радиоастрономии руководит В. В. Краснов — сотрудник Физиче-

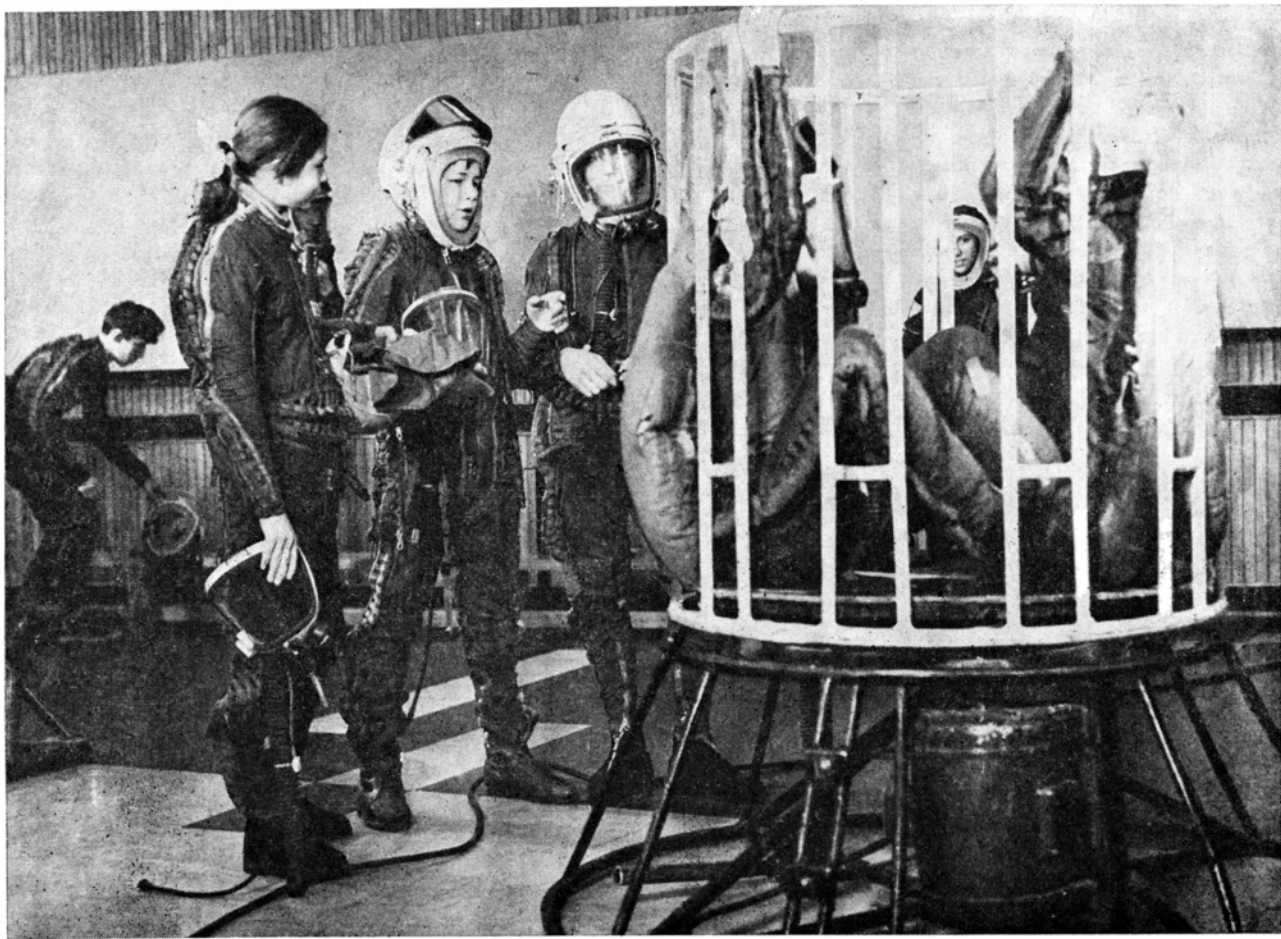
ского института АН СССР имени П. Н. Лебедева, бывший воспитанник Дворца пионеров.

**Окреп Клуб космонавтики**. Были приобретены тренажеры, появились авиаклассы. Наряду с теоретическими занятиями юные космонавты и летчики много времени стали уделять специальной подготовке. В клуб пришли работать летчики-испытатели Герой Советского Союза А. П. Буланов и Л. В. Михалев. Инженер В. Л. Шумилин возглавил группу космического проектирования. Частые гости клуба — космонавты, конструкторы, ученые.

В настоящее время в отделе астрономии и космонавтики 32 кружка астрономического профиля, здесь занимаются 500 школьников 3—10 классов.

У самых маленьких (9 кружков учащихся 3—5 классов) занятия про-

*Юные космонавты на тренировке*



ходят в форме викторины, конкурсов, научно-фантастических «путешествий» по Солнечной системе. Они изготавливают своими руками и используют в работе простейшие угломерные инструменты, карты звездного неба.

Школьники 6—8 классов занимаются по двухгодичной программе (13 кружков). За первый год юные астрономы должны изучить строение Солнечной системы, зодиакальные созвездия и созвездия северного неба, узнать основы геометрической оптики и сферической астрономии, получить представление о звездной величине, астрономической единице, световом годе. Ребята учатся ориентироваться по Солнцу и звездам, работать с атласом звездного неба и школьным астрономическим календарем, наблюдать в школьный телескоп. Программа предусматривает изготовление подвижной карты звездного неба, угломера, солнечных часов и работу с ними. Каждый член кружка должен подготовить доклад по одной из тем и выступить с ним на занятии.

Второй год обучения — это наблюдения в обсерватории дворца, изучение мира звезд и галактик.

И, наконец, старшеклассники (10 кружков). У них уже начинается специализация: теоретическая и практическая астрофизика, внегалактическая астрономия, телескопостроение, физика космоса, астротехника. Создаются группы наблюдателей Солнца, переменных звезд и т. д. Большое место занимают фотографирование небесных тел, экскурсии в институты и предприятия.

Самый большой отсев, конечно, у ребят младшего возраста. Из ребят, записавшихся в кружки юных астрономов (6—8 классы) до окончания школы занимается около 70%.

Многие кружковцы — члены Юношеского научного общества Дворца пионеров. На конференциях общества школьники выступают с докладами, с отчетами о наблюдениях и экспедициях, с проектами, рассказывают о работе по заданию ученых. Традиционными стали экспедиции, проводимые как совместно с астрономической секцией Московского отделения

ВАГО, так и самостоятельно. За эти годы воспитанники Дворца побывали в Прибалтике и на Урале, в Крыму и на Кавказе, на Памире и в Тунгусской тайге, на Дальнем Востоке и в Казахстане. Цель экспедиций — наблюдение затмений и метеорных потоков, обследование мест падения метеоритов, изучение астроклимата и серебристых облаков.

Наблюдения серебристых облаков проводятся с 1963 года. За прошедшие годы проведено 17 экспедиций по исследованию самых высоких облаков земной атмосферы. Наблюдатели выезжали в Вологду, Сигулду, Углич, Килимары и другие районы страны. Часто совместно с отделом серебристых облаков Московского отделения ВАГО экспедиции проводились в Подмоскowie. Программа наблюдений предусматривала визуальное патрулирование и регистрацию частоты появления облаков, фотографирование для определения морфологической структуры и кино съемку с целью изучения движения облаков, теодолитные наблюдения, чтобы установить границы распространения полей серебристых облаков.

Результаты отправлялись в Тарту (Эстония), в Международный центр данных по серебристым облакам, публиковались в «Каталоге наблюдений серебристых облаков» и в журнале «Астрономический вестник», участники экспедиции выступали с сообщениями на научных совещаниях по проблемам серебристых облаков. За эти исследования группа ребят была отмечена медалями и свидетельствами ВДНХ.

Стремилась мы не упустить возможность понаблюдать лунные и солнечные затмения. Перед каждым таким событием организовывались специальные семинары наблюдателей — представителей разных кружков отдела астрономии.

Особенно тщательно и продолжительно готовятся юные астрономы к наблюдению солнечных затмений. Не стало исключением и солнечное затмение 31 июля 1981 года. После годичной подготовки из Дворца пионеров в полосу затмения отправились две экспедиции: одна — на БАМ

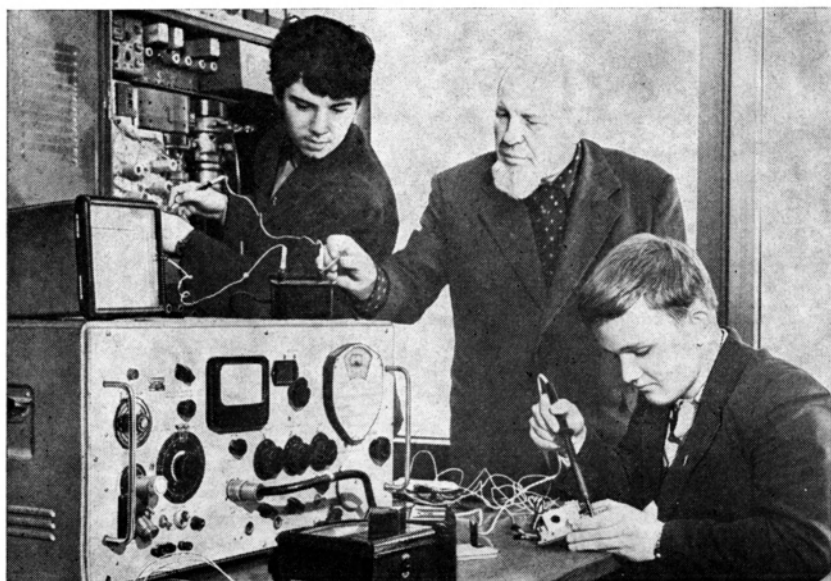
в район Тынды, другая — в Павлодарскую область Казахстана. И дальневосточной (руководитель А. С. Веселов), и казахстанской (руководитель И. И. Паша) группам удалось в основном выполнить программу наблюдений. Правда, ребятам в Тынде пришлось основательно поволноваться — еще за 30 минут до начала затмения небо было затянуто облаками и моросил дождь. Тем больше было ликование, когда в долгожданный момент небо все-таки очистилось и полную фазу удалось пронаблюдать. Любопытно, что полчаса спустя опять пошел дождь. В программу наблюдений входило: визуальное наблюдение, фотографирование солнечной короны с помощью 130-миллиметрового рефлектора Цейсса, двух аэрофотокамер АФА-40 Б, фоторегистратора РФК-5 и аппарата «Зенит-ТТЛ» с объективом МТО-1000, регистрация изменения освещенности в ходе затмения с использованием люксметра 10-117, метеорологические наблюдения, наблюдение за поведением диких и домашних животных. Обработка результатов в основном завершена. На ЭВМ построена математическая модель распределения плотностей в снимках короны. На снимках получено изображение внешней короны, которая прослеживается до 9—10 радиусов Солнца. Получена картина затмения в условных цветах с изофотами.

Наблюдения лунного затмения обычно проводятся двумя группами: одна работает на астроплощадке дворца, другая — в Подмоскowie. Программа включает: оценку окраски и яркости затмения по шкале А. Данжона, наблюдение нестационарных явлений, последовательное фотографирование различных фаз затмения (с последующей фотометрией полученных снимков). В ряде случаев удалось получить интересные результаты.

Учитывая метеорологические условия Москвы, мы пришли к выводу, что наилучшие результаты могут дать наблюдения Солнца. Так в 1977 году возникла программа ГЕОС (солнечно-земные связи). Программу работы составляли совместно с советом кураторов, специально создан-



*Наблюдения частного солнечного затмения на астрономической площадке Московского Дворца пионеров*



*Руководитель кружка астрономической техники А. С. Веселов с Д. Рабунским и Д. Моисеевым готовят радиотелескоп к наблюдениям*

ным при отделе астрономии и космонавтики дворца. В совет дали согласие войти специалисты-астрономы, физики, медики, геофизики. В соответствии с программой ГЕОС кружковцы астрономического кабинета Н. Николаев, Д. Колосов, А. Красовский, Д. Мухамедшин, Б. Чернявский и другие вели визуальные и фотографические наблюдения за процессами на Солнце; в лаборатории астрофизики изучалось состояние земной атмосферы; в лаборато-



рии физики космоса с помощью самодельного телескопа регистрировали вариации вторичного космического излучения. Велась также обработка измерений, сделанных на искусственных спутниках Земли. В реализации программы ГЕОС приняли участие кружковцы из других отделов дворца. Так, в секторе радиоспорта фиксировали случаи сверхдальней радиосвязи, юные биологи и медики регистрировали изменение физиологических параметров у людей. В дальнейшем юные математики обрабатывали все результаты на ЭВМ. Участники программы были награждены почетными дипломами на IV Всесоюзном слете юных астрономов и космонавтов, и на Всероссийском слете актива научных обществ учащихся.

Участие в подобной комплексной программе стало хорошей школой коллективного научно-технического творчества для старшекласников.

Учебный процесс неразрывно связан с воспитанием тех, кто к нам приходит. Прежде всего мы обращаем внимание на формирование материалистического мировоззрения, познавательной и общественной активности. Стараемся, чтобы знания, умения, навыки, полученные в кружке, ребята передавали другим школьникам. Наши инструкторы выступают с докладами, беседами, проводят викторины по астрономии в своих отрядах, в подшефных классах, читают лекции «Под небом планетария» для школьников и гостей дворца. Интересно читали лекции В. Грушецкий, С. Данилов, Т. Тарасова, А. Лапшинская, Н. Мунтян, в настоящее время — А. Лякин и Б. Чернявский. Наиболее подготовленные ведут кружки

*Заведующая  
астрономической лабораторией  
А. А. Кочерян работает  
с членами кружка астрофизики*

юных астрономов в школах и загородных пионерских лагерях.

Особо следует сказать о руководителях кружков. Много энергии отдали работе со школьниками сотрудники ГАИША А. В. Засов, К. В. Куимов, В. Г. Сурдин, В. П. Савченко, сотрудники Института космических исследований АН СССР А. Е. Стефанович, Е. П. Алексакин, инженер Научно-исследовательского института ядерной физики МГУ Л. С. Братолюбова, сотрудник Института ядерных исследований АН СССР Е. А. Глазов, преподаватели МГПИ имени В. И. Ленина С. А. Ламзин и В. М. Чаругин, сотрудник Института прикладной математики АН СССР В. В. Чазов. Значительная часть руководителей — бывшие кружковцы.

Конференции, диспуты, встречи с учеными — составная часть работы отдела астрономии и космонавтики. Традиционными стали праздники Дня весеннего и осеннего равноденствия,





клубные дни. И если осенью на празднике «Будем знакомы» ребятам рассказывают о традициях отдела и посвящают в «юные астрономы», то весной проводится праздник с веселыми конкурсами, инсценировками. К празднику объявляется конкурс на лучший фантастический рассказ и лучший рисунок на космическую тему, на лучшую эмблему и лучшую песню юных астрономов, на лучшую юмористическую газету.

Клубные дни обычно проходят в форме диспутов по острым проблемам современной науки («Внеземные цивилизации» и «Жизнь во Вселенной», «Тунгусское явление», «Наука и религия», «Космическое будущее человечества»). К диспутам готовятся заранее, приглашают специалистов.

Много лет дворец — один из организаторов городской астрономической олимпиады школьников. В 1981 году по инициативе отдела астрономии и космонавтики Дворца пионеров впервые проводился конкурс на лучший эксперимент в космосе — «Малый интеркосмос» (Земля и Вселенная, 1982, № 4, с. 66.— Ред.). Среди призеров конкурса есть и воспитанники дворца.

...Мы в лектории в День осеннего равноденствия на встрече «Будем знакомы». Как и 20 лет назад, здесь собрались ребята, которые недавно записались в астрономические кружки Дворца пионеров и школьников. Перед ними выступают ученые, конструкторы, представители разных профессий. С особым интересом слушают тех, кто когда-то сам занимался в кружках дворца. Выступает кандидат физико-математических наук Н. Ф. Санько, сотрудник Института космических исследований АН СССР. Много нового, интересного он рассказал о Венере, в исследования которой вложен и его труд. Еще в кружке его интересовали проблемы планетной астрономии. О подготовке космонавтов к полету рассказывает кандидат медицинских наук Н. Н. Фендрикова. Школьницей она неоднократно выступала с докладами, в которых освещались проблемы жизни во Вселенной. О новых открытиях в астрофизике ведет рассказ кандидат

физико-математических наук М. С. Бургин. Миша Бургин пришел в кружок пятиклассником.

Среди тех, кто пришел на встречу, есть инженеры и рабочие, офицеры и юристы, ученые и экономисты. Все они остались страстными поклонниками астрономии (большинство из них — члены ВАГО) и самыми желанными гостями отдела астрономии и космонавтики.

## НОВЫЕ КНИГИ

### КАЛЕНДАРИ

«Календари и хронология стран мира» — так назвал свою книгу, вышедшую в 1982 году в издательстве «Просвещение», В. В. Цыбульский.

Первая глава «Время и его измерение» дополняет учебник астрономии сведениями по сферической астрономии и хронологии.

Вторая глава («Календарь созвездий») включает общий обзор звездного неба, краткое описание зодиакальных созвездий, а также знакомит читателей с названиями месяцев и дней недели, принятыми в разных странах.

«Солнечные календари» — название третьей главы. Здесь рассказывается об истории возникновения календарей у древних египтян, греков и римлян, а также о том, как сформировались представления о календарных эрах и стилях летоисчисления.

Лунным календарям посвящена четвертая глава книги. Эти календари в настоящее время распространены в 41 стране (список их приводится в книге). Автор объясняет читателям, как переводятся даты лунного календаря на даты принятого у нас солнечного календаря.

Пятая глава («Лунно-солнечные календари») знакомит с календарями, в которых лунный счет времени в известной мере согласовывается с солнечным. Такие календари до сих пор существуют в Иране, Израиле и ряде других стран. Излагаются способы перевода дат лунно-солнечных календарей на григорианский календарный стиль.

Заключительная глава книги («Календари стран Восточной Азии») рассказывает о календарях, которыми пользуются жители Вьетнама, Кампучии, Китая и некоторых других стран.

«Приложение» к книге содержит несколько таблиц, позволяющих соотнести даты различных календарей, и сведения о календарях народов мира.

За минувшие годы несколько сотен человек занимались в кружках астрономии, многим увлечение астрономией помогло окончательно выбрать профессию. И все они хранят благодарную память о Дворце пионеров.

Фото И. Гольдберга

Рецензия на книгу «Календари и хронология стран мира» будет опубликована в одном из ближайших номеров «Земли и Вселенной».

### ЛЮБИТЕЛЯМ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЯ

«Библиотека любителя астрономии» пополнилась еще одной книгой — «Телескопы для любителей астрономии» (М.: Наука, 1982). Автор книги — Леонид Леонидович Сикорук — хорошо известен читателям нашего журнала. Он на протяжении многих лет возглавляет Новосибирский клуб любителей телескопостроения, члены которого построили немало хороших телескопов и проверили на практике все то, о чем рассказывается в книге. В книге обобщен лучший опыт и других телескопостроителей.

Основное содержание книги расчленено на три части.

Первая часть посвящена изготовлению оптики телескопа. Она включает элементарные теоретические сведения и подробное описание шлифовки, полировки и испытания главного зеркала любительского рефлектора, а также сведения, необходимые для изготовления диагонального зеркала (или призмы) и окуляра.

Вторая часть книги — «Механика любительского телескопа» — знакомит читателей со способами изготовления монтировки телескопа, оправы для главного и диагонального зеркала, трубы и крепления к ней узлов, часовым приводом, станиной и т. д.

Третья часть книги — «Вспомогательные приборы и специальные телескопы». Здесь автор делится опытом изготовления любительского солнечного телескопа, автоматического патрульного астрографа, камеры Шмидта и некоторых других телескопов. Специальный параграф посвящен обсерватории астронома-любителя.

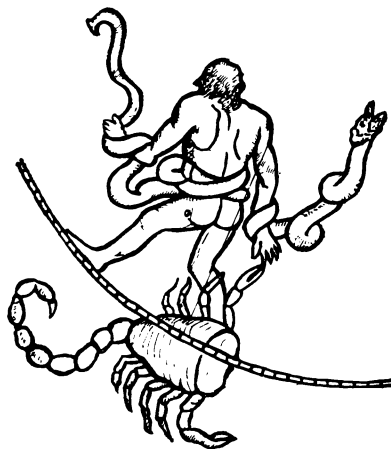
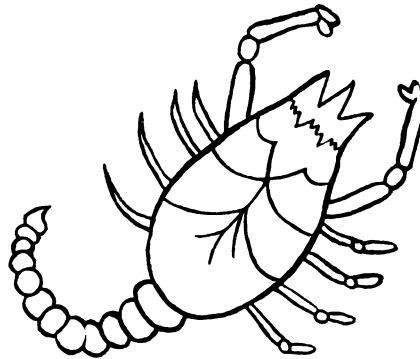
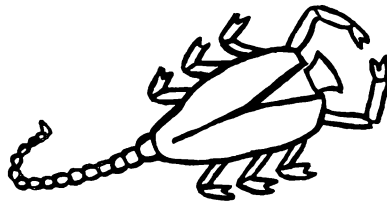
Приложение к книге включает описание шлифовальников, элементарных литейных работ и основ техники безопасности.

## Скорпион

Для древних скорпион олицетворял темные силы потустороннего мира, где властвуют зло и страдание. Этому страшному существу вавилонские звездочеты уделили обширное место на небе. На древнеегипетских звездных картах, по свидетельству мемфисского историка Манефона, жрецы заменили клешни скорпиона на чаши весов; так появились два разных созвездия — Скорпион и Весы.

Мифы отводили Скорпиону роль жестокого убийцы, существа безусловно рокового. Таким он, к примеру, запечатлен в древних шумерских сказаниях, выступая там в образе человека-скорпиона Гиртаблили. Он охранял небесные ворота, через которые заходило Солнце. Своим ядовитым хвостом Гиртаблили мог ужалить всякого, кто окажется в его небесных пределах. Только легендарный правитель шумеров Гильгамеш, заполучив у вавилонского мудреца Пирнапиштира траву бессмертия, не опасался Скорпиона.

Такое представление о Скорпионе характерно и для древнегреческой мифологии. Однажды знаменитый охотник Орион явился на остров Крит и стал охотиться с собаками на дичь, угрожая уничтожить всех зверей на земле. Разгневанная Гея подслала к



*Созвездие Скорпиона (сверху вниз; приводятся копии изображений): на египетском Зодиаке из храма Исиды в Дендерах; в копенгагенской рукописи трактата средневекового арабского астронома аль-Суфи; на рисунке Альбрехта Дюрера (XV век), изобразившего рядом со Скорпионом Змееносца*

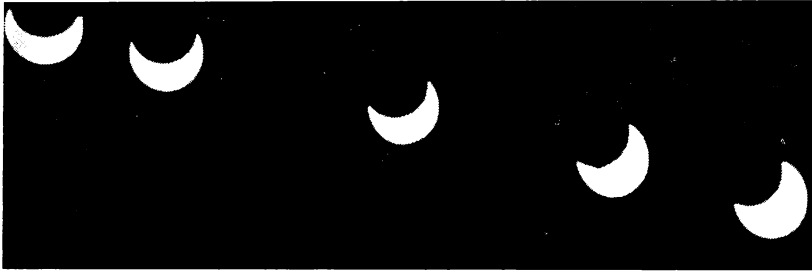
нему огромного Скорпиона, чтобы тот поразил охотника. Ужаленный в пятку, Орион умер. За этот «подвиг» Гея отвела Скорпиону почетное место на небе. Впрочем, боги пожалели и Ориона: он был вознесен на небо, превратившись в красивейшее созвездие.

Скорпион погубил и Фазтона — сына лучезарного бога Гелиоса. Совершая на отцовской небесной колеснице объезд Зодиака, Фазтон повстречался с ужасным чудовищем и, обезумев от страха, выпустил вожжи. Крылатые кони, почуяв свободу, понесли. Они то поднимались высоко к звездам, то опускались к самой земле, и жар, исходивший от колесницы, грозил испепелить землю. И тогда бог богов Зевс бросил свою сверкающую молнию и загасил ею пожары на земле. Молния разбила колесницу Фазтона на мириады сверкающих осколков.

Однако не всегда Скорпион оставался безнаказанным. Его не страшился Змееносец, который на старинных звездных картах изображался топчущим Скорпиона. А Змееносец — это не кто иной, как сам бог врачевания Асклепий, который не только излечивал больных, но и возвращал к жизни умерших.

У древних майя на месте Скорпиона изображался владыка темноты Ялагау, имевший обыкновение всех своих пленников мучить до смерти. Полинезийцы в звездах Скорпиона видели Рыболовный крючок, с помощью которого сказочный герой Маук вытащил из океана рыбу-остров — Новую Зеландию.

Но нередко с этим участком неба связывались и другие представления. Так на картах неба появлялись созвездия, имевшие совсем уж неожиданные названия: Василиск, Шляпа Кардинала, Двойной Меч, Жало, Ножницы, Звезды Марса и т. д. Но в большинстве своем народы величали созвездие именно Скорпионом, олицетворявшим, в их понимании, хмурое, сырое, холодное время года, ибо в это созвездие Солнце вступало глубокой осенью, когда вся природа как бы умирала, чтобы вновь возродиться, подобно богу Дионису, ранней весной следующего года.



*Частные фазы  
солнечного затмения  
15 декабря 1982 года.  
Снимок получили студенты  
Горьковского пединститута  
В. Курносов и В. Маврин  
на неподвижной камере телескопа  
«Менискас»*

*Д. Ефимов — член юношеской  
секции Горьковского  
отделения ВАГО —  
ведет  
фотометрические наблюдения  
затмения с помощью люксметра*

## Любительские наблюдения солнечного затмения 15 декабря 1982 года

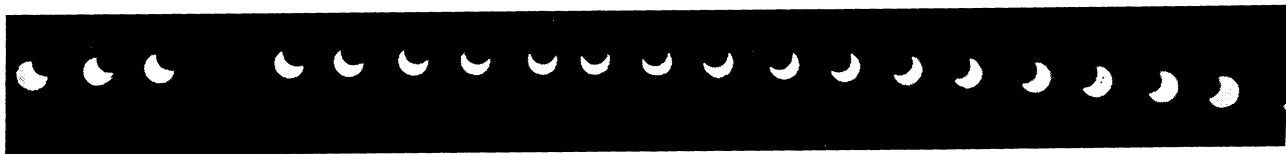
ГОРЬКИЙ

15 декабря 1982 года на обсерватории Горьковского педагогического института проводились массовые наблюдения частного солнечного затмения. В них участвовали студенты, преподаватели, сотрудники института, а также школьники из юношеской секции Горьковского отделения ВАГО. Были запланированы фотографические, фотометрические, электрофотометрические наблюдения, определение моментов контактов. Однако существенные коррективы в эти планы внесла облачная погода. Только в 11 ч 36 мин по московскому времени в разрыве облачности промелькнул серп затмившегося Солнца. С 11 ч 50 мин до 13 ч удалось все-таки получить ряд снимков частных фаз затмения. Юные астрономы Дмитрий Ефимов, Леонид Данилейко и Михаил Страхов выполнили фотометрические исследования. По их результатам, максимальная фаза затмения 0,7 наступила в 12 ч 20 мин по московскому времени.

В 13 ч мощный облачный фронт окончательно закрыл Солнце. Наблюдатели не смогли определить ни первого, ни последнего контакта.

**Директор обсерватории  
Горьковского пединститута  
А. П. ПОРОШИН**





*Панорама частного солнечного затмения 15 декабря 1982 года в Ленинграде. Снимок получил выпускник средней школы М. Яковлев. Частные фазы фотографировались аппаратом «Спутник»*

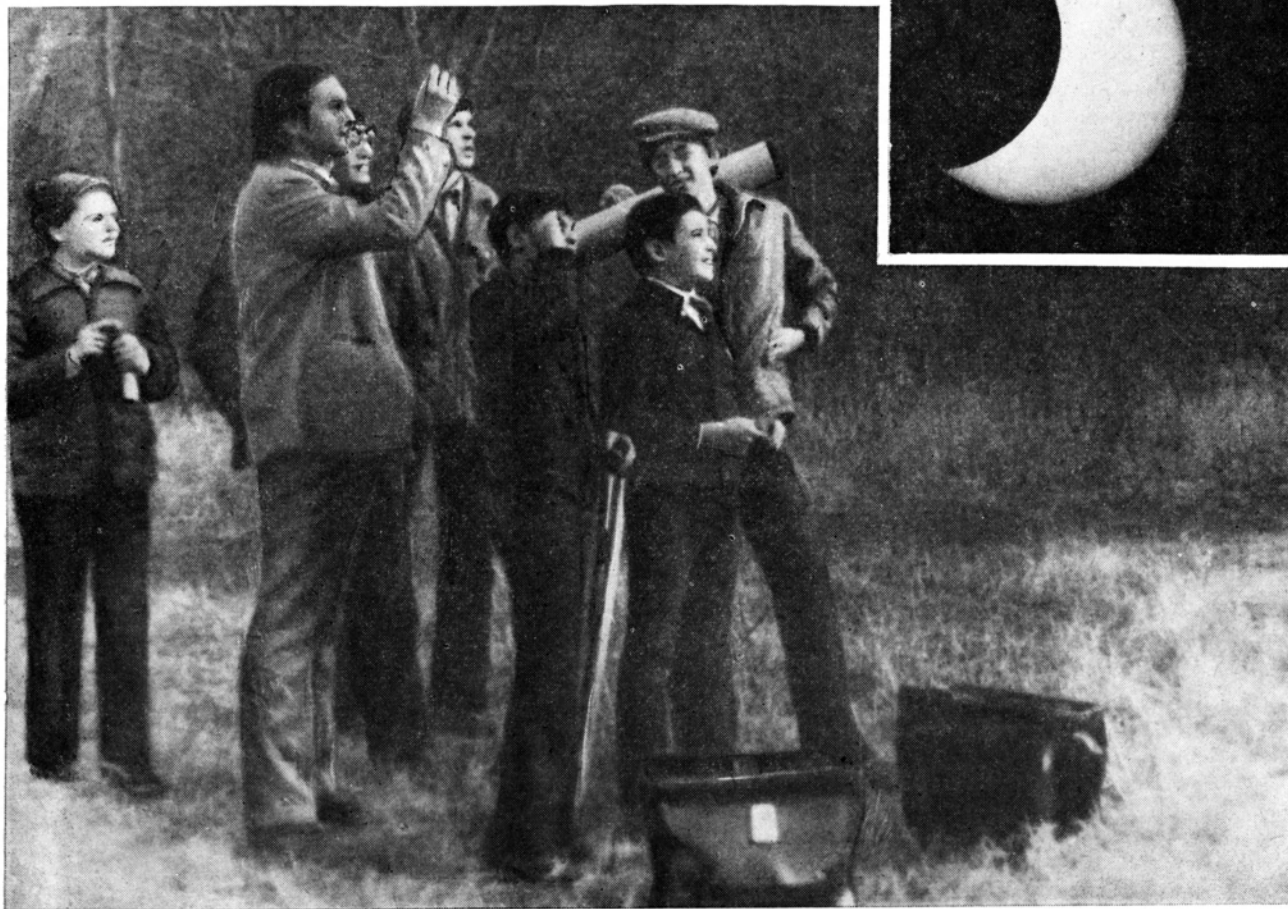
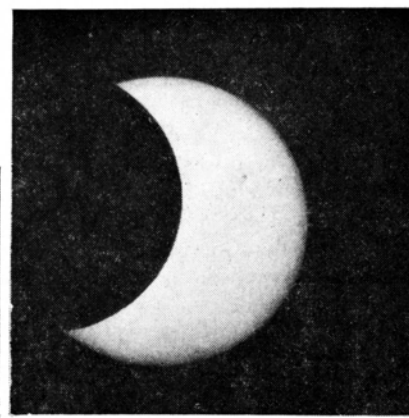
*Члены астрономического кружка при пятигорском Дворце пионеров и школьников вместе со своим руководителем В. Ф. Панкиным во время наблюдения солнечного затмения*

## ПЯТИГОРСК

Члены астрономического кружка при пятигорском Дворце пионеров и школьников стараются не пропускать редких астрономических явлений. 9 января 1982 года они наблюдали полное лунное затмение, а 15 декабря — частное солнечное затмение. Его максимальная фаза в Пятигорске была 0,6. Легкая облачность не помешала ребятам проследить почти весь ход затмения и сделать фотографии. Наблюдения затмения проводились в школьные рефракторы. Их объективы были диафрагмированы до 25 мм

и снабжены фильтрами из засвеченной и проявленной фотопленки. В телескоп на Солнце хорошо были видны четыре группы пятен, которые постепенно закрывались лунным дис-

*Частная фаза затмения. Этот снимок сделал в Пятигорске семиклассник М. Аршипов. Использовался школьный рефрактор*



ком. Под конец затмения с гор набежали плотные облака и скрыли Солнце.

**Руководитель секции астрономии и телескопостроения  
Пятигорского  
отделения ВАГО  
И. И. СТАНКЕВИЧ**

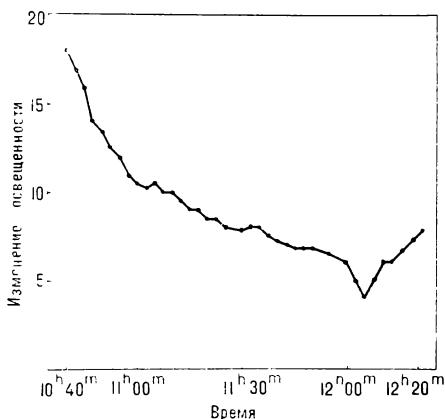
МОСКВА

Наблюдениям частного солнечного затмения 15 декабря 1982 года в Москве мешала облачная погода. Но мне все-таки удалось выполнить электрофотометрические наблюдения и построить график изменения освещенности во время затмения. Я измерял яркость не самого Солнца, а облаков, закрывавших его. Оптическая плотность облаков в ходе затмения была приблизительно постоянна, следовательно, они лишь ослабляли яркость Солнца на некоторую величину.

Для наблюдений я использовал монокуляр МП8×30. В его выходном зрачке находился фотодиод типа ФД-24к, к которому был подключен измерительный прибор типа М 273/9. Отсчет показаний производился каждые 2,5 минуты. К сожалению, мне удалось наблюдать лишь немногим больше половины затмения — на холоде отказал гальванометр.

**Член астрономического кружка  
при Московском планетарии  
А. КОПЕЙКО**

*Изменение освещенности в ходе частного солнечного затмения 15 декабря 1982 года, согласно наблюдениям ученика 9 класса А. Копейко. По оси ординат отложены деления измерительного прибора М 273/9. Каждое деление соответствует току  $4 \cdot 10^{-7}$  А*



**Заместитель директора Института  
космических исследований АН СССР  
кандидат физико-математических  
наук  
В. М. БАЛЕБАНОВ**

## На орбитах сотрудничества

Издательство «Машиностроение» в конце 1982 года выпустило книгу М. Ф. Реброва, В. И. Козырева, В. А. Денисенко «СССР — Франция. На космических орбитах».

Книга посвящена советско-французскому сотрудничеству в исследовании космического пространства. Это сотрудничество, начатое в 1966 году, успешно развивается, внося существенный вклад в мировую науку и в укрепление дружественных связей между двумя странами.

В начале книги авторы рассказывают об основных этапах совместного исследования космоса советскими и французскими учеными, приводят важнейшие результаты выполненных экспериментов. В книге впервые — и научно, и популярно — изложены все советско-французские работы в различных областях космической науки: космической физике, космической метеорологии, космической связи, космической биологии и медицине. Тем самым убедительно показана широта проводимых исследований и их большое значение для мировой науки.

Изложение материала сопровождается описанием методов организации двустороннего сотрудничества по столь обширной программе. Приводится содержание межправительственного соглашения 1966 года между СССР и Францией о сотрудничестве в освоении и изучении космического пространства в мирных целях, повествуется о деятельности организаций, координирующих это сотрудничество, — Совете «Интеркосмос» при Академии наук СССР и Национальном центре космических исследований Франции,



перечисляются советские и французские научно-исследовательские центры, участвовавшие в проведении экспериментов.

Логическое продолжение почти сорока экспериментов, выполненных учеными СССР и Франции на ракетах, спутниках-автоматах, межпланетных станциях, — проведение цикла исследований во время полета советско-французского экипажа на орбитальной станции «Салют-7». Авторы показывают все стадии этого пилотируемого полета: отбор и подготовку экипажа, выбор программы и разработку экспериментов. Читатели многое узнают об экипажах, о жизненном пути каждого космонавта — В. А. Джанибекова, А. С. Иванченкова, Ж.-Л. Кретьена, Л. Д. Кизима, В. А. Соловьева и П. Бодри; увидят, как в процессе подготовки в Звездном городке



формировались экипажи, как отрабатывались взаимодействие и слаженность в работе между членами экипажа, а также взаимодействие экипажа с группами управления полетом. Приведенные факты убеждают еще и еще раз, насколько сложна и напряжена программа подготовки космонавтов, сколько теоретических и практических знаний им надо приобрести, сколько тренировок провести, чтобы быть готовыми к успешному выполнению задач полета.

...Завершена подготовка экипажей, необходимая научная аппаратура с помощью «Прогресса» заранее доставлена на станцию «Салют-7». Экипаж готовится к старту на космодроме Байконур. Читатели вместе с экипажем «совершают экскурсию» по этому знаменитому космическому порту, откуда проложены в космос первые трассы, откуда уходили на орбиту Юрий Гагарин, десятки его последователей: советские космонавты, международные экипажи с космонавтами социалистических стран — участники программы «Интеркосмос».

Рассказав о космодроме, авторы повествуют далее о Центре управления полетом, наземных и плавучих измерительных пунктах, о комплексе технических средств, благодаря которым становится возможным непрерывное слежение за полетом, собирается и обрабатывается информация с борта станции, производится управление полетом.

24 июня 1982 года с Байконура стартовал корабль «Союз Т-6» с советско-французским экипажем на борту: В. А. Джанибековым, А. С. Иванченковым, Жан-Лу Креть-

енем. После успешно выполненной стыковки космонавты перешли на орбитальную станцию «Салют-7». Авторы «проводят» читателя по этой новой, усовершенствованной космической лаборатории, описывают ее узлы, отсеки, знакомят с «хозяевами» станции — космонавтами А. Н. Березовым и В. В. Лебедевым.

Последний раздел посвящен научным экспериментам, выполненным советско-французским экипажем. Авторы достаточно полно и популярно излагают содержание исследований, знакомят с научными приборами, изготовленными во Франции. Четкая слаженность работы

космонавтов, высокая техническая оснащенность орбитальной станции позволили полностью осуществить запланированные эксперименты по астрофизике, геофизике, космическому материаловедению, биологии и медицине.

Большое достоинство книги — богатейший иллюстративный материал, представленный на ее страницах: свыше ста цветных и черно-белых фотографий, и среди них снимки, выполненные на борту станции самими космонавтами.

## НОВЫЕ КНИГИ

### «ВЕЩЕСТВО ВСЕЛЕННОЙ»

Древнейшая наука астрономия только во второй половине XIX века получила метод, позволивший исследовать химический состав небесных тел. О становлении нового направления астрономии — космической химии, ее открытиях и проблемах рассказывает книга известного популяризатора науки Ф. Ю. Зигеля «Вещество Вселенной» (М.: Химия, 1982).

Во вступительной главе приводится предсказание философа О. Конта о непознаваемости химического состава и минералогического строения небесных светил. Наука очень скоро опровергла этот прогноз.

Вторая глава знакомит читателя с основным методом космической химии — спектральным анализом. Здесь сообщается, какие спектральные приборы сейчас используют для регистрации космического излучения, как изучается космическое вещество — метеориты и лунный грунт — в лаборатории. Рассказано и о первых химических экспериментах, проводившихся на других планетах.

Следующие две главы посвящены химическому составу звезд и межзвездной среды. Автор характеризует различные сорта звезд (спектральные классы), рассматривает звездные модели и подробно пишет о химическом составе Солнца. В межзвездной среде обнаружены различные сложные молекулы, среди которых немало органических.

В шестой главе речь идет о химическом составе комет, астероидов, метеоритов. (Кстати, во многих метеоритах найдены довольно сложные органические соединения.) В двух следующих главах обсуждается химический состав спутников планет и самих планет Солнечной системы. В их изучение немалый вклад внесли полеты советских и американских космических аппаратов.

Девятая глава затрагивает проблему жизни в Космосе. Абиогенный синтез органических молекул, входящих в состав различных земных организмов, — повсеместен, но как произошел скачок от «преджизни» к жизни — все еще загадка. Автор рассматривает различные варианты гипотезы панспермии и гипотезы о зарождении живого из неживого на самой Земле в ходе биохимической эволюции.

Последняя глава книги — о родословной химических элементов. Они ведут ее с Большого взрыва, вызвавшего расширение Вселенной.

Книга Ф. Ю. Зигеля «Вещество Вселенной», написанная живо и увлекательно, предназначена самому широкому кругу читателей.





## Настольная книга наблюдателя

Издательство «Мир» выпустило в переводе с английского на русский язык компактное руководство П. Даффет-Смита «Практическая астрономия с калькулятором» (М.: Мир, 1982). Методические основы и принципы составления этого справочного пособия могут быть предметом дискуссии — достаточно сказать, что советские авторы, как правило, избегают подобного чисто утилитарного подхода. Вместе с тем чрезвычайная актуальность книги П. Даффет-Смита не вызывает сомнений. На языке оригинала она за три года выдержала два издания. Ее русский перевод, сделанный со второго, исправленного и значительно дополненного издания 1981 года, восполняет существенный пробел в отечественной учебной литературе. Книгу П. Даффет-Смита целесообразно иметь под рукой всем, кто занимается любительскими астрономическими наблюдениями; она не станет лишней и для тех, кто ведет атеистическую пропаганду. Хотелось бы, чтобы это издание появилось на библиотечных полках в средних школах и ПТУ.

Полагаю, не будет большой вольностью, если уподоблю пособие П. Даффет-Смита «поваренной книге», столь необходимой каждой хозяйке. И вот почему. Книга П. Даффет-Смита почти не содержит ни теоретических выкладок, ни выводов формул, и уж, конечно, отсутствуют в ней сведения по физической интерпретации астрономических явлений. Это — чисто «рецептурный справочник», главная ценность которого в практических инструкциях, в алгоритмах решения многих астрономических задач. Приводимые инструкции предельно упрощены и в подавляющем большинстве доступны любому школьнику старшего класса, владеющему элементарной математикой: они сводятся к указаниям, что к чему прибавить, что на что умножить или из какой величины извлечь квадратный корень с помощью калькулятора. Инструкции поясняются развернутыми числовыми примерами.

Безусловную значимость пособия



П. Даффет-Смита можно аргументировать следующими соображениями. Во-первых, оно рассчитано на предвычисление разнообразных астрономических явлений. Автор рассматривает решения 71 задачи, сведенных в 5 крупных разделов: время; системы координат; Солнце; планеты, кометы и двойные звезды; Луна и затмения. По «рецептам» П. Даффет-Смита решаются задачи весьма различной степени сложности. Например, можно перевести минуты и секунды в десятичные доли часа, определить по дате день недели, время восхода и захода Луны, вычислить обстоятельства солнечного затмения, оценить видимый блеск планеты и даже рассчитать элементы орбит двойных звезд.

Во-вторых, порядок выполнения вычислений изложен весьма подробно и опирается на удачно разработанный словарь терминов. Вычис-

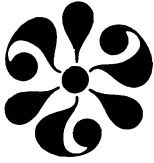
лительно нет надобности обращаться к специальной литературе.

В-третьих, для успешного использования пособия П. Даффет-Смита текущие исходные данные можно взять из общедоступных изданий. Среди советских изданий — это «Школьный астрономический календарь» или «Справочник любителя астрономии» П. Г. Куликовского. Все вычисления выполнимы на любом отечественном калькуляторе для инженерных расчетов или на программируемом калькуляторе.

Наконец, следует отметить и такое немаловажное обстоятельство, что, работая с руководством П. Даффет-Смита, новичок на практике осваивает азы систематических астрономических вычислений — основу основ научной работы в области астрономии.

Рецензируемое пособие на сегодняшний день может стать единственным эффективным подспорьем для живущего в стороне от культурных центров любителя астрономии, желающего наблюдать Солнце, Луну, планеты. Из «поваренной книги» П. Даффет-Смита он не узнает ничего ни об астрофизике, ни о физике планет, ни даже об эфемеридной астрономии. Но он сможет корректно оценить периоды видимости светил, условия их наблюдений, обстоятельства затмений и других астрономических явлений — короче, подготовить почву для успешных самостоятельных наблюдений.

В заключение выскажу пожелание в адрес Всесоюзного астрономо-геодезического общества. Любительская астрономия в СССР имеет давние и богатые традиции. Классическим примером ценнейшего пособия для любителей астрономии является нестареющий справочник П. Г. Куликовского. Хочется думать, что при поддержке ВАГО найдется автор либо коллектив авторов, которые возьмут на себя труд подготовки отечественного пособия по астрономическим вычислениям. Это пособие должно учитывать опыт и специфику любительских наблюдений на огромной территории нашей страны, а также основываться на достижениях отечественной педагогики. Его создание, разумеется, потребует большого труда и длительных усилий. А простителем такого пособия может послужить превосходная книга П. Даффет-Смита. Но до появления отечественного пособия следовало бы на страницах «Земли и Вселенной» опубликовать серию статей об использовании общедоступных калькуляторов для подготовки и обработки любительских астрономических наблюдений.



ОТВЕТЫ  
НА ВОПРОСЫ  
ЧИТАТЕЛЕЙ

Как-то в какой-то книге я встретил название «пекулярные звезды». Меня очень заинтересовали эти звезды, и я стал искать их описание в литературе. Но, увы, кроме того, что они обозначаются буквой «р», а их спектры необычны, я ничего больше не нашел. Объясните, пожалуйста, что это за звезды!

**А. ПИТЕЛИН**  
(г. Краснодар)

По просьбе редакции на вопрос читателя отвечает В. П. ГОРАНСКИЙ, сотрудник отдела переменных звезд Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга.

«Пекулярный» в переводе с английского означает «особенный». Пекулярными называют звезды, которые не вписываются в различные классификации, например в гарвардскую спектральную классификацию или классификацию переменных звезд. По своей сути, это — очень разнородная группа астрономических объектов, и единое их описание невозможно. В научной литературе после слова «пекулярный» обычно поясняется, в чем состоят особенности данного объекта.

Иногда те или иные особенности встречаются сразу у нескольких или даже у многих звезд; в этом случае пекулярные объекты можно классифицировать. Например, классификация переменных звезд постоянно расширяется за счет открытия и исследования объектов, ранее считавшихся уникальными. Так, когда обнаружили звезду FU Ориона, ее отнесли к пекулярным объектам

(Земля и Вселенная, 1966, № 3, с. 19.— Ред.), теперь же известно несколько сходных с нею звезд.

Гарвардская спектральная классификация, основанная на сопоставлении интенсивностей спектральных линий различных элементов в разных стадиях ионизации, характеризует температуру звездных атмосфер. Наиболее горячие звезды относятся к спектральному классу О, а самые холодные — к классу М. В подавляющем большинстве были классифицированы звезды плоской составляющей Галактики, относительно близкие к Солнцу и имеющие сходное с ним содержание химических элементов. Но встречаются и звезды, которые содержат в десятки и даже в сотню раз меньше тяжелых элементов, чем Солнце. Это — звезды сферической составляющей Галактики. Их спектры неоднозначно классифицируются в рамках гарвардской классификации по линиям различных элементов.

По аномалиям химических элементов в спектрах выделяют группы гелиевых, марганцевых, бариевых, стронциевых, углеродных звезд и т. д. У некоторых звезд в спектрах сильны линии редкоземельных элементов или даже линии технеция, не встречающегося в земных породах из-за короткого времени полураспада. В спектре звезды FG Стрелы, оболочка которой постепенно расширяется, линии редкоземельных

элементов появились прямо «на глазах» у исследователей. Эти элементы, возникающие в недрах звезд в процессе ядерного синтеза, попадают в оболочку благодаря активному перемешиванию звездного вещества.

В спектрах «металлических» звезд линии металлов более сильны по отношению к линиям водорода, нежели в спектрах обычных звезд. Это отличие чаще всего обусловлено не особенностями химического состава, а иным строением звездной атмосферы.

«Не поддаются» гарвардской классификации спектры сверхновых, новых, карликовых новых звезд, тесных двойных систем, звезд, находящихся в стадии звездообразования и ранних стадиях эволюции. Например, во время вспышки спектр карликовых новых звезд типа U Блинецов представляет собой спектр очень горячей плазмы без линий поглощения и излучения. Такого спектра не бывает у обычных звезд.

Исследование пекулярных звезд, как правило, дает новые знания о природе и эволюционных стадиях звезд и звездных систем, о состоянии вещества в необычных условиях, которые невозможно воспроизвести в земных лабораториях. Поэтому такие объекты оказываются в центре внимания исследователей — астрономов и физиков, наблюдателей и теоретиков.

## **НОВЫЕ КНИГИ**

### **«МАРШРУТАМИ XX ВЕКА»**

Так называется научно-популярная книга, выпущенная издательством «Мысль» в 1982 году. Автору ее, И. Н. Галкину, посчастливилось участвовать в первых антарктических зимовках, затем начинать изучение земной коры в Тихоокеанской зоне, позднее исследовать недра Земли. В книге тесно переплетаются две темы — экспедиционные геофизические работы и новейшие факты, теории, гипотезы о происхождении и

развитии нашей планеты и ее ближайшего спутника — Луны.

Книга состоит из трех глав. В первой автор рассказывает о первых советских исследованиях в Антарктиде, начавшихся в январе 1956 года. Нельзя читать без волнения отрывки из дневника автора, воссоздающие атмосферу, в которой жили и работали полярные исследователи в те далекие дни, полные опасностей и лишений. Читатель познакомится и с гипотезами о происхождении и эволюции Земли, с современной теорией глобальной тектоники литосферных плит.

Вторая глава посвящена первым экспедиционным исследованиям земной коры, проводившимся в конце 50-х годов в зоне перехода от Азиатского материка к Тихому океану. В этой же главе рассказывается о значении метода глубинного сейсмического зондирования для развития геофизики, внутреннем строении Земли, проблемах геодинамики.

Тема третьей главы книги — исследование Луны, которое стало предметом научных интересов автора в последние годы. Приводятся сведения о внутреннем строении, сейсмических условиях на Луне.

Книга написана образным живым языком, иллюстрирована прекрасными цветными фотографиями и адресована всем, кто интересуется геофизикой и планетологией.

## ВОДНЫЕ КАТАСТРОФЫ

Гигантские волны цунами, нагоны воды, создаваемые у берегов ураганным ветром, речное половодье, а также физическая природа этих явлений и их математическая теория составляют содержание научно-популярной книги Р. В. Пясковского и К. С. Померанца «Наводнения» (Л.: Гидрометеоздат, 1982).

В книге пять глав. В первой автор приводит интересный исторический очерк о сильнейших водных катастрофах на Земле, обсуждают проблему прогноза таких явлений и

возможность создания их физической теории. Гидродинамическая теория наводнений — тема второй главы. Авторы пытаются доступно изложить главные элементы этой теории, основы которой заложены выдающимися математиками и механиками прошлого, рассказывают о том, как современные вычислительные методы и ЭВМ реализуют теорию для расчетов и прогнозов наводнений. Явлению штормовых нагонов посвящена третья глава. В ней читатель знакомится с процессами, происходящими в мелководной зоне океана — на шельфе, их связью с метеорологическими условиями, математическим моделированием штормовых нагонов. (Первую попытку математического решения задачи о наводнении в Санкт-Петербурге в XVIII веке предпринял Л. Эйлер.)

О речных наводнениях рассказывается в четвертой главе. Описывается гидродинамика речного потока, показано, как рассчитывают и прогнозируют половодья и паводки. С 1952 года, после трагедии Северо-Курильска, в нашей стране стало известно японское слово «цунами». Физической теории, математическому моделированию и прогнозированию этого грозного явления природы, вызываемого сотрясением морского дна, посвящена заключительная глава книги.

Книга «Наводнения» адресована всем, кто интересуется науками о Земле.

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 18.02.83. Подписано к печати 15.04.83. Т-09311  
Формат бумаги 84×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Высокая печать. Усл. печ. л. 8,4.  
Уч.-изд. л. 11,1. Усл. мр.-отт. 532,7 тыс. Бум. л. 2,5.  
Тираж 42 756 экз. Заказ 2530. 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

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

---

## ТАСС сообщил:

**10 марта 1983 года** в 12 часов 20 минут московского времени осуществлена стыковка спутника «Космос-1443» с научной станцией «Салют-7». В околоземном космическом пространстве начал функционировать в автоматическом режиме орбитальный комплекс «Салют-7» — «Космос-1443».

Программой совместного полета станции «Салют-7» и спутника «Космос-1443» предусмотрены дальнейшие испытания бортовых систем, агрегатов и элементов конструкции перспективных космических аппаратов, отработка методов управления орбитальными комплексами больших габаритов и масс.

Спутником «Космос-1443» доставлены оборудование, аппаратура, различные грузы, необходимые для обеспечения дальнейшего функционирования станции «Салют-7» и проведения научных исследований на ее борту экипажами космонавтов.

По данным траекторных измерений, параметры орбиты комплекса «Салют-7» — «Космос-1443» составляют:

- максимальное удаление от поверхности Земли — 345 километров;
- минимальное удаление от поверхности Земли — 325 километров;
- период обращения — 91 минута;
- наклонение — 51,6 градуса.

**11 марта 1983 года** в целях обеспечения эксплуатации системы дальней телефонно-телеграфной радиосвязи, передачи программ Центрального телевидения СССР на пункты сети «Орбита» и международного сотрудничества в Советском Союзе осуществлен запуск очередного спутника связи «Молния-3» с бортовой, ретрансляционной аппаратурой, обеспечивающей работу системы в сантиметровом диапазоне волн.

Спутник выведен на орбиту с апогеем 40 773 километра в Северном полушарии и перигеем 474 километра в Южном полушарии. Период обращения спутника 12 часов 15 минут, наклонение орбиты 62,8 градуса.

Сеансы связи через спутник «Молния-3» будут проводиться в соответствии с намеченной программой.

**12 марта 1983 года** в соответствии с программой дальнейшего развития системы телевизионного вещания с использованием искусственных спутников Земли в Советском Союзе осуществлен запуск очередного спутника телевизионного вещания «Экран» с бортовой ретрансляционной аппаратурой, обеспечивающей в дециметровом диапазоне волн передачу программ Центрального телевидения на сеть приемных устройств коллективного пользования.

Спутник «Экран» выведен на близкую к стационарной круговую орбиту с начальными параметрами:

- расстояние от поверхности Земли — 35 619 километров;
- период обращения вокруг Земли — 23 часа 48 минут;
- наклонение орбиты — 0,1 градуса.

Спутник «Экран» имеет международный регистрационный индекс «Стационар-Т».

**16 марта 1983 года** в Советском Союзе осуществлен запуск очередного спутника связи «Молния-1».

Спутник связи «Молния-1» предназначен для обеспечения эксплуатации системы дальней телефонно-телеграфной радиосвязи, а также передачи программ Центрального телевидения СССР на пункты сети «Орбита», расположенные в районах Крайнего Севера, Сибири, Дальнего Востока и Средней Азии.

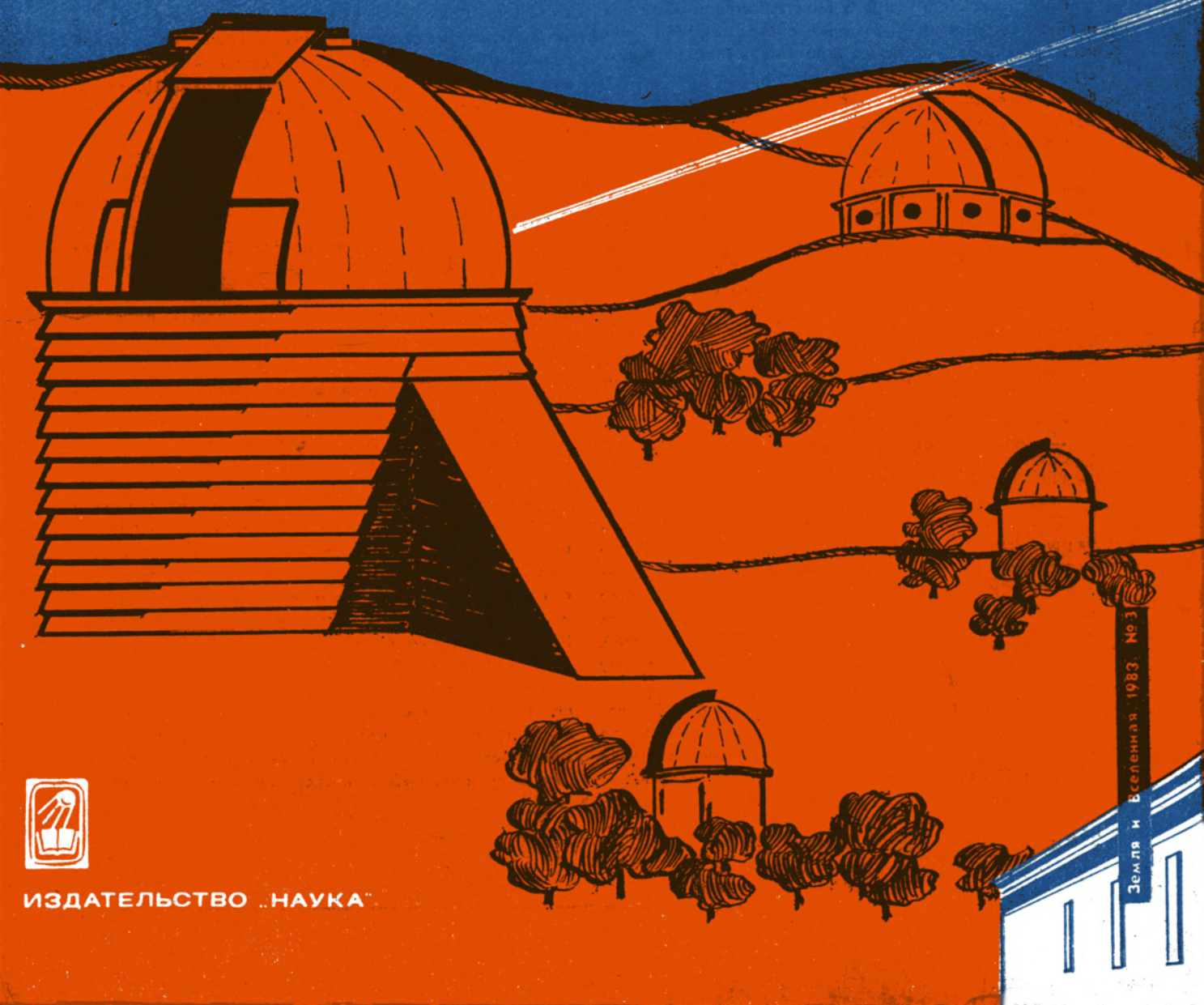
Спутник выведен на высокоэллиптическую орбиту с апогеем 40 821 километр в Северном полушарии и перигеем 488 километров в Южном полушарии. Период обращения спутника — 12 часов 17 минут, наклонение орбиты — 62,8 градуса.

На борту спутника кроме аппаратуры для передачи программ телевидения и осуществления дальней многоканальной радиосвязи установлены аппаратура командно-измерительного комплекса, а также системы ориентации, коррекции орбиты и энергоснабжения спутника.

---



ЦЕНА 65 КОП  
ИНДЕКС 70336



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“

Земля и Вселенная, 1983, № 3