

**3 1978** **ЗЕМЛЯ**  
**И**  
**ВСЕЛЕННАЯ**

· АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА ·  
· ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ·

---

**Ученым, конструкторам, инженерам, техникам и рабочим, всем коллективам и организациям, принимавшим участие в подготовке и осуществлении длительного космического полета орбитального научно-исследовательского комплекса «Салют-6» — «Союз»**

**Советским космонавтам товарищам РОМАНЕНКО Ю. В., ГРЕЧКО Г. М., ДЖАНИБЕКОВУ В. А., МАКАРОВУ О. Г., ГУБАРЕВУ А. А., чехословацкому космонавту РЕМЕКУ В.**

**Дорогие товарищи!**

С большим вниманием люди всей Земли следили за длительным космическим полетом советского орбитального научно-исследовательского комплекса «Салют-6» — «Союз», на борту которого работали советские и чехословацкие космонавты.

Советские космонавты Юрий Романенко и Георгий Гречко совершили самый длительный в истории космонавтики полет в околоземном космическом пространстве, продолжавшийся в течение 96 суток. В период этого полета были успешно осуществлены выход в космос космонавтов, две экспедиции посещения и дозаправка станции топливом с помощью автоматического грузового корабля «Прогресс-1».

В течение пяти дней на орбитальном комплексе совместно с космонавтами тт. Романенко Ю. В. и Гречко Г. М. работал экипаж космического корабля «Союз-27» — космонавты тт. Джанибеков В. А. и Макаров О. Г.

Впервые в истории космонавтики на орбитальный комплекс был доставлен международный экипаж — летчик-космонавт СССР Губарев А. А. и гражданин ЧССР Ремек В., — который проработал на его борту семь дней.

За время работы космонавтов на орбитальном научно-исследовательском комплексе «Салют-6» — «Союз» выполнена обширная научно-техническая программа. Проведены астрофизические, медико-биологические, технологические и геофизические исследования. Получен большой объем научной информации в результате наблюдений и съемки земной поверхности и акватории Мирового океана, проводимых в целях изучения природных ресурсов Земли. Осуществлен ряд совместных экспериментов, подготовленных учеными и специалистами Советского Союза и Чехословакии.

Совместные полеты космонавтов социалистических стран открывают новый этап в исследовании и использовании космического простран-

ства, планомерно проводимых в мирных целях странами — участницами программы «Интеркосмос». Сотрудничество ученых и космонавтов стран социалистического содружества является ярким свидетельством братских отношений между социалистическими странами.

Успешное выполнение экипажем орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз» длительной и сложной научной и экспериментальной программы является новым крупным вкладом в осуществление решений XXV съезда КПСС о всемерном развитии исследований и использовании космического пространства в мирных целях.

Центральный Комитет Коммунистической партии Советского Союза, Президиум Верховного Совета СССР и Совет Министров СССР сердечно поздравляют вас, дорогие товарищи Юрий Викторович Романенко, Георгий Михайлович Гречко, Владимир Александрович Джанибеков, Олег Григорьевич Макаров, Алексей Александрович Губарев и Владимир Ремек, с отличным выполнением задания.

Горячо поздравляем ученых, конструкторов, инженеров, техников, рабочих, специалистов космодрома и наземных командно-измерительных пунктов и морских кораблей, все коллективы и организации, обеспечившие подготовку, запуск и проведение полетов станции «Салют-6», транспортных кораблей «Союз-26», «Союз-27», «Союз-28» и грузового корабля «Прогресс-1».

Желаем вам, дорогие товарищи, новых успехов в исследовании космического пространства во имя прогресса науки и техники на благо всего человечества.

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ КПСС  
ПРЕЗИДИУМ ВЕРХОВНОГО СОВЕТА СССР  
СОВЕТ МИНИСТРОВ СССР**

---

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

3 МАЙ  
ИЮНЬ  
1978

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

## В номере:

- В. С. Самойленко — Атмосферные процессы над Тихим океаном . . . 6  
Г. Б. Удинцев — Геоморфология и тектоника дна Тихого океана . . . 12  
И. П. Тиндо — Солнце в рентгеновских лучах . . . . . 18  
Б. Ю. Левин — Метеоритный кратер под ледяным покровом Антарктиды! 28  
М. А. Колосов, О. И. Яковлев — Радиофизические исследования  
Венеры с космических аппаратов . . . . . 33  
М. Ф. Ребров — «Чайка» . . . . . 38  
С. В. Петрунин, Г. И. Харитонов — «Снег-3» и гамма-астрономия 44  
Ю. Н. Ефремов — Горизонты астрономии . . . . . 50

### ЛЮДИ НАУКИ

- К. Н. Кузьменко, В. Х. Плужников, В. И. Лацько, Т. А. Сен-  
чук — Борис Павлович Остащенко-Кудрявцев . . . . . 59

### СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- А. Г. Дорошкевич — Крупномасштабная структура Вселенной . . . 62  
Е. Ф. Чугунов — Встреча метеорологов . . . . . 66

### АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- Е. П. Левитан — Астрономия в ПТУ . . . . . 69

### ЭКСПЕДИЦИИ

- В. И. Кияев — Полярные ночи Шпицбергена на службе астрометрии . . 73

### ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- О. Вилху — 60 лет любительской астрономии в Финляндии . . . . . 80

### ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ

- И. И. Неяченко — Лира . . . . . 84

### ФАНТАСТИКА

- П. Р. Амнуэль — Капли звездного света . . . . . 86

### КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

- В. А. Орлов — Почтовые миниатюры, посвященные первой женщине-  
космонавту . . . . . 92

### КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- В. Н. Степанов — «Популярная океанография» . . . . . 94

### ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ . . . . . 95

### НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

На орбите «Салют-6» [2]; Барстеры и карликовые Новые [27]; Планетарные туманности со звездным ветром [32]; Необычная малая планета [37]; 56-й рейс «Гломара Челленджера» [43]; Климат и производство энергии [43]; «Интеркосмос-17» [48]; 100-летие нивелирной сети СССР [61]; Присуждение Золотых медалей имени К. Э. Циолковского [68]; Странный источник в Магеллановом Облаке [72]; Космос на экране Дома ученых [79].



## На орбите «Салют-6»

26 декабря 1977 года Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко осматривали отдельные системы станции, настраивали и проверяли служебную и научную аппаратуру, продолжали биологические эксперименты.

27 декабря космонавтам был предоставлен день активного отдыха. Они убрали помещения станции, систематизировали результаты исследований и экспериментов, выполняли физические упражнения.

В программе следующего дня — профилактический осмотр бортовых систем и агрегатов, в частности, техническое обслуживание системы обеспечения газового состава станции.

29 декабря с помощью двигательной установки корабля «Союз-26» была проведена коррекция траектории полета станции. В этот день и следующий космонавты продолжали эксперименты по изучению окружающей среды в интересах науки и народного хозяйства, наблюдали земную поверхность и акваторию Мирового океана.

31 декабря завершилась третья неделя работы экипажа станции «Салют-6» на околоземной орбите. В этот день Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко осуществили медицинский контроль, проделали физические упражнения на велоэргометре и бегущей дорожке, вели телевизионные репортажи и наблюдали земную поверхность.

1—4 января 1978 года космонавты продолжали работу. Завершили эксперимент по изучению развития земноводных под действием факторов космического полета. По программе технических экспериментов был выполнен еще один цикл исследований динамических характеристик элементов конструкции станции.

5—6 января экипаж станции «Салют-6» наблюдал и фотографировал серебристые облака, завершил подготовку и проверку специальной душевой установки, осуществил медицинский контроль, занимался физическими упражнениями.

7 января у космонавтов был день активного отдыха. Они провели профилактический осмотр научной аппаратуры, занимались физическими упражнениями, отдыхали.

Следующий день был днем медицинских экспериментов. В этот же день космонавты вели наблюдения

солнечной короны и зодиакального света. Результаты наблюдений будут использованы для изучения структуры пылевой и электронной компоненты солнечной короны на больших удалениях от Солнца. Затем Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко испытывали перспективные приборы астроориентации и космической навигации.

В соответствии с программой исследования космического пространства 10 января 1978 года в 15 часов 26 минут московского времени в Советском Союзе осуществлен запуск космического корабля «Союз-27», пилотируемого экипажем в составе командира корабля подполковника В. А. Джанибекова и бортинженера Героя Советского Союза, летчика-космонавта СССР О. Г. Макарова.

**Владимир Александрович Джанибеков** родился в 1942 году в поселке Искандар Бостанлыкского района Ташкентской области. В 1965 году окончил Ейское высшее военное авиационное училище летчиков, служил летчиком-инструктором в Военно-Воздушных Силах. В отряд космонавтов В. А. Джанибеков зачислен в 1970 году. Он прошел полный курс подготовки к полету по программе пилотируемого корабля «Союз» и орбитальной станции «Салют», готовился также к совместному полету кораблей «Союз» — «Аполлон» в качестве командира корабля.

**Олег Григорьевич Макаров** родился в 1933 году в селе Удомля Удомельского района Калининской области. В 1957 году окончил Московское высшее техническое училище имени Баумана и начал работать в конструкторском бюро. Принимал активное участие в создании космических кораблей и орбитальных станций. В отряд космонавтов О. Г. Макаров зачислен в 1966 году. Он прошел полный курс подготовки к полетам на космических кораблях «Союз» и орбитальных станциях «Салют». Свой первый космический полет О. Г. Макаров совершил в сентябре 1973 года в качестве бортинженера корабля «Союз-12».

**Впервые в истории космонавтики на околоземной орбите создан пилотируемый научно-исследовательский комплекс в составе орбитальной станции и двух космических кораблей.** 11 января 1978 года в 17 часов 06 минут московского времени была осуществлена стыковка космического корабля «Союз-27» с пилотируемым орбитальным комплексом «Салют-6» —

Продолжение. Начало в № 1, 2, 1978 года.

«Союз-26». Стыковка корабля «Союз-27» произведена ко второму стыковочному узлу, расположенному на переходном отсеке станции. Проверив герметичность стыковочного узла, В. А. Джанибеков и О. Г. Макаров перешли в помещение станции «Салют-6». В станции, обжитой Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко, появилось двое новоселов.

12—13 января космонавты проводили медицинские и биологические исследования, технические эксперименты, профилактический осмотр и контрольные проверки бортовых систем станции и космических кораблей, кинофотосъемку, телевизионные репортажи. Приступили к выполнению совместного советско-французского эксперимента «Цитос» по изучению влияния факторов космического полета на кинетику клеточного деления микроорганизмов.

14—15 января экипаж орбитального комплекса готовил «Союз-26» к возвращению на Землю. Космонавты систематизировали данные исследований и экспериментов, выполненных за время полета станции «Салют-6» в пилотируемом режиме, работали с бортовой документацией, переносили в бытовой отсек корабля «Союз-26» использованное оборудование. Для определения динамических характеристик комплекса осуществили технический эксперимент «Резонанс».

16 января 1978 года после выполнения запланированной программы полета В. А. Джанибеков и О. Г. Макаров возвратились на Землю. В спускаемом аппарате корабля «Союз-26» доставлены материалы с результатами исследований и экспериментов, выполненных во время полета орбитальной станции «Салют-6».

17 января у Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко был день активного отдыха, а 18 января с помощью многозонального космического фотоаппарата МКФ-6М, разработанного совместно специалистами ГДР и СССР, космонавты фотографировали обширные районы Советского Союза, в частности, республик Средней Азии, Казахстана, Горного Алтая, Поволжья, Центральной Черноземной зоны.

19 января фотографировались отдельные районы республик Средней Азии, Казахстана, Крыма, Нижнего Поволжья, Южного Урала и Украины, а также территория Германской Демократической Республики.

20 января был произведен запуск **автоматического грузового транспортного корабля «Прогресс-1»**. Корабль создан на базе пилотируемого космического корабля «Союз» и предназначен для выполнения транспортных операций, необходимых для обеспечения длительной работы орбитальных научных станций.

20—21 января космонавты проверяли бортовые системы станции и корабля «Союз-27», убирали помещения, работали с бортовой документацией, а также проводили медицинские эксперименты.

22 января 1978 года в 13 часов 12 минут московского времени осуществлена стыковка грузового корабля «Прогресс-1» с пилотируемым научным комплексом «Салют-6» — «Союз-27». Космонавты вели наблюдения и контроль за причаливанием и стыковкой.

23 января после небольшого активного отдыха и проверки бортовых систем корабля «Прогресс-1» космонавты открыли люк стыковочного узла, перешли в корабль «Прогресс-1» и осмотрели доставленные с Земли грузы.

24 января экипаж комплекса проверил герметичность топливных магистралей и работоспособность систем подачи топлива и газа.

25 января космонавты перенесли из транспортного корабля «Прогресс-1» в помещение станции научное и медицинское оборудование, контейнеры с водой и продуктами питания. В транспортный корабль были перенесены использованные оборудование и отдельные блоки системы обеспечения жизнедеятельности экипажа. Космонавты выполняли также физические упражнения, контролировали бортовые системы станции и обоих кораблей.

26 января экипаж готовил к дозаправке баки окислителя и продолжал разгрузку корабля «Прогресс-1». Космонавты демонтировали использованные регенераторы системы обеспечения жизнедеятельности экипажа, установленные на станции, и заменили их новыми.

27 января — день медицинских экспериментов. Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко взяли друг у друга пробы крови. Это необходимо для изучения процессов обмена веществ в организме космонавтов в условиях длительного орбитального полета. Исследовались также биоэлектрическая активность сердца и реакции сердечно-сосудистой системы.

28 января на борту пилотируемого комплекса продолжалась подготовка топливной системы станции «Салют-6» к дозаправке. Космонавты продолжали также разгрузку корабля «Прогресс-1».

29 января экипажу был предоставлен день активного отдыха. В распорядке дня: медицинский контроль, физические упражнения на велоэргометре и бегущей дорожке, сеансы радиосвязи, контроль бортовых систем станции и кораблей, работа с бортовой документацией.

30 января рабочий день космонавтов включал подготовку к дозаправке станции «Салют-6» топливом и разгрузку транспортного корабля «Прогресс-1».

31 января Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко провели дополнительный наддув станции воздухом из запасов, доставленных грузовым кораблем. Продолжалась разгрузка корабля «Прогресс-1».

1 февраля космонавты продолжали разгрузку корабля «Прогресс-1». В этот же день они определяли и уточняли морские течения и загрязненность водной поверхности Мирового океана, изучали береговые шельфы морей, омывающих территорию нашей страны.

2—3 февраля экипаж впервые в практике космических полетов провёл дозаправку пилотируемой орбитальной станции топливом. 3 февраля космонавты выполнили также очередной цикл эксперимента «Резонанс» и полностью завершили разгрузку транспортного корабля «Прогресс-1».

4 февраля — день активного отдыха. В его программу входили не только физические упражнения и отдых, но

и контроль бортовых систем, работа с бортовой документацией.

5 февраля космонавты осуществили коррекцию траектории движения орбитального комплекса с помощью двигательной установки корабля «Прогресс-1», а затем еще один цикл испытаний по программе эксперимента «Резонанс».

6 февраля произведено отделение корабля «Прогресс-1» от орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз-27». Космонавты контролировали процесс расстыковки и отход грузового корабля.

7 февраля экипаж выполнял медицинские эксперименты: исследовалась сердечно-сосудистая система, перераспределение крови в организме, динамика изменения состава газовой среды в условиях замкнутой экологической системы.

8—9 февраля космонавты продолжали запланированные научно-технические исследования и эксперименты: визуальные наблюдения и фотографирование отдельных районов Советского Союза и акватории Мирового океана, а также профилактический осмотр бортовых систем комплекса, физические упражнения.

10 февраля на орбите был выходной. Но во время полета орбитального комплекса над республиками Средней Азии космонавты проводили визуальные наблюдения и фотографирование ледников и снежного покрова горных районов.

11 февраля Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко испытывали и отработывали новые оптические приборы астроориентации и космической навигации, исследовали физические процессы в верхней атмосфере Земли, визуально наблюдали и фотографировали полярные сияния, серебристые облака. В этот день летчики-космонавты СССР П. И. Климук и В. И. Севастьянов, совершившие летом 1975 года 63-суточный орбитальный полет на станции «Салют-4», поздравили экипаж станции с повышением их достижения и пожелали успешного продолжения полета.

12 февраля рабочий день космонавтов был посвящен профилактическим работам на станции, наблюдениям земной поверхности и атмосферы.

13 февраля экипаж проводил фотографирование по программе исследований природных ресурсов Земли. Съемкой были охвачены районы Сибири, Байкало-Амурской магистрали. Продолжалась замена отдельных приборов, агрегатов и бортовых систем станции «Салют-6».

14—15 февраля космонавты подготовили и провели первый технологический эксперимент на установке «Сплав» (изучение диффузионных процессов в расплавленных металлах в условиях невесомости), наблюдали мощные полярные сияния.

16 февраля у космонавтов был день активного отдыха.

17 февраля основную часть программы составляли медицинские эксперименты.

18—19 февраля космонавты проделали физические упражнения, водные процедуры, затем работали с бор-

товой документацией, готовили научную аппаратуру к предстоящим исследованиям, наблюдали за ходом биологических экспериментов, завершили второй эксперимент на установке «Сплав».

20 февраля Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко выполняли профилактические работы на борту комплекса, тестовые проверки научной аппаратуры, работали с технической документацией, проводили визуальные наблюдения и фотосъемки отдельных районов земной поверхности и акватории Мирового океана.

21—22 февраля на борту станции испытывалась криогенная система, предназначенная для получения температуры 4,2 К. В ходе технических экспериментов космонавты включали и юстировали субмиллиметровый телескоп, приемники излучения которого охлаждаются с помощью криогенной системы. Проводились измерения субмиллиметрового излучения земной атмосферы при направлении оси телескопа на Землю. Затем космонавты отдыхали.

23 февраля отработывалась система ориентации и стабилизации орбитального комплекса в различных динамических режимах, проводились визуальные наблюдения и фотографирование отдельных районов земной поверхности и акватории Мирового океана. В этот же день была осуществлена коррекция траектории движения орбитального комплекса.

24 февраля был день медико-биологических экспериментов.

25 февраля Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко занимались подготовкой научной аппаратуры к проведению запланированных экспериментов и контролем систем станции.

26 февраля космонавты с помощью телескопа БСТ-1М выполнили измерения в инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах длин волн и провели цикл испытаний по программе «Резонанс».

27 февраля космонавты осматривали и проверяли бортовые системы и агрегаты станции и корабля, отдыхали, занимались физическими упражнениями.

28 февраля был день активного отдыха.

1 марта Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко прошли комплексное медицинское обследование с дозированной физической нагрузкой на велоэргометре.

2 марта в 18 часов 28 минут московского времени в соответствии с программой «Интеркосмос» был осуществлен запуск космического корабля «Союз-28». Корабль пилотировал международный экипаж: командир корабля Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР А. А. Губарев и космонавт-исследователь гражданин ЧССР В. Ремек.

**Алексей Александрович Губарев** родился в 1931 году в селе Гвардейцы Борского района Куйбышевской области. В рядах Советских Вооруженных Сил — с 1950 года. В 1957 году поступил в Краснознаменную Военно-воздушную академию (ныне имени Ю. А. Гагарина), по окончании которой продолжал службу в авиационных частях. В отряд советских космонавтов зачислен в 1963 году. Первый космический полет совершил в



■  
*Герой Советского Союза, Герой ЧССР, летчик-космонавт СССР Ю. В. Романенко (слева) и дважды Герой Советского Союза, Герой ЧССР, летчик-*

*космонавт СССР Г. М. Гречко. Космонавты работали на борту орбитальной станции «Салют-6» с 11 декабря 1977 года по 16 марта 1978 года*  
Фотохроника ТАСС



■ Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР В. А. Джанибеков (слева) и дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР О. Г. Макаров. Космонавты работали на борту орбитальной станции «Салют-6» с 11 по 16 января 1978 года  
Фотохроника ТАСС

■ Международный экипаж космического корабля «Союз-28», работавший на борту орбитальной станции «Салют-6» с 3 по 10 марта 1978 года: командир корабля — дважды Герой Советского Союза, Герой ЧССР, летчик-космонавт СССР А. А. Губарев (на переднем плане) и космонавт-исследователь — Герой Советского Союза, Герой ЧССР, летчик-космонавт ЧССР Владимир Ремек  
Фотохроника ТАСС

1975 году в качестве командира корабля «Союз-17» и орбитальной научной станции «Салют-4».

**Владимир Ремек** родился в 1948 году в городе Ческе-Будеевице. По окончании высшего авиационного училища был направлен в авиационную часть. В 1972 году его послали учиться в Советский Союз в Военно-воздушную академию имени Ю. А. Гагарина. В 1976 году В. Ремек стал кандидатом для подготовки к пилотируемому космическому полету по программе «Интеркосмос». С декабря 1976 года обучался в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина.

3 марта была произведена стыковка космического корабля «Союз-28» с орбитальным комплексом «Салют-6» — «Союз-27» и А. А. Губарев и В. Ремек перешли в помещение станции «Салют-6».

4 марта Ю. В. Романенко, Г. М. Гречко, А. А. Губарев и В. Ремек проводили медико-биологические исследования, технологический эксперимент «Морава» (получение данных, необходимых для создания в условиях невесомости новых материалов), занимались физическими упражнениями, кино- и фотосъемкой, вели телевизионные репортажи.

В этот день американские астронавты Дж. Карр, Э. Гибсон и У. Поуг — третий экипаж орбитальной станции «Скайлэб» — прислали поздравительную телеграмму Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко, которые превысили мировой рекорд длительности пребывания в космическом пространстве, ранее принадлежавший этому экипажу. Американские астронавты находились на околоземной орбите 84 дня.

5 марта А. А. Губарев и В. Ремек осуществили совместный советско-чехословацкий эксперимент. Они изучали кислородный режим в тканях человека, находящегося в невесомости. На борту космического комплекса продолжался эксперимент «Морава».

6 марта А. А. Губарев и В. Ремек наблюдали за изменением яркости звезд при заходе их за ночной горизонт Земли, изучали отдельные районы поверхности Земли и акватории Мирового океана, выполняли очередные операции биологического эксперимента «Хло-релла».

7 марта завершился эксперимент «Морава». В этот же день В. Ремек изучал ледники и снежный покров отдельных районов Земли. Во второй половине дня экипаж орбитального комплекса продолжал биологические эксперименты. Космонавты начали готовить корабль «Союз-28» к возвращению на Землю: переносили и укладывали в него материалы проведенных исследований и возвращаемое оборудование.

8 марта — день активного отдыха. Космонавты систематизировали результаты экспериментов, занимались физическими упражнениями, убрали рабочие помещения, готовили материалы и корреспонденцию для отправки на Землю.

9 марта Ю. В. Романенко, Г. М. Гречко, А. А. Губарев и В. Ремек завершали совместные научно-технические исследования и эксперименты. Продолжали подготовку космического корабля «Союз-28» к возвращению на

Землю. Космонавты включали и проверяли бортовые системы и двигательную установку, переносили и укладывали в спускаемый аппарат материалы, полученные в результате исследований, а в бытовой отсек — использованное оборудование. В этот день проводились медико-биологические эксперименты (изучение динамики изменения состава газовой среды и исследование количественного и видового состава микрофлоры в помещениях комплекса).

10 марта «Союз-28» отстыковался от орбитального комплекса. В соответствии с программой было произведено торможение корабля «Союз-28» и разделение его отсеков. После управляемого полета на спускаемом аппарате была введена в действие парашютная система. Непосредственно у Земли включились двигатели мягкой посадки, и спускаемый аппарат плавно приземлился в 310 километрах западнее города Целинограда.

На Землю доставлены материалы с результатами исследований и экспериментов, подготовленных учеными и специалистами СССР и ЧССР и проведенных совместно советскими и чехословацкими космонавтами, а также материалы, содержащие научную информацию, полученную в ходе предшествующего полета орбитальной станции «Салют-6».

Успешно заверченный международный космический эксперимент открывает качественно новый этап социалистической интеграции в области научных исследований космического пространства. Проведение международных космических полетов — конкретное воплощение курса XXV съезда КПСС на всемерное расширение и углубление экономического и научно-технического сотрудничества с братскими социалистическими странами.

11 марта Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко продолжали работу на борту орбитальной станции «Салют-6». В этот день в соответствии с программой у экипажа были комплексные медицинские обследования. Космонавты исследовали реакцию сердечно-сосудистой системы на имитацию действия гидростатического давления, занимались физическими упражнениями.

12 марта Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко наблюдали и фотографировали отдельные районы Советского Союза. В течение дня космонавты проделывали физические упражнения на комплексном тренажере.

13 марта экипаж начал консервацию бортовых систем станции «Салют-6», а также научной аппаратуры и приборов, работа с которыми уже закончена. Космонавты проводили техническое обслуживание станции и корабля, занимались физическими упражнениями, исследовали влияние космической среды на оптические свойства иллюминаторов.

(Продолжение на 3-й стр. обложки.)

Профессор  
В. С. САМОЙЛЕНКО

## Атмосферные процессы

Над огромным пространством Тихого океана, занимающего более одной трети поверхности земного шара и простирающегося от одного полярного круга до другого, протекает множество разнообразных атмосферных процессов. До недавнего времени наши знания об атмосферных процессах основывались только на данных морских климатических атласов, которые составлялись в некоторых странах по разрозненным метеорологическим наблюдениям с борта судов. Такие атласы содержали сведения лишь о средних и более или менее часто повторяющихся величинах отдельных метеорологических элементов: атмосферного давления, температуры воздуха, влажности воздуха, облачности и т. д. К тому же сведения эти не подвергались физическому и географическому анализу и поэтому не давали никакого представления о возможном состоянии погоды в различных частях океана и не могли объяснить атмосферные процессы, от которых это состояние целиком зависит.

Перед коллективом ученых метеорологической лаборатории Института океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР была поставлена задача, за которую не брался за рубежом ни один исследовательский институт или какая-либо другая мировая или национальная метеорологическая организация: дать по возможности полную и исчерпывающую характеристику всех метеорологических процессов самого различного масштаба, происходящих над Тихим океаном. Для решения этой задачи в течение многих лет подробно исследовались атмосферная циркуляция, ветры, изучался

Коллектив ученых метеорологической лаборатории Института океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР в течение многих лет изучает атмосферные процессы в Тихоокеанском бассейне. За активное участие в этих исследованиях, результаты которых отражены в десятичной монографии «Тихий океан», автор статьи в 1977 году был удостоен Государственной премии СССР в области науки и техники.



баланс тепла, теплооборот, влагооборот. В результате удалось построить детальную картину разномасштабных атмосферных процессов над Тихим океаном. Им посвящен один из томов монографии о Тихом океане —

«Метеорологические условия над Тихим океаном».

### АТМОСФЕРНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ, ВОЗДУШНЫЕ МАССЫ И ФРОНТЫ

Среди множества разнообразных процессов, протекающих над Тихим океаном, есть один главный процесс, от которого зависят все остальные, — атмосферная циркуляция («Земля и Вселенная», № 3, 1971, с. 17—24.—Ред.). Ей полностью подчиняется погода на всей акватории океана. Кроме того, атмосферная циркуляция создает в океане области, отличающиеся климатическими условиями, она четко определяет положение границ между этими областями, а значит, и климат всего океана в целом.

Масштабы атмосферной циркуляции над Тихим океаном очень велики. Здесь формируются воздушные массы с чисто океаническими свойствами, но сильно отличающиеся друг от друга. Между разнородными воздушными массами постоянно возникают весьма протяженные и резко обозначенные атмосферные фронты. На этих фронтах развиваются многочисленные и глубокие атмосферные возмущения, которые свободно распространяются и постоянно взаимодействуют друг с другом. Если рассматривать атмосферную циркуляцию в Тихоокеанском бассейне в целом, то поражают не только ее масштабы, но также и сложность, многообразие и расчлененность.

Однако существует единая физическая основа, которая объединяет все звенья и формы атмосферной циркуляции в стройную систему планетарных воздушных течений, которые



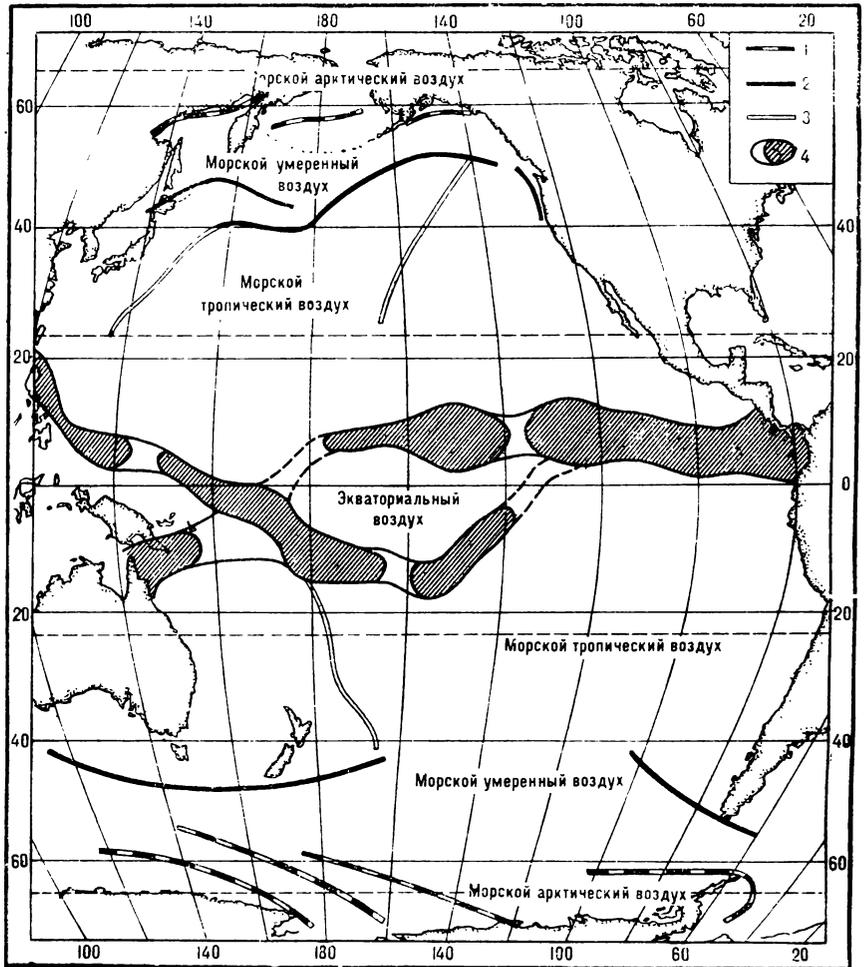
## над Тихим океаном

сами по себе имеют различное географическое происхождение и нередко обладают контрастными физическими свойствами. Эта единая физическая основа — общепланетарная циркуляция.

Используя ее, удалось определить положение областей в Тихом океане, где в различное время года формируются чисто океанические воздушные массы, а также положение фронтальных разделов между воздушными массами. Если на картах указано среднее положение этих областей и фронтальных разделов, то можно также установить и границы **внутри-тропической зоны конвергенции**, играющей важную роль в глобальных атмосферных процессах («Земля и Вселенная», № 3, 1975, с. 39—48.— Ред.).

Над Тихим океаном наблюдаются четыре отдельные **циркуляционные системы**, существующие как бы независимо друг от друга. Две из них — пассатные — заключены внутри пояса между северной и южной тридцатой параллелью. Здесь тропические воздушные массы непрерывно переносятся к экватору, где образуется приэкваториальная зона конвергенции пассатного потока северного полушария с подобным ему встречным потоком южного полушария («Земля и Вселенная», № 2, 1966, с. 20—30.— Ред.). Какие-либо резко выраженные фронты в пассатных циркуляционных системах возникают редко.

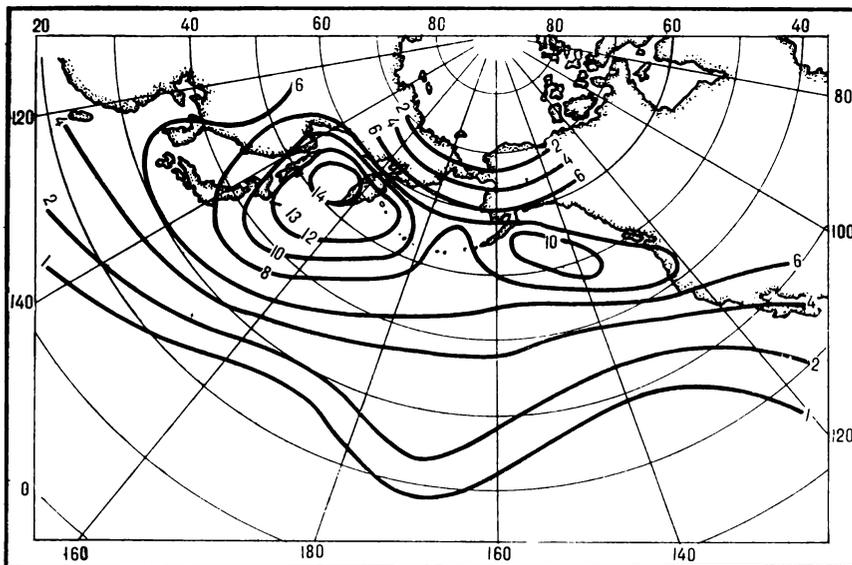
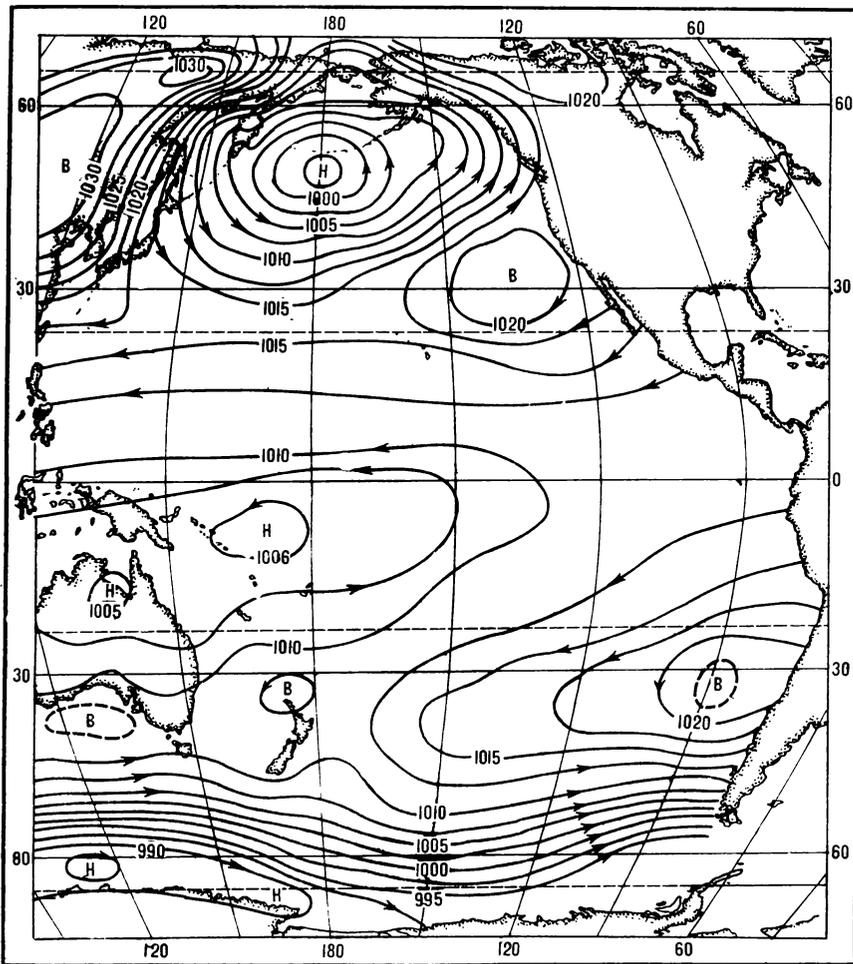
Две другие циркуляционные системы — внетропические — существуют в каждом полушарии и имеют весьма сложную, крупночешуйчатую и чрезвычайно изменчивую структуру. Она объясняется тем, что в этих широтах



постоянно образуются фронтальные разделы между воздушными массами и на этих разделах развиваются циклонические вихревые циркуляции громадного масштаба.

После того, как была исследована система воздушных течений в Тихом океане, удалось построить карты по-

■  
Области формирования воздушных масс, атмосферные фронты и внутри-тропическая зона конвергенции в Тихом океане в январе. Условные обозначения: 1 — арктический и антарктический фронты; 2 — полярные фронты; 3 — пассатные фронты; 4 — зона конвергенции



ложения областей, в которых формируются воздушные массы, фронтальных разделов и зоны конвергенции. Воздушные массы в своих движениях подчиняются распределению атмосферного давления, так как движущие силы атмосферной циркуляции — это горизонтальные **градиенты давления**. Везде в океане, кроме экваториальных широт, согласно законам гидродинамики, средняя скорость переноса воздушных масс пропорциональна величине градиента давления, а направление переноса практически совпадает с изобарами. Градиенты давления в разное время года далеко неодинаковы.

В январе, например, когда атмосферное давление над Тихим океаном бывает наиболее высоким в крайних восточных частях субтропических поясов высокого давления и наиболее низким — в северной части океана (в районе Алеутских островов), наибольшие градиенты давления создаются у северо-восточного побережья Азии, а также между 50-й и 60-й параллелями в южной части океана.

Карты среднего атмосферного давления, составленные по всем наблю-

■  
Среднее атмосферное давление над Тихим океаном в январе (мбар): В — высокое давление; Н — низкое давление

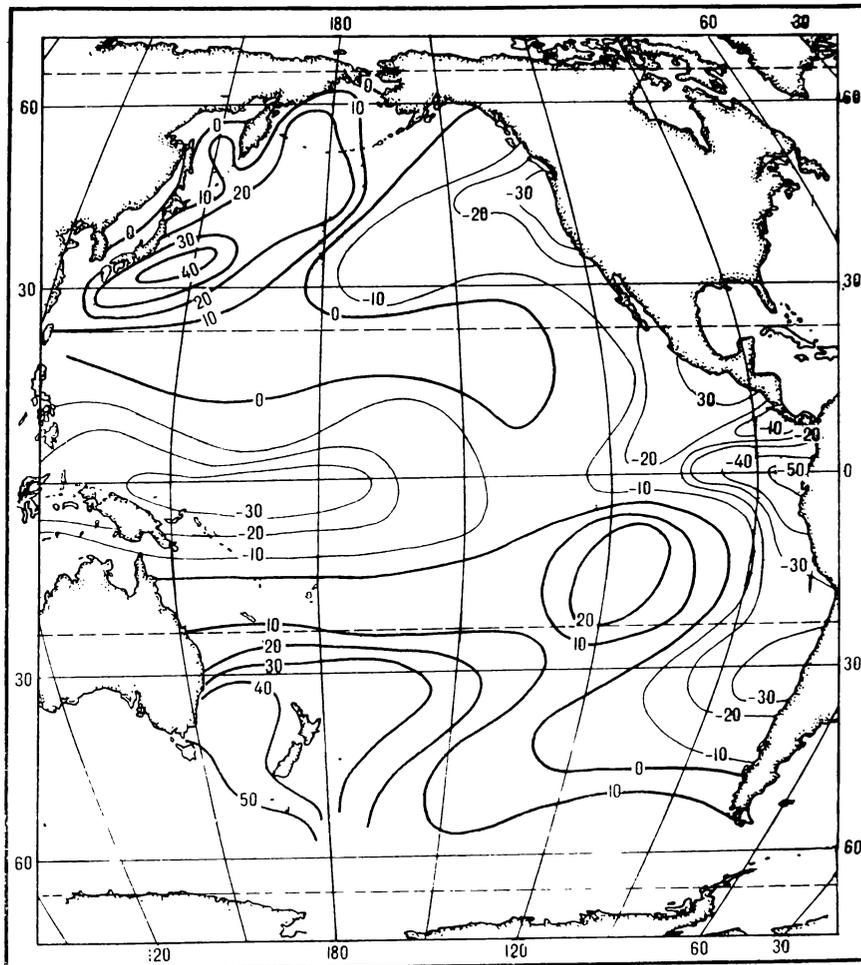
■  
Повторяемость циклонов в северной части Тихого океана в январе (на изолиниях указано среднее число циклонов). В средних широтах максимальная повторяемость циклонов в 10 раз больше, чем в субтропическом поясе

дениям за многие годы, конечно, не характеризуют повседневной реальной атмосферной циркуляции, необычайно сложной и изменчивой. Но эти карты позволяют наилучшим образом определить средний, **результурующий перенос** воздушных масс по всей акватории океана (кроме приэкваториальных широт). А кроме того, они все же дают правильное представление о повторяемости различных форм атмосферной циркуляции и преобладающем состоянии погоды в разных частях океана. Действительно, в тех районах, где среднее давление воздуха минимально, наиболее часто проходят глубокие циклоны со штормовыми вихревыми ветрами. В субтропических же поясах, где давление всегда максимально и куда циклоны заходят крайне редко, господствуют маловетрие и штили.

## ПОЛЕ ВЕТРА И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКЕАН

Характеристики результирующего переноса воздушных масс над акваторией океана следует, однако, рассчитывать не по картам атмосферного давления, а использовать для этой цели все имеющиеся непосредственные наблюдения за ветром с бортов судов, вычисляя и нанося на карту векторы результирующего переноса воздуха. Таким способом можно охватить и приэкваториальные широты, где расчет ветра по картам давления вообще невозможен, так как связь между полем давления и полем ветра в этих широтах еще не установлена.

На таких картах приводится не только скорость и направление ре-

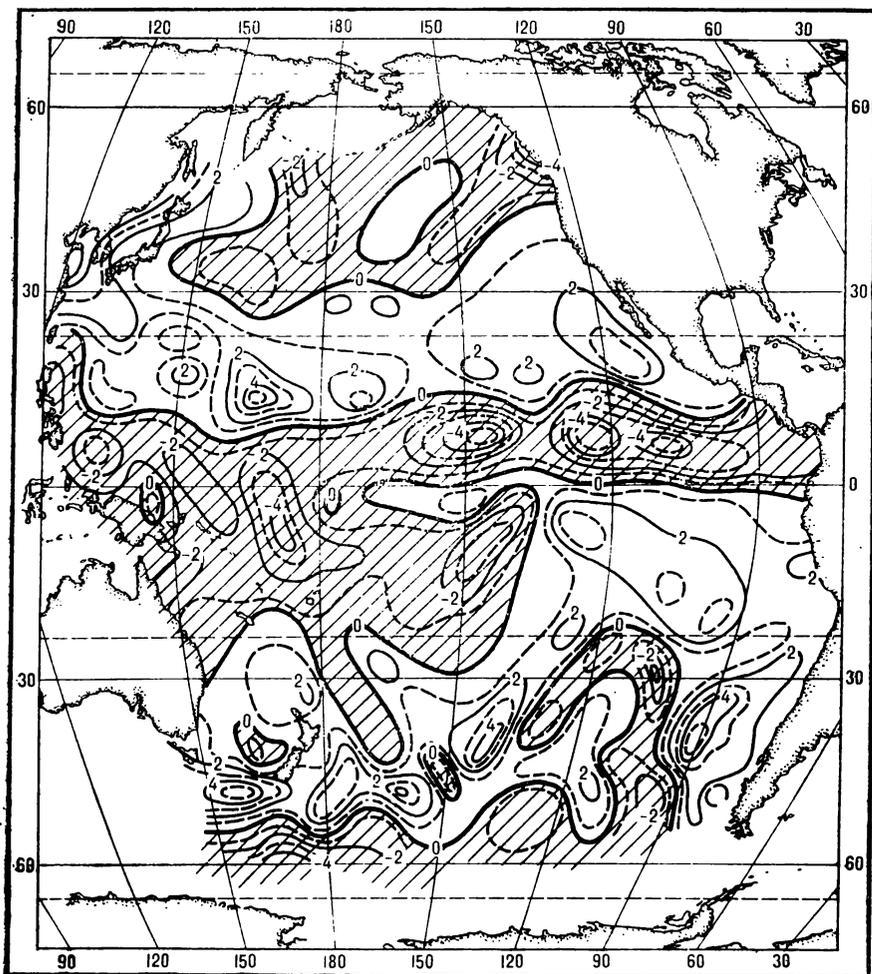


зультирующего переноса по всей акватории океана, но и характеризуется его **устойчивость**. Эта важная характеристика, которая представляет собой отношение скорости результирующего вектора к средней арифметической скорости наблюдаемого ветра, служит оценкой устойчивости атмосферной циркуляции в разных частях океана. В областях пассатного переноса она достигает 80—100%, а в областях субтропических антициклонов

и на путях внетропических циклонов умеренных широт понижается до 10—20%.

Карты результирующего переноса помогают глубже понять не только сущность атмосферной циркуляции, но и ее воздействие на движение вод в самом океане. Прежде всего, по этим картам можно количественно оценить такие важные характеристики поля воздушных течений, как **дивергенция** (расходимость) и **конвергенция** (сходимость) потоков и величины их **циклонической** и **антициклонической завихренности** (отклонения циркуляции от прямолинейности движения). При внимательном рассмотрении карт дивергенции результирующего переноса над Тихим океаном можно убедиться, что именно по ним лучше всего определяются границы областей, где формируются воздуш-

*Годовая адвекция тепла. На карте показана суммарная величина внутреннего адвективного притока или оттока тепла в различных частях океана в его поверхностном слое (ккал/см<sup>2</sup> в год)*



ные массы (области максимальной величины дивергенции), а также положение фронтальных разделов между воздушными массами и границы внутритропической зоны конвергенции (это области максимальной вели-

чины конвергенции). По картам дивергенции результирующего переноса удалось обнаружить тенденцию внутритропической зоны конвергенции к разделению на две параллельные ветви.

Дивергенция и завихренность ветрового поля над океаном характеризуют не только атмосферные процессы. По ним можно судить и о циркуляции вод в океане, поскольку эта циркуляция более всего подчиняется воздействию ветров. Там, где в атмосфере существуют устойчивые области дивергенции и конвергенции, такие же явления возникают и в океанических течениях. В областях конвергенции, подобно атмосферным фронтам, в океане возникают гидрологические фронты, а в областях ди-

Дивергенция результирующей скорости ветра ( $10^{-6} \text{ с}^{-1}$ ) над Тихим океаном в январе. Заштрихованные участки — области конвергенции. Внутри этих областей лежат фронтальные зоны и внутритропическая зона конвергенции, которая в центральной части океана расщепляется на две параллельные ветви. Незаштрихованные участки — области дивергенции, где формируются океанические воздушные массы

вергенции на поверхность океана поднимаются из глубин более холодные массы воды.

Не меньшее значение для циркуляции вод в океане имеют величины завихренности воздушных течений над океаном и завихренности той силы, которая заставляет двигаться воды в океане. Именно эти характеристики ветрового поля позволяют рассчитывать направления и скорости океанических течений, возбуждаемых воздействием ветра.

#### БАЛАНС ТЕПЛА, ТЕПЛОБОРОТ И ВЛАГООБОРОТ

Исследования теплового взаимодействия атмосферы с океаном основываются главным образом на физико-математических расчетах. Эти расчеты делаются для определения годового теплооборота и тесно связанного с ним влагооборота (соотношения между испарением с поверхности океана и количеством выпадающих осадков).

Воды океана поглощают значительно больше солнечного теплового излучения, чем атмосфера, и неудивительно, что они почти всегда теплее слоя воздуха над ними. Однако важно знать, какое же количество солнечного тепла поглощается каждым квадратным сантиметром поверхности океана на различных широтах в разное время года. Для всей акватории составляются карты, на которых показано общее количество солнечного тепла, поступающего на поверхность океана в разное время года. Больше всего солнечного тепла в го-



ду воды Тихого океана получают в области между  $20^\circ$  северной и южной широты. Оно превышает  $130\text{--}140$  ккал/см<sup>2</sup> в год. Такого количества тепла было бы достаточно, чтобы повысить температуру стометрового слоя воды в океане на  $15^\circ$ . В приполярных областях океана количество получаемого за год водами солнечного тепла уменьшается примерно втрое.

С помощью физико-математических расчетов определяется и количество тепла, которое теряют воды океана в разное время года за счет излучения, испарения и турбулентного теплообмена с атмосферой. Таким образом, можно сравнить общий приход тепла с его потерями и получить итоговые величины положительного или отрицательного баланса тепла на поверхности океана в разные сезоны. Годовые итоги баланса, нанесенные на карты, имеют двоякий смысл и могут носить два различных названия: «годовой баланс тепла на поверхности океана» или «годовая адвекция тепла в водах океана». На картах со вторым названием нужно только изменить знаки чисел на обратные, и сделать это нужно потому, что в действительности годовой баланс тепла, создаваемого на поверхности океана атмосферными процессами, должен быть уравновешен равным ему по величине и противоположным по направлению притоком или оттоком тепла (или холода) океанскими течениями и турбулентным обменом в водах океана. Этот перенос тепла называется **адвекцией тепла**.

Интересно, что годовое поле адвекции и положение границы между адвекцией тепла и адвекцией холода

в северном и южном полушариях совершенно однотипны. И там, и здесь наблюдается упорядоченный перенос тепла из восточной части Тихого океана в западную и от экваториального пояса в более высокие широты. Наибольшая адвекция холода, более  $30\text{--}40$  ккал/см<sup>2</sup> в год, характерна для всей экваториальной зоны океана и областей холодных тропических течений у берегов Северной и Южной Америки. Это означает, что именно такое количество солнечного и атмосферного тепла аккумулируется водами океана в этих областях за год.

Наибольшая адвекция тепла, более  $40$  ккал/см<sup>2</sup> в год, наблюдается в районе теплых течений у берегов Азии и Австралии. Именно такое количество тепла передают в атмосферу воды океана в этих районах.

Влагооборот, непрерывно происходящий между Тихим океаном и атмосферой, отражается на картах количества воды, которая испаряется с поверхности океана в различное время года, и на картах атмосферных осадков. В открытом океане количество осадков измеряется только на островах, где имеются метеорологические станции. Но с помощью специальной статистической обработки визуальных наблюдений с борта судов удалось построить карты атмосферных осадков для всей акватории океана.

Исключительное обилие осадков во внутритропической зоне конвергенции (местами здесь их более  $4000$  мм в год) создает в ней наибольший избыток пресных вод — свыше  $1500\text{--}2000$  мм в год. Однако в Тихом океане есть и такие области, в которых ат-

мосферные осадки не выпадают в течение всего года. Это области холодных тропических течений, где дефицит пресной влаги достигает  $500\text{--}1000$  мм в год.

Общий влагооборот между океаном и атмосферой лежит в пределах от  $1100$  до  $1500$  мм в год. Точнее определить влагооборот пока невозможно из-за отсутствия прямых измерений в открытом океане.

Гораздо более точно с помощью физико-математических расчетов определяется величина годового теплооборота между океаном и атмосферой — количественная оценка сезонных изменений теплосодержания вод океана в результате его взаимодействия с атмосферой. По акватории океана величина годового теплооборота изменяется от очень малой величины — менее  $5$  ккал/см<sup>2</sup> в год (в приэкваториальной зоне) до  $40$  ккал/см<sup>2</sup> в год (в области теплового течения Куросио). Примечательно, что и эту чисто океанологическую характеристику можно вполне надежно определить, изучая процессы, протекающие не в самом океане, а в атмосфере. Это еще одно доказательство единства и неразрывности океанических и атмосферных процессов.

Многолетние исследования советских океанологов привели к твердому убеждению, что без изучения атмосферных явлений над океаном невозможно понять и правильно предсказать процессы, проходящие в самом океане, и не только в океане, но и на всей нашей планете.

Доктор географических наук  
Г. Б. УДИНЦЕВ

## Геоморфология и тектоника дна

### САМЫЙ «ОКЕАНИЧЕСКИЙ» ОКЕАН ЗЕМЛИ

Тихий океан — величайший океан Земли. Его площадь (179 679 000 км<sup>2</sup>) больше всей земной суши и примерно равна общей площади всех остальных океанов Земли. Он занимает около 35% поверхности земного шара. Если разделить Землю на два полушария — материковое и океаническое, то центр океанического полушария окажется в середине Тихого океана, в районе острова Рождества. В Тихом океане находятся и самые большие глубины: 11 022 м — в Марианском желобе и 10 882 м — в желобе Тонга.

Рельеф дна Тихого океана и строение земных недр под ним сложны и разнообразны. Здесь можно встретить самые большие на земной поверхности контрасты рельефа: горные вершины материковой и островной суши возвышаются над дном близлежащих впадин почти на 15 000 м. На вершинах и склонах множества подводных гор и хребтов обнажаются молодые вулканические и древние осадочные породы, а мощные осадочные толщи на дне котловин образуют обширные абиссальные равнины. В тектонической структуре дна океана сочетаются подводные окраины устойчивых материковых платформ с подвижными современными геосинклиналями островных дуг, а на ложе океана древние океанические плиты соседствуют с активными рифтовыми зонами срединно-океанических хребтов.

Геологическая история материков, окружающих Тихий океан, свидетельствует о том, что его впадина суще-

**Автор статьи в 1977 году был удостоен Государственной премии СССР в области науки и техники за участие в составлении десятитомной монографии «Тихий океан». Два тома этой монографии посвящены результатам работ по геоморфологии, геофизике и тектонике дна Тихого океана, проводившихся около 30 лет под его руководством.**



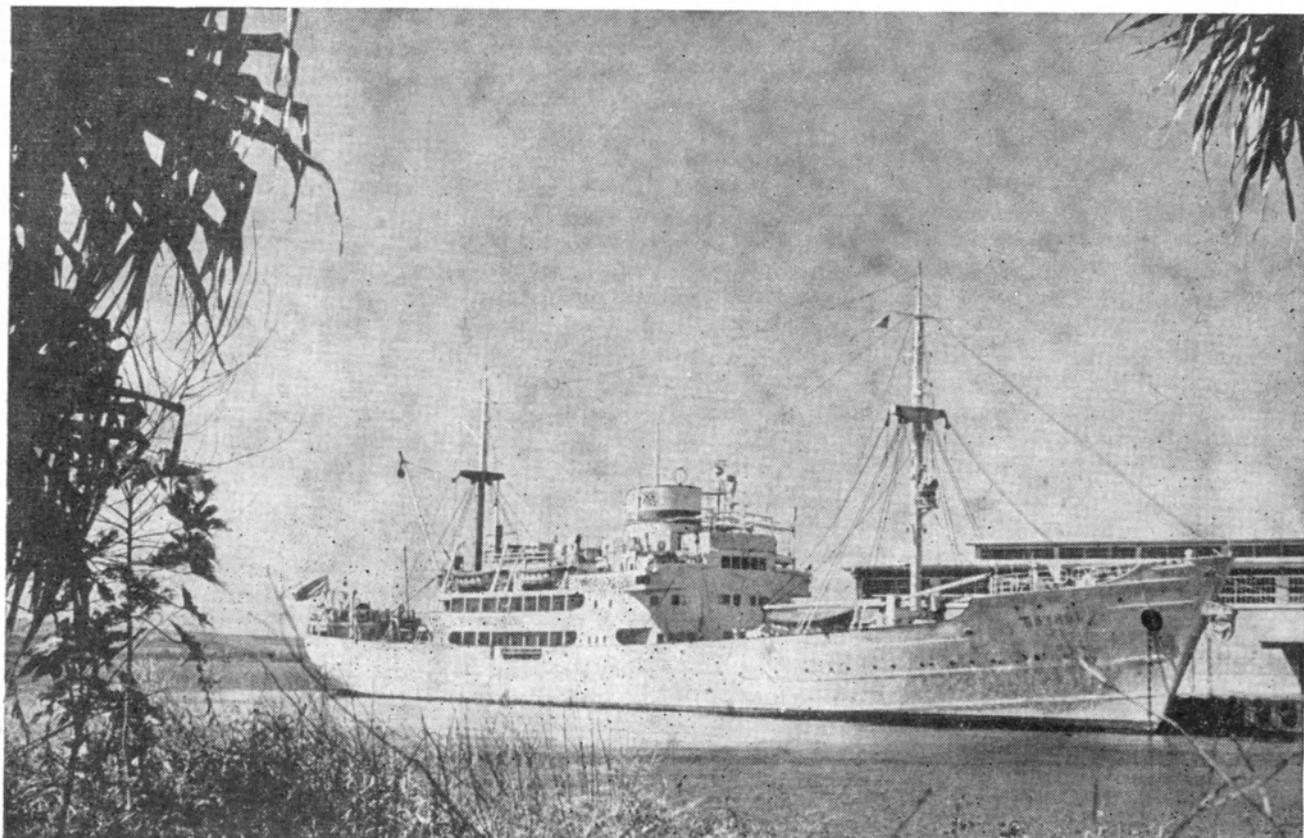
ствует по крайней мере с начала палеозоя (около 500 млн. лет). Океан этот более древний по сравнению с Атлантическим и Индийским. «Древнее темя» Мирового океана, вероятно, лежит в Северо-Западной и Марианской котловинах Тихого океана, где глубоководным бурением вскрыты верхнеюрские отложения (170 млн. лет). Структура впадины Тихого океана, этой своеобразной океанической платформы, процессы и направленность ее развития представляют исключительный интерес для познания истории океанических областей Земли.

### УЧЕНЫЕ «ОТКРЫВАЮТ» ТИХИЙ ОКЕАН

Вклад русских и советских ученых в исследования дна Тихого океана огромен. Открытие новых земель и островов, изучение глубин и рельефа дна в XVIII—XIX веках были настоящими научными подвигами наших соотечественников. Особенно интересными были работы русского моряка-гидрографа К. С. Старицкого, который впервые измерил глубины северо-западной части Тихого океана и в 70-х годах прошлого века высказал довольно смелую гипотезу о единстве геологических структур дна Охотского моря и окружающей его суши.

Однако детальное и всестороннее изучение Тихоокеанского бассейна началось в нашей стране лишь после второй мировой войны. На протяжении почти трех десятилетий вела исследования рельефа, геофизики и тектоники дна Тихого океана группа ученых Института океанологии имени П. П. Ширшова, возглавлявшаяся ав-

## Тихого океана



тором этой статьи. Создание в 1946 году Института океанологии АН СССР и в 1949 году первого в нашей стране научно-исследовательского судна «Витязь» дало возможность проводить океанологические исследования с применением широкого комплекса новейших методов. Начались эти работы с изучения рельефа дна эхолотами и сбора проб современных осадков весьма простыми по устройству грунтовыми трубками. Однако уже в первых экспедициях «Ви-

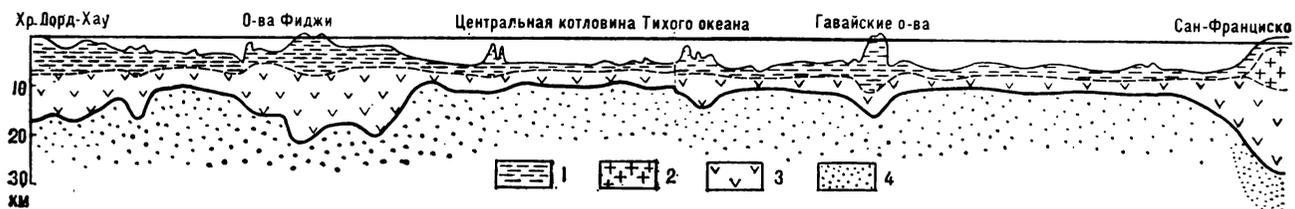
тязя» простейшие методы дополнились гравиметрической и магнитометрической съемками, геотермическими измерениями, сейсмическим зондированием осадочного чехла и глубинных слоев земной коры и верхней мантии («Земля и Вселенная», № 4,

■  
Научно-исследовательское судно  
«Витязь»

Фотохроника ТАСС

1974, с. 73—79.— Ред.). Для сбора проб коренных пород стали применять драгировки.

В последнее десятилетие полный современный комплекс геолого-геофизических методов входит в стандартную программу измерений не только на «Витязе», но и на более новых судах, работавших в Тихом океане,— «Дмитрии Менделееве», «Академике Курчатове», «Пегасе» и других. С 1969 года в Тихом океане глубоководное бурение проводится с



американского судна «Гломар Челленджер», в работах которого принимают активное участие советские ученые. В 1949—1957 годах «Витязь» исследовал преимущественно дальневосточные моря, но уже в 1953—1955 годах он вышел в просторы открытого океана.

Детальное изучение всей акватории Тихого океана развернулось во время Международного геофизического года (1957—1959), а затем в связи с Международным проектом верхней мантии Земли (1960—1970), Международным геодинамическим проектом (1970—1980), Проектом глубоководного бурения (1968—1975) и его Международной фазой (1975). Усилиями советских и зарубежных экспедиций за последние десятилетия были получены данные, позволившие совершенно по-новому представить строение дна Тихого океана.

## КАРТЫ ТИХОГО ОКЕАНА

В науках о Земле всякое исследование начинается с карты. Именно поэтому одной из первоочередных задач в изучении дна Тихого океана было создание карт. Сначала это были карты рельефа дна, необходимые как основа для выполнения всех видов геофизических и геологических работ. Первые такие карты удалось построить для дальневосточных морей, а затем для Курило-Камчатского желоба и подводной части Курило-Камчатской островной дуги. Они вошли в многочисленные издания общегеографических и специальных (геологических, тектонических, геоморфологических) карт Советского Союза, в «Атлас СССР» и «Атлас мира».

Позднее на основе отечественных и зарубежных материалов приступили к созданию новой генеральной карты рельефа дна всего Тихого океана. Эта карта в масштабе 1 : 10 000 000 была издана в 1964 году.

Благодаря новым картам весь подводный лик океанического полушария Земли открылся в совершенно ином виде. Новые карты показали многочисленные географические открытия, сделанные нашей группой. Оказалось, что ложе океана не гигантская равнина, какой оно представлялось ученым, а настоящая горная страна. На картах появились горные хребты Витязя, Ширшова, Богорова, возвышенности Шатского, Обручева, Академии наук СССР, Института океанологии, впадина Витязя, впадина Дерюгина, зона разлома Сорол-Айанте, горы Исакова, Макарова, Папанина, Страхова и многие другие.

Новые сведения о морфологии тихоокеанского сегмента Земли позволили совершенно по-другому охарактеризовать его тектоническое строение. Однако в создании более полной картины структурного развития и тектонической истории дна Тихого океана важную роль сыграл комплекс геолого-географических методов, ранее в океанах не применявшихся, разработанных в 1949—1972 годах преимущественно нашей группой и только в ходе наших экспедиций и становившихся общепринятым стандартом. Наиболее эффективными в этом комплексе были методы детальных полигонных исследований, драгировок, непрерывного сейсмического профилирования и некоторые другие, разработанные в Институте океанологии АН СССР. Накопленная гео-

физическая информация позволила приступить в 60-х годах к геоморфологическому и тектоническому анализу с построением специальных карт, вошедших в «Физико-географический атлас мира», «Тектоническую карту Евразии», «Тектоническую карту тихоокеанского сегмента Земли» и «Геологическую карту Тихого океана». Более глубокому пониманию природы дна Тихого океана способствовали в эти годы и работы, проведенные в других океанах нашей планеты — Индийском и Атлантическом. Наиболее важную роль сыграли здесь исследования в рифтовых зонах («Земля и Вселенная», № 5, 1974 с. 28—33.—Ред.). Понятно, что такой картографический анализ новых данных послужил дальнейшую разработку в научных статьях и монографиях. С 1949 по 1976 год наша группа опубликовала более 400 научных статей, посвященных строению дна Тихого океана, а наше участие в создании монографии «Тектоника Евразии» было отмечено Государственной премией за 1969 год.

Созданная в результате этих работ трехтомная монография «Исследования по проблеме рифтовых зон Мирового океана» послужила основой для представлений о георифтогенальных тектонических системах и для сравнительно-тектонического анализа

■  
Разрез земной коры Тихого океана: 1—осадочный и «второй» базальтово-осадочный слои коры; 2—гранитно-метаморфический слой; 3—«третий», базальтово-габбровый и серпентинито-перидотитовый слой коры; 4—породы верхней мантии (лерцолиты)

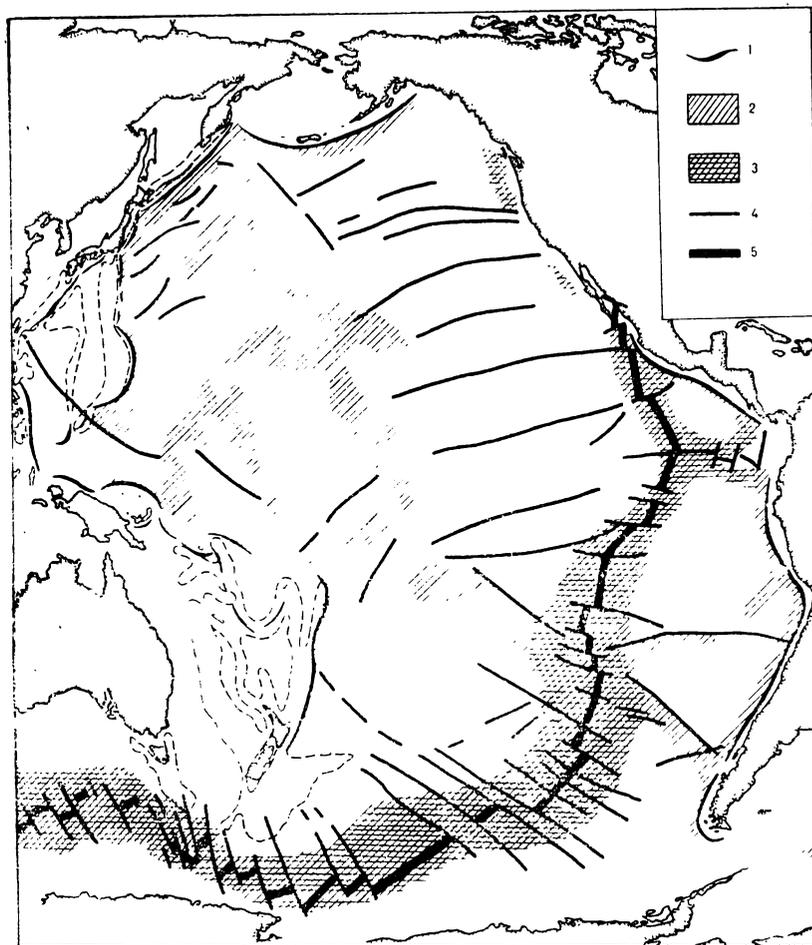
океанических областей. Оказалось, что в развитии океанической коры важную роль играет подъем глубинного мантийного вещества в рифтовых зонах, и выявилась роль мантийного вещества в процессе рудообразования. В результате стала намечаться в основных чертах новая концепция тектонического развития дна Тихого океана.

Обобщение всех этих многолетних исследований содержится в двух томах десятитомной монографии «Тихий океан» — «Геоморфология и тектоника дна» и «Геофизика дна». Это фундаментальное обобщение всей доступной информации, сочетающееся с анализом ее в свете новейших теоретических концепций, выполненное большим коллективом исследователей, объединенных в течение многих лет общей целью изучения дна Тихого океана.

## СТРОЕНИЕ ДНА ТИХОГО ОКЕАНА

Ложе Тихого океана отличается ярко выраженной тектонической неоднородностью. Здесь можно встретить все важнейшие тектонические системы нашей планеты.

Огромные пространства восточной половины океана заняты георифтогенальной системой подвижных срединно-океанических поднятий — Южно- и Восточно-Тихоокеанского. Они служат продолжением рифтогенальных хребтов Индийского и Атлантического океанов и представляют собой восточную часть Мировой системы океанических рифтов. Восточно-Тихоокеанское поднятие дает ответвления в виде Чилийского поднятия и Галапагосского рифта. Оно вклини-



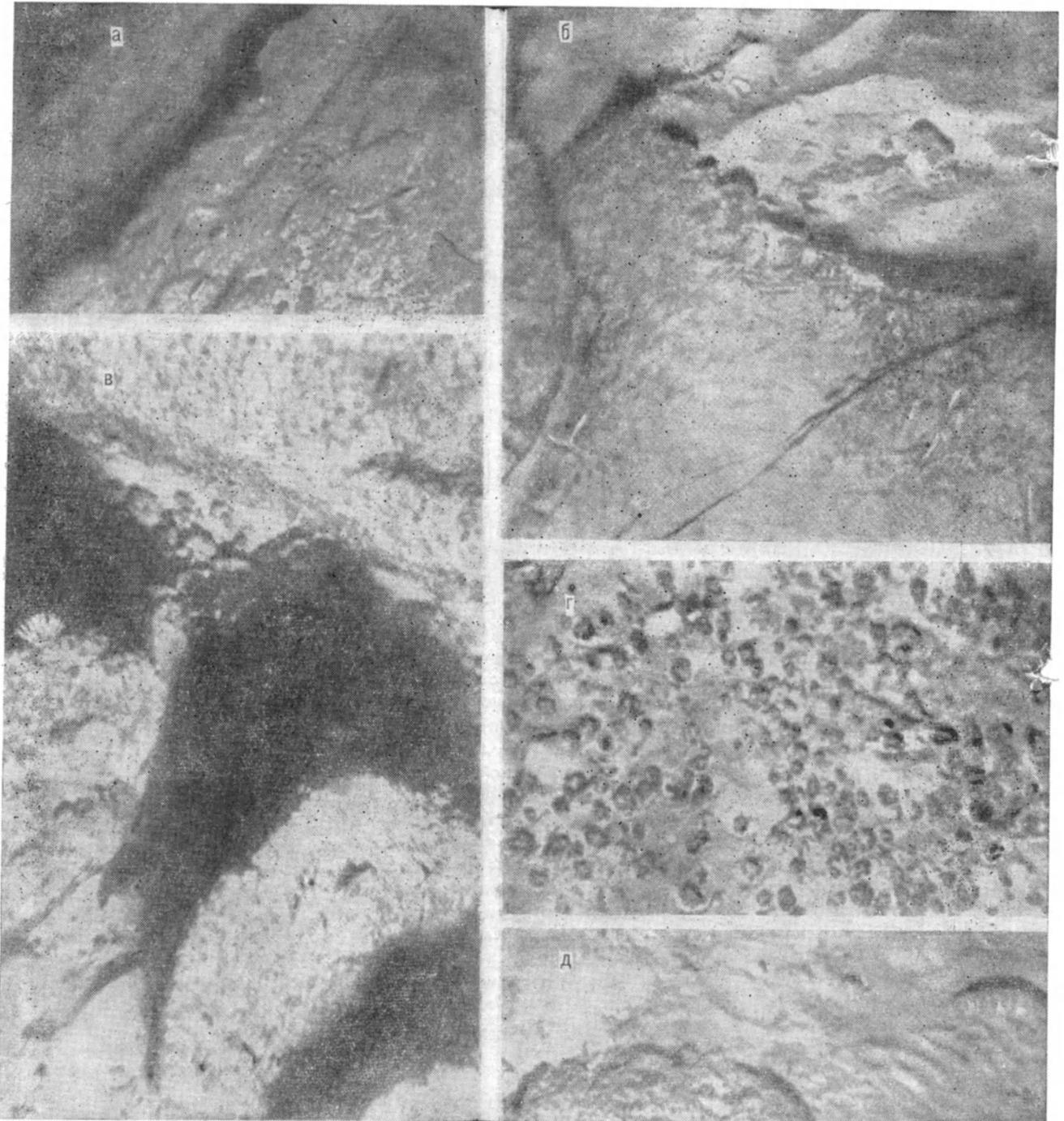
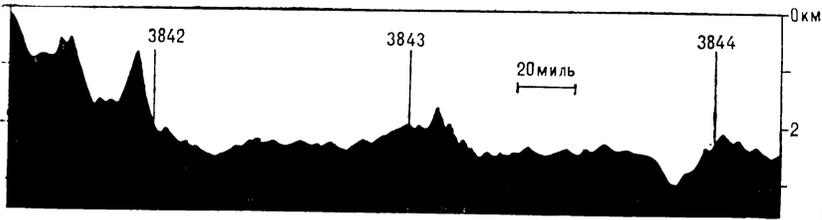
вается в окраину континента Северной Америки в Калифорнийском заливе, и его продолжением к северу от мыса Мендосино служит рифтогенальный хребт Хуан-де-Фука. Локализованная в рифтовой зоне сейсмическая активность, интенсивный тепловой поток из недр Земли, симметричная система линейных аномалий магнитного поля, высокая вулканическая и гидротермальная активность рифта, закономерные изменения возраста и мощности осадочного чехла с удалением от оси поднятий — все это говорит о формировании здесь молодой океанической литосферы, сопровождающемся расширением дна океана.

Замечательная особенность подвижного срединно-океанического пояса Тихого океана — это система гран-

диозных зон разломов, простирающихся на тысячи километров, Мендосино, Меррей, Молокаи и других.

За пределами срединно-океанического подвижного пояса строение земной коры чрезвычайно неоднородно. Здесь изобилуют многочисленные подводные горы вулканического происхождения: то разбросанные бессистемно, то образующие цепочки, гряды и хребты («Земля и Вселенная», № 2, 1978, с. 40—45.— Ред.). Образование таких хребтов

■ *Тектоническая схема дна Тихого океана: 1 — глубоководные желоба островодужных систем; 2 — сводовые поднятия и валы в пределах океанических плит; 3 — срединно-океанические хребты; 4 — зоны разломов; 5 — рифтовые зоны*





можно связывать с разломами, сколами и горизонтальными надвигами внутри плит. Массивные поднятия Манихики, Шатского, Бородино, Обручева, вали Зенкевича, Соломонов и Каролинский — все это придает западной части океана тектонический облик, настолько отличный от его восточной части, что это наводит на мысль о совершенно различном возрасте и различной тектонической природе этих двух областей океана. Зачатки островных дуг в виде асимметричных структур Гавайского хребта, а затем и выдвинутая далеко в океан система юных островных дуг Палау, Яп, Марианской и Идзу-Бонинской свидетельствуют о том, что в развитии западной части океана ог-

ромную роль играет геосинклинальный процесс.

Наиболее ярко геосинклинальные системы представлены гирляндой островодужных структур Алеутской, Курило-Камчатской, Японской, Рюкю, Филиппинской, Меланезийской, Тонга-Кермадек и Ново-Зеландской вдоль западной окраины океана. Эти тектонические комплексы вместе с краевыми геосинклинальными сооружениями континентов Северной и Южной Америки и Антарктиды почти сплошным кольцом опоясывают тихоокеанский сегмент Земли. Их часто называют «тихоокеанским огненным поясом». Это — кольцо огнедышащих вулканов и сильнейших землетрясений. Сейсмическая активность отмечает зоны наклонных, уходящих на сотни километров в глубь Земли склонов — зоны Беньюфа-Заварицкого. Сотни действующих вулканов, глубокие котловины краевых морей, отделенные островными дугами и служащие ловушками для сбрасываемых с континентов осадков, сложно устроенные и местами глубоко погруженные континентальные шельфы: то узкие и мелководные, то широкие и местами погруженные на тысячи метров, то продолжающие прибрежные равнины континентов, то обособленные от них как Ново-Зеландское плато — таковы характерные особенности обрамления ложа Тихого океана. Здесь можно наблюдать развитие геосинклинального процесса на разных его этапах.

Чрезвычайно неравномерно развитие осадочного чехла на дне Тихого океана. Чехол разорван в рифтовых зонах, его мощность возрастает с удалением от оси рифтов, оказывает-

ся значительной в зоне экваториальных течений и отмечает их положение в пространстве и времени, резко колеблется в зоне современных тектонических нарушений западной окраины океана и достигает максимальных значений в миогеосинклинальных котловинах краевых морей. Аномально высокие мощности осадков на возвышенности Обручева и в других районах говорят о пространственных перестройках структурных систем.

В зонах тектонических нарушений и на склонах вулканических гор осадочный чехол разорван, так что обнажаются коренные породы фундамента. Возраст осадочного чехла в основании и возраст магматических пород фундамента, как правило, увеличиваются (от современного до верхнеюрского) с удалением от оси рифтогенальных поднятий. Однако в западной части океана наблюдаются отклонения от этого правила. Кроме того, во многих местах здесь мощность осадков столь велика, что фундамент еще не достигнут бурением и о возрасте его судить пока трудно.

Для объяснения происхождения тектонических систем тихоокеанского сегмента Земли предложены различные гипотезы («Земля и Вселенная», № 2, 1975, с. 53—60. — Ред.). Исследования океанических областей Земли непрерывно приносят все новые и новые данные, позволяющие проверять и совершенствовать эти тектонические гипотезы.

■  
*Профиль дна вершинной части хребта протягивающегося к северу от островов Три Кингс (Новая Зеландия), и снимки дна, полученные в этом районе: а — станция № 3842, глубина 2100 м. Дно скалистое. В понижениях заметны скопления обломков пород; б — станция № 3843, глубина 2040 м. Ярко выражены неравномерность и прерывистость в распределении осадочного покрова. Видно чередование выходов коренных, значительно выветренных пород с участками известкового песка; в — станция № 3844, глубина 2400 м. Выходы коренных пород, напоминающих гравелиты, и россыпи валунов. В понижениях — мелкий известковый песок, нарушенный рябью течений; г — станция № 3844. Мелкие темные образования, — по видимому, железомарганцевые конкреции, вокруг которых хорошо заметны промоины; д — станция № 3844, справа внизу, — вероятно, крупная голотурия*



Кандидат физико-математических наук  
И. П. ТИНДО

## Солнце в рентгеновских лучах

### ПЕРВЫЕ ШАГИ

На рассвете 3 ноября 1957 года мощная ракета вывела в космос второй советский спутник, на борту которого был установлен фотометр для исследования рентгеновского и коротковолнового ультрафиолетового излучений Солнца, полностью поглощаемых земной атмосферой. С тех пор прошло двадцать лет, заполненных напряженным трудом ученых, состоялись запуски многих «солнечных» спутников и ракет. Двадцать лет — достаточный срок, чтобы оглянуться на пройденный путь и подвести некоторые итоги.

Молодые исследователи из Физического института Академии наук СССР под руководством профессора С. Л. Мандельштама приступили к подготовке космических экспериментов в 1957 году. К этому времени излучение солнечной короны в рентгеновском диапазоне спектра уже было зарегистрировано при вертикальных запусках трофейных немецких ракет «Фау-2», проведенных в США группами Т. Бернайта и Г. Фридмана. Правда, результаты первых измерений были отрывочны и казались недостаточно убедительными. Сомнения вызывала резкая переменность обнаруженного излучения, состав и интенсивность которого сильно менялись от запуска к запуску. Верно ли, что приборы регистрировали именно солнечные рентгеновские лучи? Нашлись сторонники и другого толкования показаний приборов. Они объясняли наблюдаемую картину иными видами излучений, существующих в ближнем космосе. Например, это могли быть обнаруженные к тому вре-

**В 1977 году С. Л. Мандельштам, Б. Н. Васильев, И. А. Житник, И. П. Тиндо, А. И. Шурьгин и Д. А. Гоганов были удостоены Государственной премии СССР за цикл работ по рентгеновскому излучению Солнца. Исследования, выполненные этими учеными в 1957—1975 годах, помогли понять, где на Солнце зарождается рентгеновское излучение, каковы физические условия в этих областях и каков механизм рентгеновского излучения солнечных вспышек.**

мени потоки энергичных электронов в верхних слоях атмосферы (как выяснилось позднее, электроны «высыпаются» из радиационных поясов Земли, открытых в 1958 году).

Установка приборов на спутнике впервые позволила осуществить длительные и непрерывные рентгеновские измерения, выполнить их над освещенным Солнцем земным полушарием и в тени, на различных географических широтах и долготах. Подобные измерения проводились затем при полетах второго и третьего советских космических кораблей (типа «Восток») в августе и декабре 1960 года. Одновременно была изучена радиационная обстановка в ближнем космосе, надежно оценен вклад, который дают в показания рентгеновских приборов другие излучения и частицы. При этом впервые обнаружили области околоземного пространства, получившие название «радиационных аномалий», где интенсивные

потоки частиц нарушают работу чувствительных приборов.

Успеху экспериментов на космических кораблях немало способствовало то, что прототипы спутниковых приборов были испытаны в июле 1959 года на высотных геофизических ракетах. Во время этих запусков впервые использовались, помимо рентгеновских, специальные контрольные счетчики. Они практически нечувствительны к рентгеновскому излучению Солнца, но с той же эффективностью, что и рентгеновские счетчики, регистрируют другие ионизирующие излучения, встречающиеся в космическом пространстве. Сравнение показаний рентгеновских и контрольных счетчиков подтвердило, что в ракетных экспериментах, действительно, было зарегистрировано рентгеновское излучение Солнца.

Теперь основные усилия можно было направить на исследование временных вариаций этого излучения и распределения энергии в его спектре. Решению этих задач помогли разработанные в конце 50-х годов системы ориентации, которые обеспечили постоянное наведение приборов на Солнце.

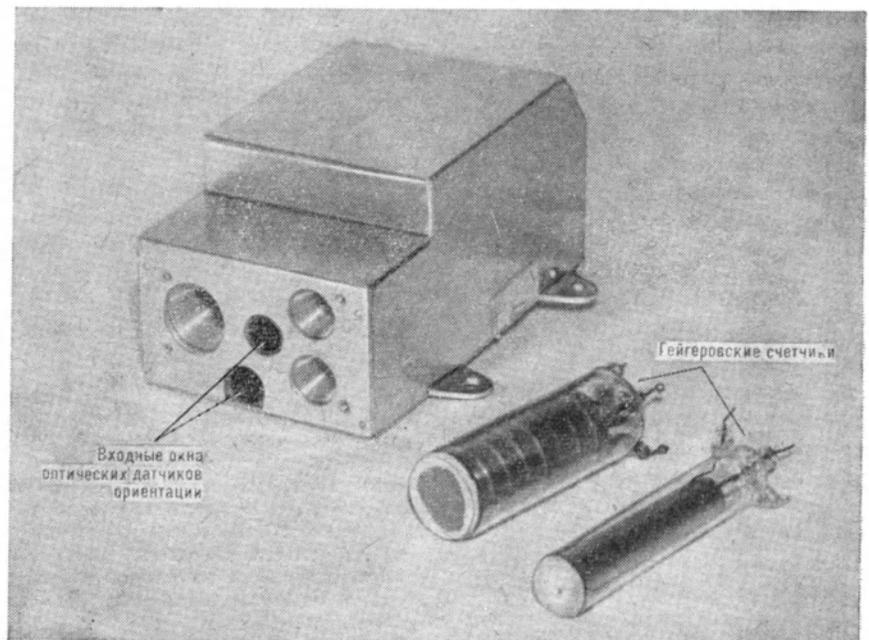
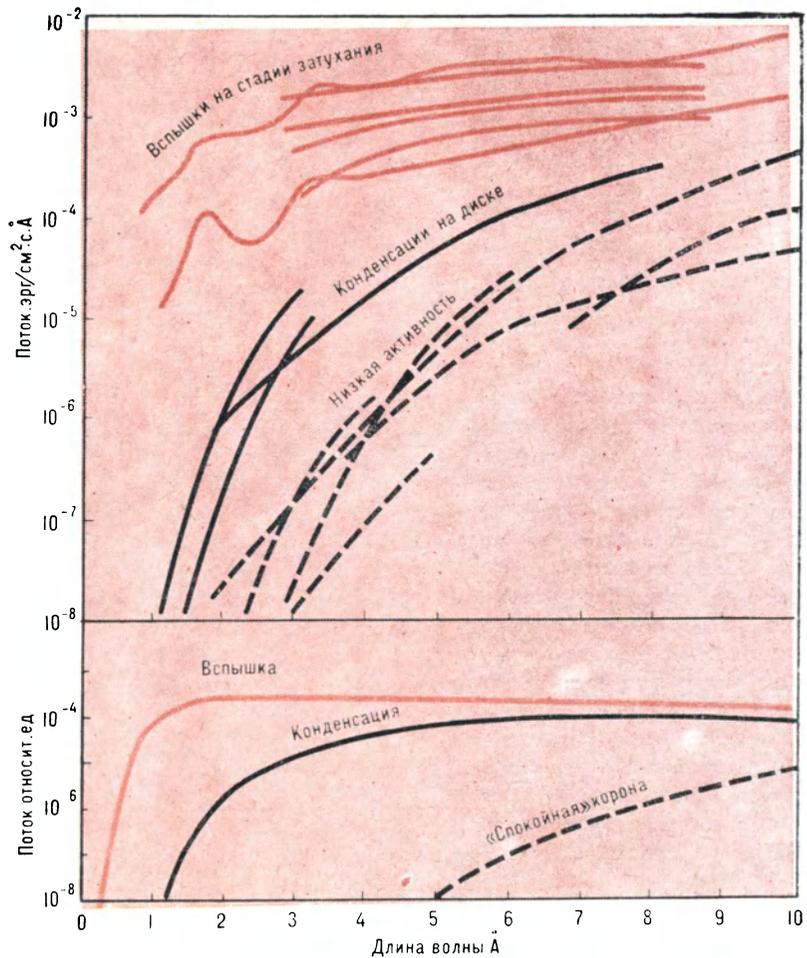
При изучении спектра вместо привычного в условиях лаборатории набора сменных спектральных фильтров использовалось «подручное средство» — слой воздуха переменной толщины на пути солнечных лучей к приборам, установленным на ракете. Идею измерений можно уяснить, вспомнив, как на закате Солнца (и при восходе) меняется от голубого до красного цвет лучей, прошедших толщину воздуха. Перед наступлением темноты воздушную толщину «пробивают»

лишь самые длинноволновые — красные лучи, меньше рассеиваемые атмосферой. В рентгеновском диапазоне проникающая способность лучей также сильно зависит от длины волны. Слабо поглощается жесткое излучение с длиной волны в доли ангстрема. Напротив, для мягкого излучения с длиной волны в десятки ангстрем непрозрачен слой воздуха толщиной даже в несколько миллиметров (при нормальном давлении). Поэтому в самой высокой точке траектории ракетные приборы регистрируют полный поток солнечного рентгеновского излучения, а на меньших высотах из-за поглощения в атмосфере мягкие компоненты потока постепенно отфильтровываются.

Анализ рентгеновского спектра Солнца привел к двум важным выводам. Во-первых, спектральное распределение энергии соответствовало ожидаемому для теплового излучения очень горячей плазмы. Во-вторых, конкретная форма спектра указывала на неожиданно высокую температуру плазмы —  $4,5 \cdot 10^6$  К. Это намного превышает температуру солнечной

**Распределение энергии в рентгеновском спектре Солнца. Вверху — измерения, выполненные на ракетах в 1962—1974 годах при различных уровнях солнечной активности. Внизу — расчетные спектры непрерывного излучения горячей плазмы**

**Рентгеновский фотометр станции «Электрон-2», выведенной в январе 1964 года на эллиптическую орбиту с высотой в апогее 68 200 км**

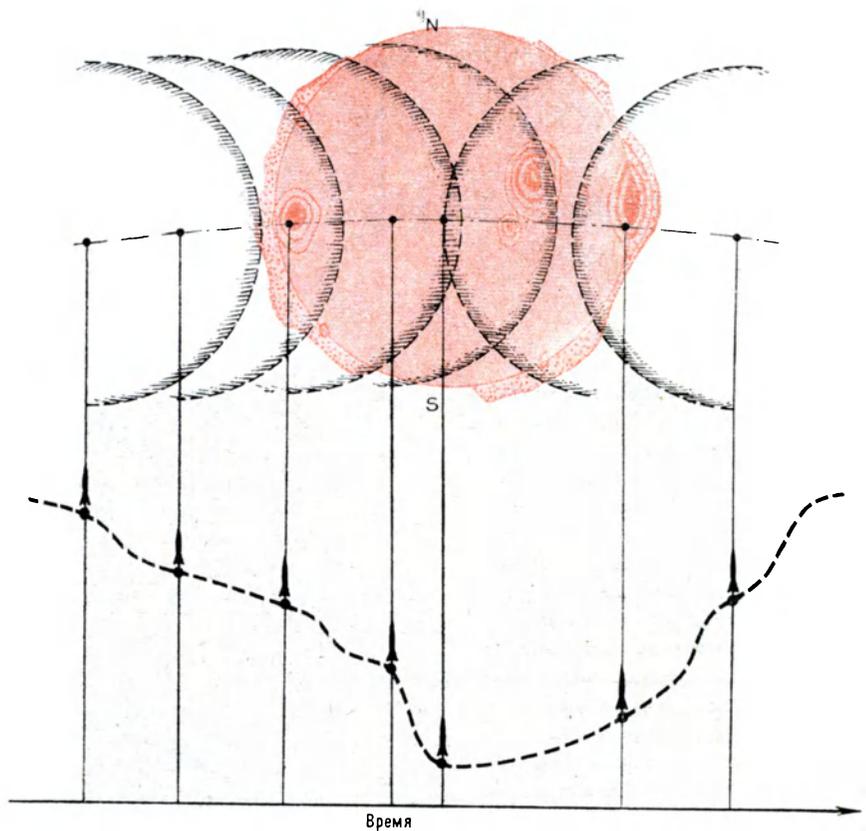


короны, которая уже была оценена другими методами и составляет около  $1,5 \cdot 10^6$  К! Таким образом, результаты ракетных экспериментов свидетельствовали о тепловой природе излучения. Но одновременно они исключали возможность того, что в рентгеновском диапазоне корона «светит» как однородное облако горячей плазмы. Более вероятным представлялось, что рентгеновские лучи испускаются отдельными, особенно горячими участками короны. Чтобы проверить это предположение, требовалось получить рентгеновские снимки короны, попытаться сфотографировать таинственные рентгеновские источники.

### КОРОНАЛЬНЫЕ КОНДЕНСАЦИИ

Невысокая точность систем ориентации, которыми в то время располагали ученые, не позволяла получать достаточно четкие рентгеновские фотографии Солнца. Поэтому на первых порах было решено «просканировать» Солнце диском Луны, который оказывается на пути солнечных лучей в моменты затмений. Запуская серию ракет в полосу лунной тени, можно проследить за тем, как меняется рентгеновский поток при затмении. По мере движения Луны отдельные источники на диске Солнца должны последовательно как бы «выключаться», а затем вновь «включаться».

Данные американских и советских экспериментов показали, что основной вклад в рентгеновское излучение короны дают ее активные области — корональные конденсации, располагающиеся в тысячах километров над

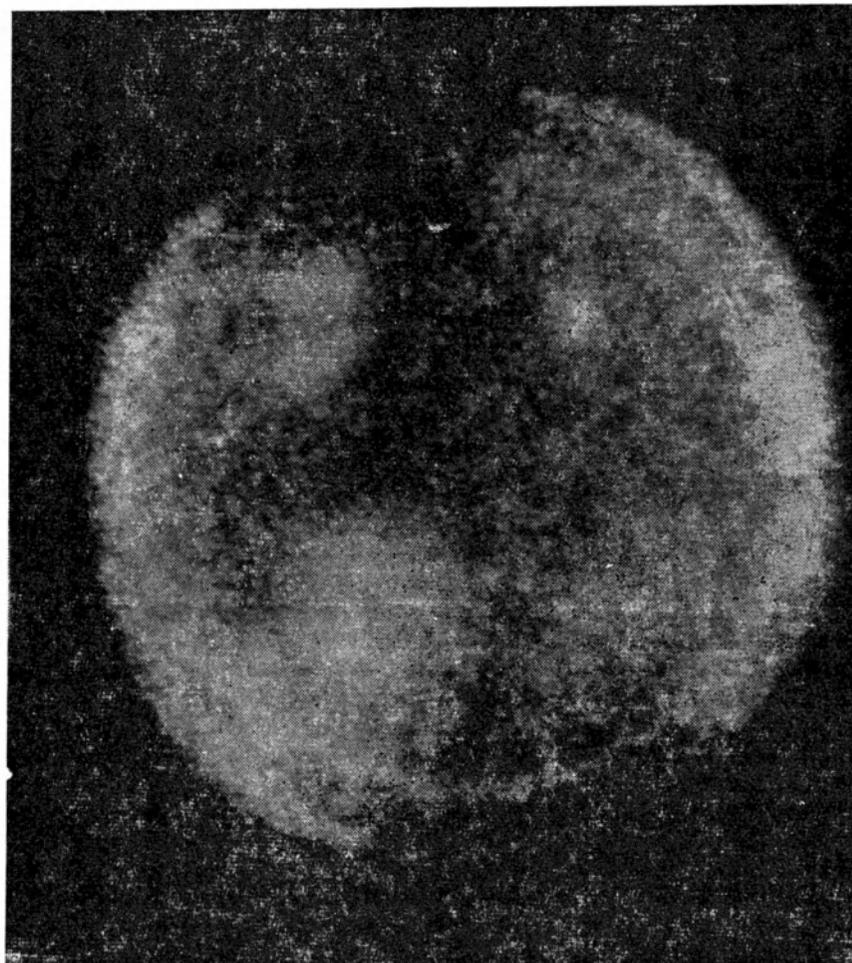
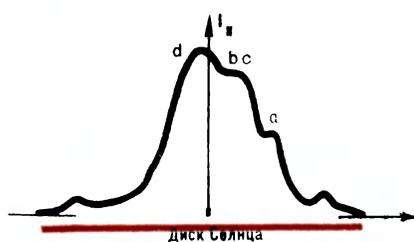
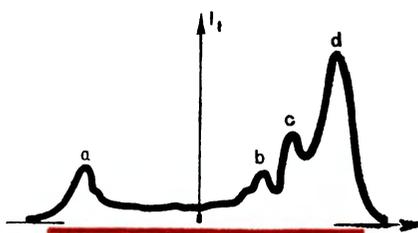
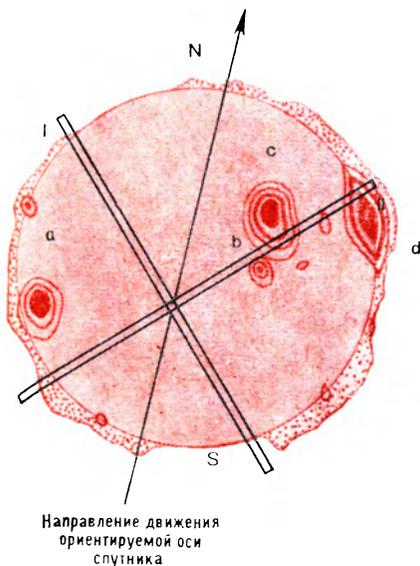


солнечными пятнами. Корональные конденсации, как и пятна, существуют обычно несколько месяцев. Даже в момент полного солнечного затмения Луна не закрывает часть невозмущенной короны и те конденсации, которые находятся над краем диска. Соответственно, солнечный рентгеновский и ультрафиолетовый потоки не падают до нуля. Так удалось, наконец, разобраться, почему во время затмений наблюдаются резкие скачки электронной концентрации в земной атмосфере.

Следующее поколение ракет и спутников, оснащенных усовершенст-

■ *Исследование структуры солнечной короны во время затмения. Лунный диск постепенно закрывает солнечный, затмевая локальные рентгеновские источники. Показано, как изменяется поток рентгеновского излучения по мере движения Луны относительно Солнца*

вованными научными приборами и системами ориентации, позволило начать детальное изучение корональных конденсаций, определить их размеры и пространственную структуру, температуру и плотность, выяснить характер происходящих в них физических процессов. Существенными шагами на этом пути явились многомесячные измерения, проведенные на станциях «Электрон-2 и -4» в 1964 и 1965 годах. В это же время геофизические ракеты доставили первые рентгеновские снимки Солнца и его спектры («Земля и Вселенная», № 4, 1967, с. 2—10.— Ред.). В спектрах были обнаружены линии ряда химических элементов, атомы которых потеряли свои «шубы» из электронов. Теперь уже было доказано, что при умеренной активности Солнца его рентгеновское излучение возникает в корональных конденсациях как тепловое излучение горячей плазмы. Плотность вещества конденсаций оказалась в несколько раз выше, чем в невозму-

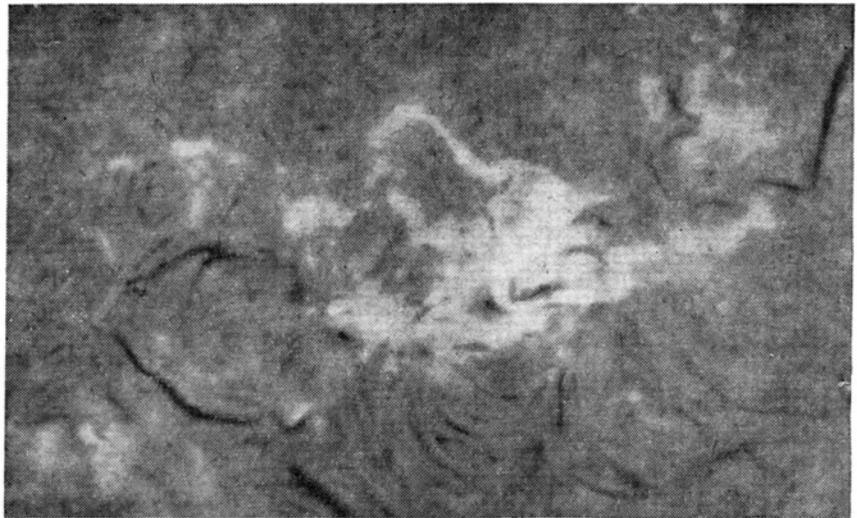


Исследование солнечной короны с помощью сканирующего гелиографа. Движение полей зрения прибора по диску Солнца осуществляется при периодических разворотах спутника. Внизу изображены получаемые при этом одномерные развертки рентгеновского изображения Солнца в двух взаимно перпендикулярных направлениях

ценных участках короны, а их температура достигала  $(3-6) \cdot 10^6$ , а иногда даже  $10^7$  К.

Таким образом, принесенная из космоса информация позволила выяснить, в каком состоянии находится вещество конденсаций. Но пока остался открытым важнейший вопрос о причинах наблюдаемых явлений. Какая

Рентгеновский снимок Солнца, полученный 1 октября 1965 года. На снимке видны яркие активные области и вспышка. Яркость усиливается также к краю диска (за исключением приполярных районов)

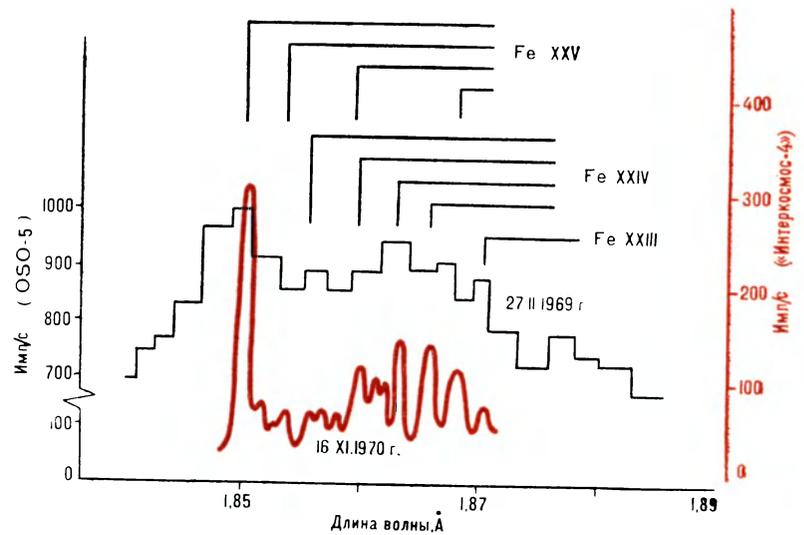


энергия и каким путем попадает в конденсации, обеспечивая их повышенный разогрев?

Сейчас предполагается, что «спокойную» корону нагревает примерно до  $1,5 \cdot 10^6$  К фотосфера, температура которой всего 6000 К. Непривычная нам, землянам, перекачка энергии от холодного вещества к горячему происходит здесь «волновым» путем. Корона поглощает мощные звуковые волны — шум, который сопровождает конвективные движения в подфотосферных слоях Солнца. Можно ожидать, что высокая температура конденсаций обусловлена характерным для них усилением магнитного поля, связанного с полями фотосферных солнечных пятен. Магнитное поле изменяет направление распространения волн, движущихся в ионизованной плазме, оно может приводить к своеобразной фокусировке волн. Однако не исключена другая возможность: конвективные движения плазмы поднимают на солнечную поверхность новые магнитные поля. В результате взаимодействия этих полей между собой, а также с уже имеющимся полем возникают электрические токи, нагревающие плазму.

## СОЛНЕЧНЫЕ ВСПЫШКИ

С давних пор особое внимание астрономов привлекают **солнечные вспышки**. Обычно вспышка захватывает ничтожную долю поверхности Солнца и продолжается лишь несколько минут. Как развивается вспышка, еще до конца не выяснено. В «тепловой» модели вспышки предполагается, что вначале быстро деформируется магнитное поле корональной конденсации вблизи нейтральной линии —



области, где два соседних магнитных поля компенсируются. Изменение магнитной индукции сопровождается появлением в ионизованной плазме электрического поля, направленного вдоль нейтральной линии. Возникает электрический ток (силой до  $10^{13}$  А), который нагревает плазму и вызывает всплеск ее рентгеновского излучения.

Согласно расчетам, суммарное излучение вспышки, в общем, невелико по солнечным масштабам — лишь сотые доли процента от всего излу-

чения Солнца. Но по земным масштабам эта цифра выглядит намного солиднее — энергия вспышки эквива-

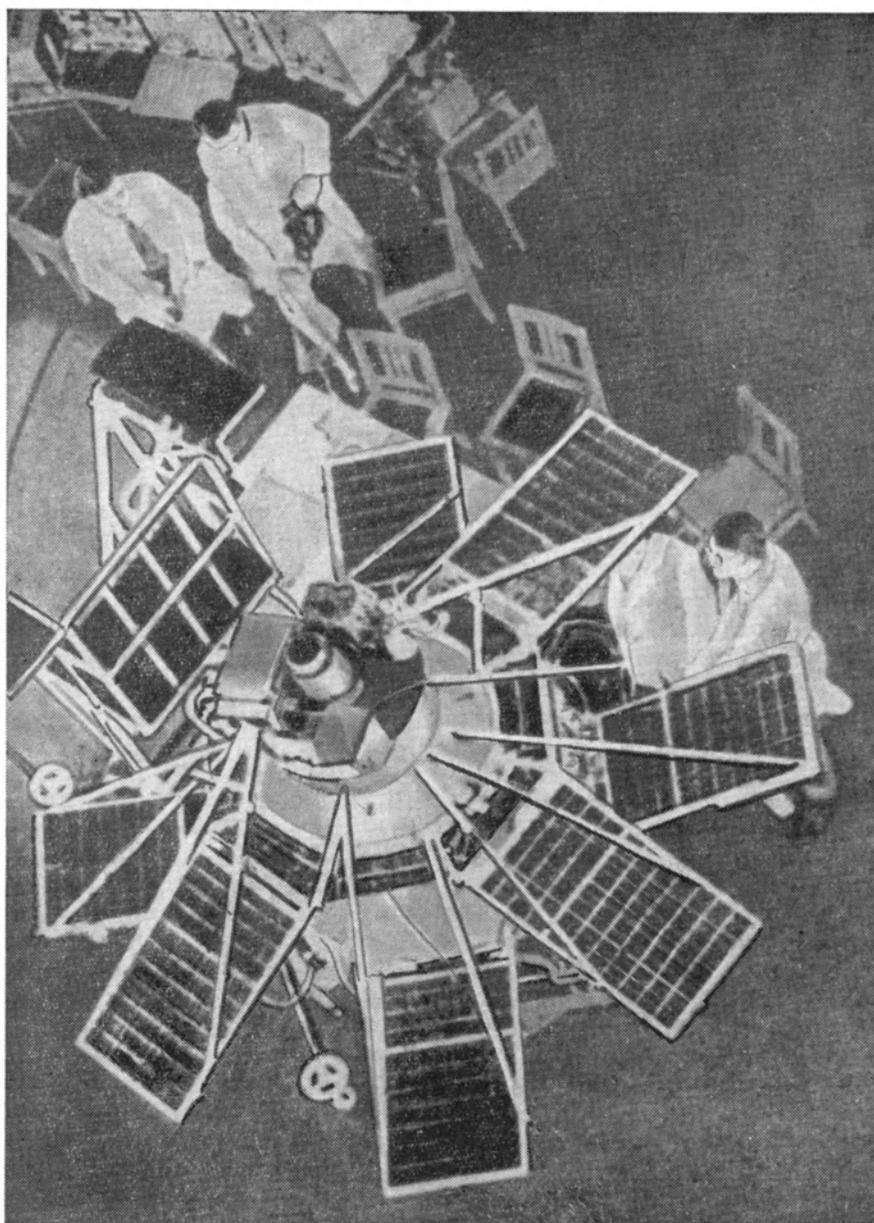
■ *Солнечная вспышка в линии H $\alpha$ . Снимок сделан в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР*

■ *Участок рентгеновского спектра вспышки, содержащий линии ионов железа, которые потеряли 22, 23 и 24 своих электрона. Всего у атома железа 26 электронов*

лентна одновременному взрыву миллиона водородных бомб! И все же ни одна из приведенных цифр не дает сколько-нибудь правильного представления о том, в какой мере взрыв на Солнце, удаленном от нас на 150 млн. км, отразится на жизни землян.

Данные многолетних наблюдений показали, что во время больших вспышек часто прекращается коротковолновая радиосвязь на всем освещенном полушарии Земли, а после вспышек нередко возникают геомагнитные бури и полярные сияния. Теперь установлено, что при вспышках происходит перестройка радиационных поясов Земли и наблюдается ряд явлений в атмосфере и даже в биосфере, которые обусловлены генерируемым при вспышках жестким рентгеновским излучением, выбросом в околосолнечное пространство гигантских облаков горячей плазмы, а также потоками энергичных протонов и электронов.

Неоднократные попытки исследовать излучения вспышек приборами, поднятыми на ракетах, оказались малоэффективными. Точно предсказать момент начала вспышки пока невозможно, а после ее обнаружения наземными инструментами «медлительным» современным ракетам требуется несколько минут, чтобы вырваться за пределы поглощающих слоев атмосферы. Поэтому ведущие космические державы Советский Союз и Соединенные Штаты Америки создали специализированные «солнечные» спутники. Наиболее сложные эксперименты в ультрафиолетовой и рентгеновской областях солнечного спектра проводились на пилотируемых

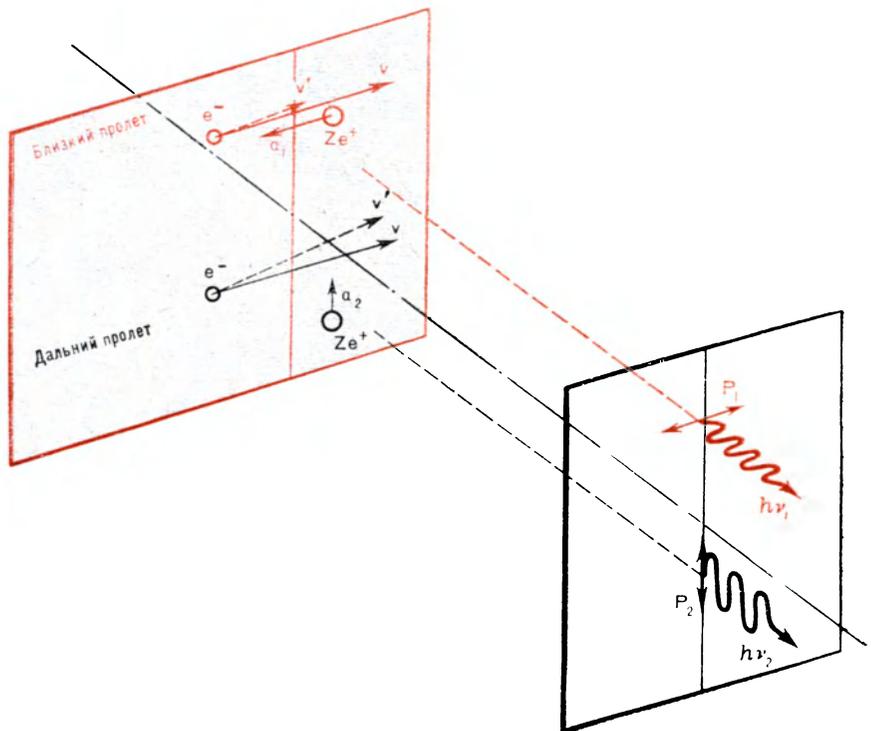


орбитальных станциях «Салют» и «Скайлэб».

В Физическом институте АН СССР был разработан комплекс бортовых приборов, с помощью которых изуча-

■ *Спутник «Интеркосмос-16», запущенный в 1976 году в период минимума 11-летнего цикла солнечной активности. Исследовал рентгеновское и ультрафиолетовое излучения*

лась структура рентгеновского ядра вспышки, были получены спектры с высоким разрешением и обнаружена поляризация рентгеновского излучения. В «охоте» за вспышками приняли участие также ученые Германской Демократической Республики и Чехословакии, известные своими успехами в исследовании Солнца и проблем солнечно-земных связей. Обсерватории ряда европейских социалистических стран и Советского Союза в пе-



риод работы спутников вели непрерывный патруль деятельности Солнца в оптическом и радиодиапазонах. В ходе выполнения намеченной программы в 1967—1976 годах были запущены «солнечные» спутники «Космос-166 и -230», «Интеркосмос-1, -4, -7, -11 и -16», а также несколько высотных геофизических ракет. Эти спутники и ракеты доставили на Землю спектры вспышек с рекордно высоким разрешением, в которых были отождествлены десятки спектральных линий, принадлежащих многозарядным ионам горячей плазмы. Ученые исследовали тонкую пространственную структуру и динамику вспышек. По этим данным удалось определить физические условия в горячем ядре вспышки. Мы расскажем лишь об одном направлении проведенных исследований — поисках поляризации, в которых автор принимал непосредственное участие.

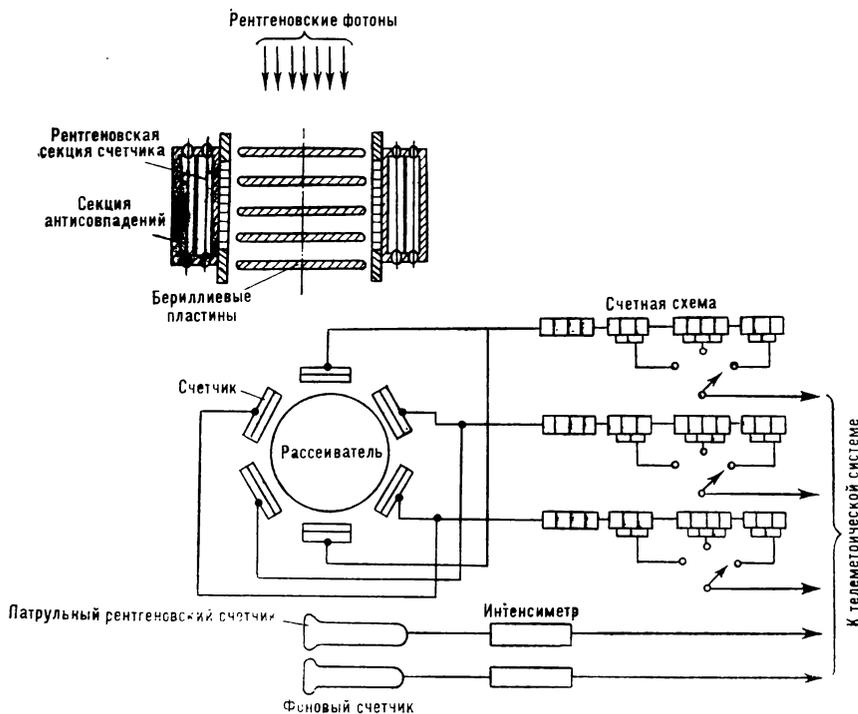
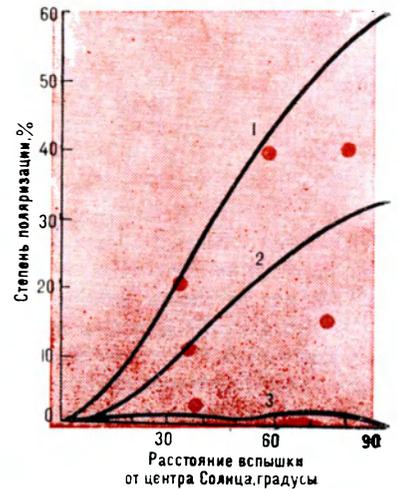
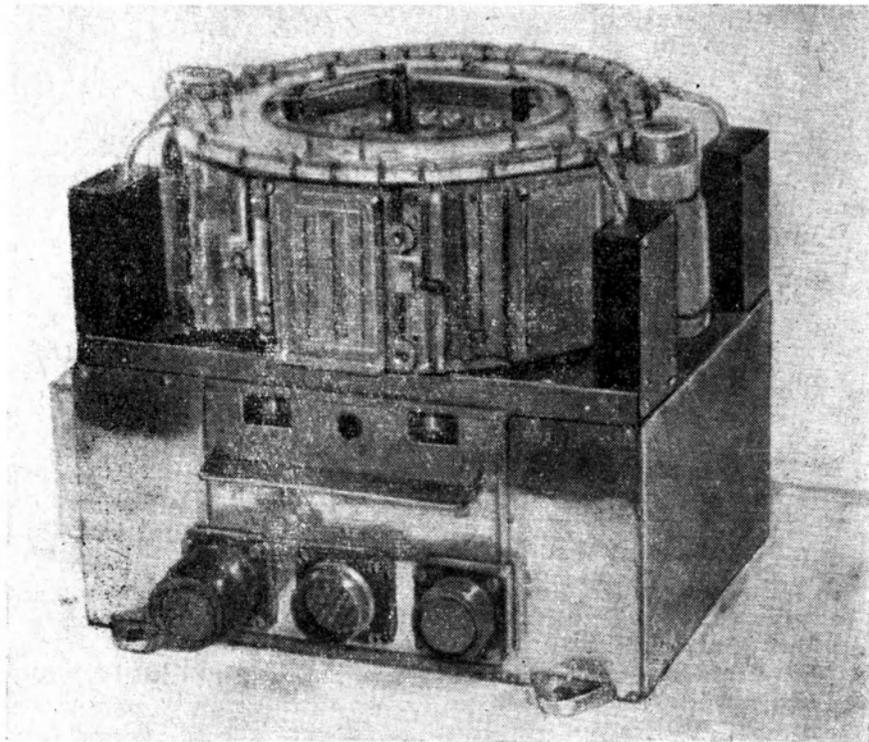
## ПОЛЯРИЗАЦИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ ВСПЫШЕК

Поляризация — характерная особенность тех видов колебаний и волн, которые могут быть названы «поперечными». К ним относятся электромагнитные волны всех диапазонов — от гамма-лучей до сверхдлинных радиоволн, различные механические колебания твердых тел, волны на поверхности жидкости и т. п. Например, прикасаясь к струнам смычком, скрипач вызывает «полностью поляризованные» колебания, поскольку вибрация струн происходит только в плоскости скрипичной деки. Если же колебания струн возбуждаются способом пиццикато (щипками), то они колеб-

лются в перпендикулярном к деке направлении и, соответственно, поляризация меняет знак на противоположный. Впрочем, поляризация колебаний струн практически совсем не влияет на качество звука, так как звуковые волны в воздухе (последовательные сжатия и разрежения) являются «продольными». Напротив, для таких типично «поперечных» колебаний, как свет и радиоволны, состояние поляризации играет существенную роль при поглощении и испускании волн, их распространении в различных средах, отражении и преломлении.

■ *Поляризация тормозного рентгеновского излучения при близком и дальнем пролете электрона в поле многозарядного иона. Обозначения:  $v$  — начальная скорость электрона,  $v'$  — скорость электрона после столкновения с многозарядным ионом  $Ze^+$ ,  $a_1$  и  $a_2$  — ускорение,  $h\nu_1$  и  $h\nu_2$  — энергия фотонов,  $P$  — направление поляризации*

Исследуя рентгеновское излучение вспышек, мы заинтересовались поляризацией потому, что у фотонов, совершивших путешествие от Солнца к Земле, поляризация — это «визитная карточка», которая способна раскрыть историю их происхождения. Роль струн при излучении электромагнитных волн принадлежит испытывающему ускорение электрическим зарядам, в нашем случае — свободным электронам. В горячей корональной плазме электроны движутся беспорядочно. В волнах, порождаемых каждым электроном, который сталкивается с ионом, отсутствует какое-либо преимущественное, выделенное направление колебаний. Поэтому поляризация теплового излучения равна нулю. Другое дело, если электроны движутся вдоль некоторого направления, то есть в плазме существует направленный электронный пучок. Теперь каждый электрон, испытывающий резкое фронтальное столкновение с ионом, получает отрицательное ускорение (торможение) вдоль выделенного направления движения.



Рентгеновский поляриметр спутника «Интеркосмос-1». Фотоны поляризованного рентгеновского излучения рассеиваются бериллиевыми пластинами. Интенсивность излучения, рассеянного под углом  $90^\circ$  в разных направлениях (по отношению к плоскости поляризации), различна. Измеряя эту интенсивность шестью счетчиками, определяют положение плоскости и степень поляризации

Измерения степени поляризации рентгеновского излучения во время вспышки (точки). Кривые — расчетная величина поляризации: 1 — соответствует высокой направленности электронного пучка, 2 — слабой направленности, 3 — изотропному распределению скоростей электронов



Значительная доля энергии электронов тратится на излучение поляризованных рентгеновских фотонов.

Однако электроны чаще пролетают далеко от иона. В этих случаях благодаря электростатическому взаимодействию электрон заметно отклоняется от первоначальной траектории, но скорость его движения уменьшается не столь значительно. Соответственно, невелика и энергия излучаемого фотона. Изменение направления скорости эквивалентно действию на электрон ускорения, направленного перпендикулярно к его начальной траектории движения. Поэтому возникающие при дальних пролетах рентгеновские фотоны малой энергии поляризованы в плоскости, перпендикулярной к плоскости поляризации фотонов большой энергии,

■  
*«Нетепловая» модель вспышки. Токовый слой возникает вблизи нейтральной линии, где всплывающее из глубоких слоев магнитное поле компенсирует ранее существовавшее. В момент разрыва токового слоя электроны ускоряются до энергий в сотни килоэлектронвольт. Часть ускоренных электронов спускается вдоль магнитных силовых линий в более плотные слои солнечной атмосферы, разогревает эти слои и вызывает вспышку в линии  $H\alpha$  и всплеск рентгеновского излучения*

которые излучаются в результате фронтальных столкновений.

Иная зависимость величины и направления поляризации от энергии фотона ожидается, если излучение обусловлено другими механизмами, например ускорением (торможением) электронов в магнитном поле или при столкновении электронов с фотонами. Таким образом, измеряя поляризацию фотонов различной энергии (на различных длинах волн), можно выяснить не только конкретный механизм генерации излучения, но и основные особенности движения электронов в солнечной плазме, а также конфигурацию магнитных полей в излучающей области.

Первый рентгеновский поляриметр для исследования солнечных вспышек был установлен на спутнике «Интеркосмос-1». С его помощью удалось получить ориентировочные данные о значительной поляризации излучения. Этот результат, свидетельствующий о том, что при вспышке генерируются направленные пучки энергичных (нетепловых) электронов, имел принципиальное значение. Ведь в представленной выше «тепловой» модели вспышки появление энергичных электронов объяснить невозможно. Детальные измерения поляризации проводились на спутнике «Интеркосмос-4», зафиксировавшем несколько больших вспышек («Земля и Вселен-

ная», № 6, 1971, с. 16—21.— Ред.). В последние годы точность поляризационных измерений повысилась благодаря сотрудничеству ученых Физического института АН СССР и Института электроники АН ГДР. Созданные ими поляриметры успешно работали на спутниках «Интеркосмос-7 и -11».

Обнаружение поляризации не было неожиданностью для ученых. Наблюдения всплесков радиоизлучения, которые часто сопровождают большие солнечные вспышки, заставляли предполагать, что во время вспышек возникают мощные потоки энергичных электронов. Но непосредственно зарегистрировать такие электроны во вспышках до полетов спутников «Интеркосмос» не удавалось.

Измеренные на спутниках «Интеркосмос» величина и направление поляризации согласуются с моделью вспышки, разрабатываемой профессором С. И. Сыроватским. Проанализировав явления, происходящие при вспышках в токовом слое, С. И. Сыроватский показал, что когда плотность тока возрастает до некоторой критической величины, слой становится неустойчивым, ток «разрывается». В результате индуцируется сильное электрическое поле, которое разгоняет электроны до энергий в сотни килоэлектронвольт. Энергичные электроны, движущиеся к Солнцу, бомбардируют корону и хромосферу и разогревают их до  $(30—50) \cdot 10^6$  К, вызывая всплеск жесткого рентгеновского излучения. Электроны, летящие от Солнца, попадают в межпланетное пространство и через несколько часов достигают окрестности Земли.

Однако теоретически трудно объяс-

нимым оказался обнаруженный приборами «Интеркосмосов» факт сохранения поляризации в течение нескольких минут. Ведь расчетная длительность существования электронного пучка — секунды. И вот недавно теорию и эксперимент примирили новые данные о развитии вспышек. Оказалось, что по крайней мере в жесткой части спектра ход интенсивности со временем описывается более или менее «гладкой» кривой лишь благодаря известному усреднению, вносимому прибором. Измерения

рентгеновского потока, выполненные с высоким временным разрешением, показали, что вспышка распадается на большое число отдельных пиков длительностью 1—2 секунды. Эти пики получили название элементарных всплесков.

На кинокадрах вспышки в рентгеновских лучах видно, что вспышка часто развивается не в одной магнитной трубке — своеобразной светящейся арке, наблюдаемой на оптических фотографиях короны, а в целой системе арок, напоминающей гале-

рею. Обычно вспышка начинается вблизи вершины одной из арок, затем поочередно вспыхивают, напомибая фейерверка, соседние арки. Представление о вспышке как серии элементарных всплесков удовлетворительно объясняет длительное время сохранения поляризации и другие факты, доказывающие существование энергичных (нетепловых) электронов и на поздних стадиях вспышки. Однако такое толкование результатов наблюдений еще нельзя считать окончательным.

Мы надеемся получить новые данные о вспышках во время ближайшего максимума солнечной активности в 1980—1981 годах. Этих данных ждут ученые многих специальностей. Ведь Солнце — не только самая близкая к нам звезда, определяющая условия жизни на Земле. Солнце — своеобразная астрофизическая лаборатория, в которой можно наблюдать грандиозные процессы больших энергий, пока недоступные исследованию в земных лабораториях.



## БАРСТЕРЫ И КАРЛИКОВЫЕ НОВЫЕ

В 1975 году были открыты вспыхивающие рентгеновские источники — барстеры («Земля и Вселенная», № 2, 1977, с. 44—45. — *Ред.*). Существуют две гипотезы о природе вспышек. Согласно одной из них, барстеры — это массивные черные дыры (до 1000 солнечных масс), захватывающие межзвездный газ. Вторая гипотеза

утверждает, что рентгеновские вспышки происходят в немассивных двойных системах, где вещество перетекает с обычной звезды на нейтронную. Поскольку наблюдения не позволяют отдать предпочтение какой-либо из этих гипотез, американские ученые прибегли к методу аналогий.

К. Бречер, П. Моррисон и А. Садун сравнили барстеры с карликовыми оптическими Новыми звездами, взяв для примера систему SS Лебеда. В этой системе наблюдаются оптические вспышки длительностью до десяти дней, причем кривая блеска качественно похожа на кривую блеска барстеров. У барстера MXB 1730—335 замечено, что чем ярче его вспышка, тем больше времени проходит до следующей вспышки. Аналогичная зависимость обнаружена и в системе SS Лебеда. Спектры вспышек SS Лебеда и некоторых барстеров напоминают спектр абсолютно черного тела. Есть и другие общие для барстеров и карликовых Новых параметры.

Американские ученые считают, что барстеры и карликовые Новые — это немассивные двойные системы, в ко-

торых вещество перетекает с обычной звезды на компактную. Разница в том, что в системе SS Лебеда компактная звезда — белый карлик, а в системах, где наблюдаются рентгеновские вспышки, компактным компонентом может быть нейтронная звезда.

«Astrophysical Journal», 217, 3, 1977.

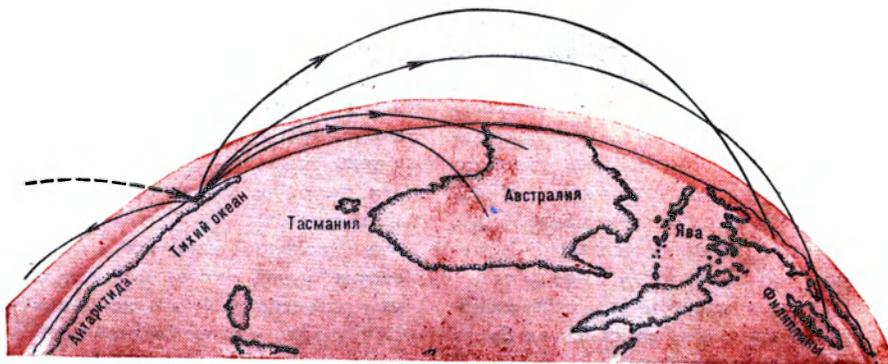




Доктор физико-математических наук  
Б. Ю. ЛЕВИН

## Метеоритный кратер под ледяным покровом Антарктиды?

Геофизические исследования в Антарктиде показали, что на ее оконечности, обращенной к Австралии, под километровой толщиной льда находится огромная впадина удлинненной формы. Считают, что это — метеоритный кратер, выбросы из которого усеяли тектитами Австралию, Филиппины, Индонезию, Индокитай и дно океана между ними.



В разных местах на Земле — на континентах, островах и на дне океана — находят тектиты. Эти необычные стекла зеленоватого, коричневого или черного цвета обладают своеобразной внешней формой, за которую они и получили свое название (от греческого «тектос» — оплавленный). Все тектиты имеют весьма сходный химический состав, без каких-либо кристаллических участков. Они хрупкие и твердые и почти не поддаются воздействию воды и воздуха. Их всегда находят на обширных площадях — «полях тектитов». Иногда они лежат на самой поверхности, иногда — на небольшой глубине.

Еще недавно одни исследователи считали тектиты особым типом метеоритов, другие — выбросами из лунных кратеров, третьи — выбросами из земных метеоритных кратеров. Несколько лет тому назад возраст тектитов был измерен калий-аргоновым методом. В тектите определялось содержание аргона-40, накопившегося при распаде радиоактивного изотопа калия-40, а также содержание

сохранившегося калия-40. Поскольку период полураспада калия-40 известен, по его количеству можно установить, как долго шло накопление аргона-40 в тектите, а значит, и время, когда стекло тектита затвердело и стало способно удерживать газы, то есть возраст тектита. Калий-аргоновый метод дал решающее подтверждение гипотезы о тектитах как выбросах из метеоритных кратеров. Оказалось, например, что чехословацкие молдавиты, названные так по реке Молдава (теперь Влава), имеют точно такой же возраст (15 млн. лет), как и стекла из вала 25-километрового метеоритного кратера Рис, расположенного в нескольких сотнях километров от поля молдавитов, в ФРГ. Возраст африканских тектитов (1,2 млн. лет) совпадает с возрастом стекол из находящегося в Гане метеоритного кратера Ашанти поперечником 15 км. Однако для многих полей тектитов в Северной Америке, Азии, Австралии пока не удалось найти метеоритных кратеров,

с которыми связано их возникновение.

В последние годы было установлено, что тектиты коричневого цвета, найденные в Австралии, Индокитае, Индонезии (остров Борнео) и на Филиппинах, имеют одинаковый возраст — около 720 тыс. лет. Это могло означать только одно: перечисленные области находок представляют собой части гигантского австралоазиатского тектитного поля протяженностью почти в 10 000 км. Недавно единство тектитного поля было подтверждено находками маленьких кусочков тектитного стекла в колонках грунта, поднятых со дна Индийского океана. Их возраст практически совпал с возрастом тектитов, обнаруженных на суше. Лишь немногие скептики еще сомневаются в возможности образования тектитного поля такого масштаба. Ведь австралоазиатское поле тектитов вместе с микро-тектитами занимает около 10% поверхности земного шара! Как же оно могло возникнуть?

Прежде чем возраст тектитов начали определять калий-аргоновым методом, его пытались оценивать приблизительно стратиграфическим методом — по возрасту тех геологических слоев, в которых предположительно находились тектиты до того, как они очутились на поверхности. Возраст австралитов оценивался этим методом всего в 5000 лет, то есть оказывался занижен более чем в 100 раз. Причина ошибки заключалась в необычайной «живучести» тектитов, способных «пережить» не только геологические слои, но и целые геологические эпохи.

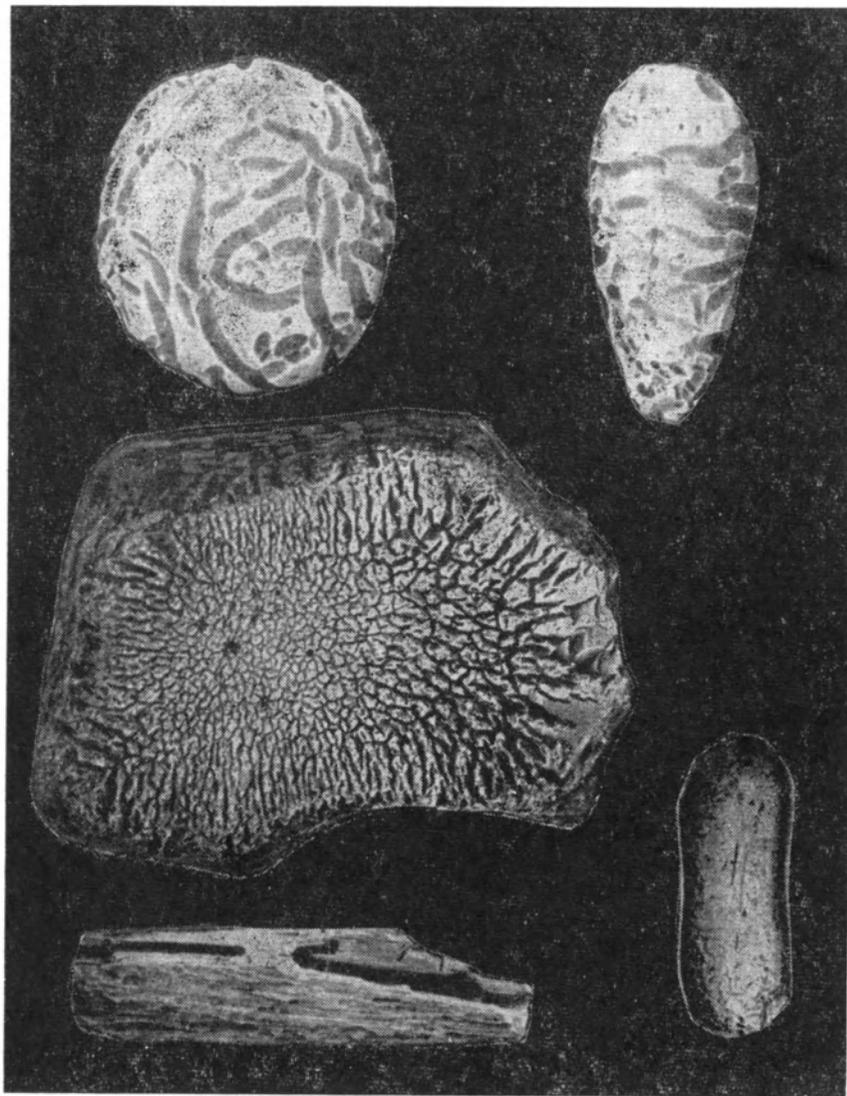
Однако ошибка в определении возраста австралитов стратиграфическим методом породила гипотезу, которая с течением времени приобретает все большее правдоподобие. В 1961 году сторонник земного происхождения тектитов В. Барнс, опираясь на стратиграфическую оценку возраста австралитов, заключил, что кратерообразующий удар, породивший австралиты, должен был произойти на суше. Он не мог произойти в океане, вблизи Австралии, ибо тогда по всей поверхности австралийского материка, смывая все живое, прокатилось бы гигантское цунами, поднятое этим ударом. Поскольку такого цунами на протяжении последних тысячелетий, несомненно, не было, а метеоритного кратера в Австралии тоже нет, Барнс пришел к заключению, что гигантский метеоритный кратер скрыт под ледяным покровом Антарктиды. Отмечая концентрацию австралитов к южному краю Австралийского континента, он выдвинул гипотезу, что кратер расположен на ближнем к Австралии краю Антарктиды,

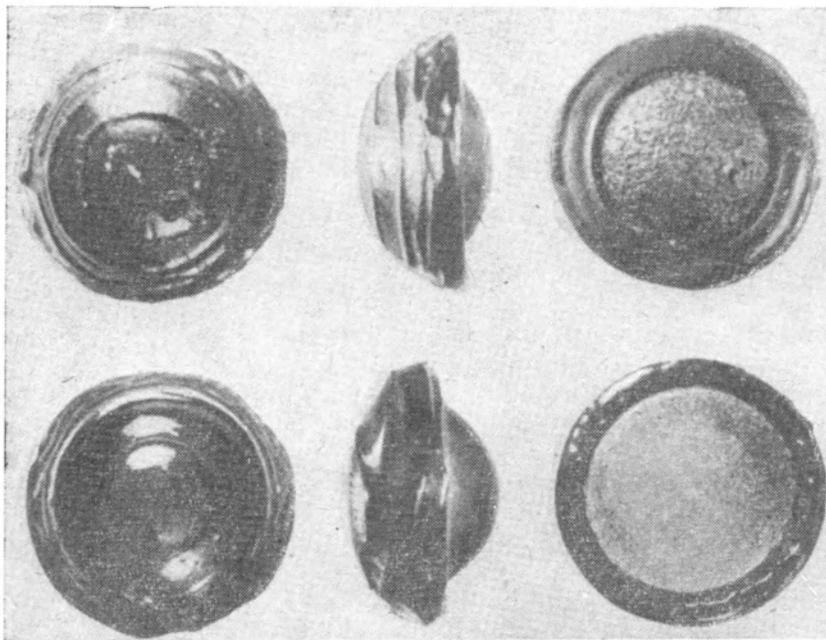
где-нибудь в районе Земли Уилкса. Рассматривая только австралиты, Барнс считал, что брызги были выброшены из кратера на расстоянии свыше 5000 км. Теперь, учитывая современные данные о возрастах тектитов, приходится заключить, что во время того же кратерообразующего метеоритного удара возникли индошиниты и филиппиниты. Получается, что дальность выбросов достигла 10—12 тыс. км.

Интересно, что многие австралиты, имеющие пуговичную форму, носят следы двукратного плавления. Пер-

вое произошло при кратерообразующем ударе, второе — при быстром движении в атмосфере падающих на землю уже охладившихся и застывших стеклянных брызг. Взрыв, который приводит к возникновению кратера в десятки и сотни километров

■  
*Образцы австралоазиатских тектитов. Несмотря на большой возраст (720 тыс. лет) тектиты хорошо сохранились. Выветривание создало лишь тонкую скульптуру поверхности — ямки, желоба, канавки*





поперечником, настолько мощный, что он срывает часть земной атмосферы. Вещество, брызнувшее из кратера, беспрепятственно вылетает в околоземное пространство сквозь появившееся в атмосфере «окно» и снова падает уже в виде застывших стекол. При этом они пронизывают те части атмосферы, которые не сорваны взрывом. Стекла оплавляются и частично испаряются. Достигая Земли, они усеивают огромные тер-

Вверху—один из австралийских тектитов, имеющих «пуговичную» форму. Внизу—«искусственный тектит», полученный при обдуве шарика в аэродинамической трубе

ритории на большом удалении от кратера.

Через год после появления гипотезы Барнса американский полярный исследователь Р. Шмидт привел геофизические данные в пользу этой гипотезы. Французская антарктическая экспедиция 1958—1959 годов пересекла Землю Адели, а годом позже американская экспедиция — Землю Виктории. И Земля Адели, и Земля Виктории лежат в восточной части Земли Уилкса. Районы работ этих экспедиций частично перекрывались. Обе они проводили гравитационные наблюдения и сейсмическое зондирование толщи ледяного покрова. В окрестности точки с координатами

71° ю. ш., 140° в. д. был зарегистрирован глубокий минимум силы тяжести. Он очень широк и тянется приблизительно на 240 км. В подледной топографии здесь обнаружена выемка глубиной около 1 км. Отрицательная аномалия силы тяжести составляет 150 мГал. Между тем депрессия в скальных породах под льдом может объяснить лишь аномалию в 50 мГал. Можно полагать, что остальные 100 мГал аномалии связаны с тем, что под этой депрессией залегают раздробленные горные породы пониженной плотности, как в метеоритных кратерах. Имеются некоторые указания на существование у этой депрессии небольшого вала и центрального поднятия, то есть форм рельефа, тоже характерных для ударных кратеров.

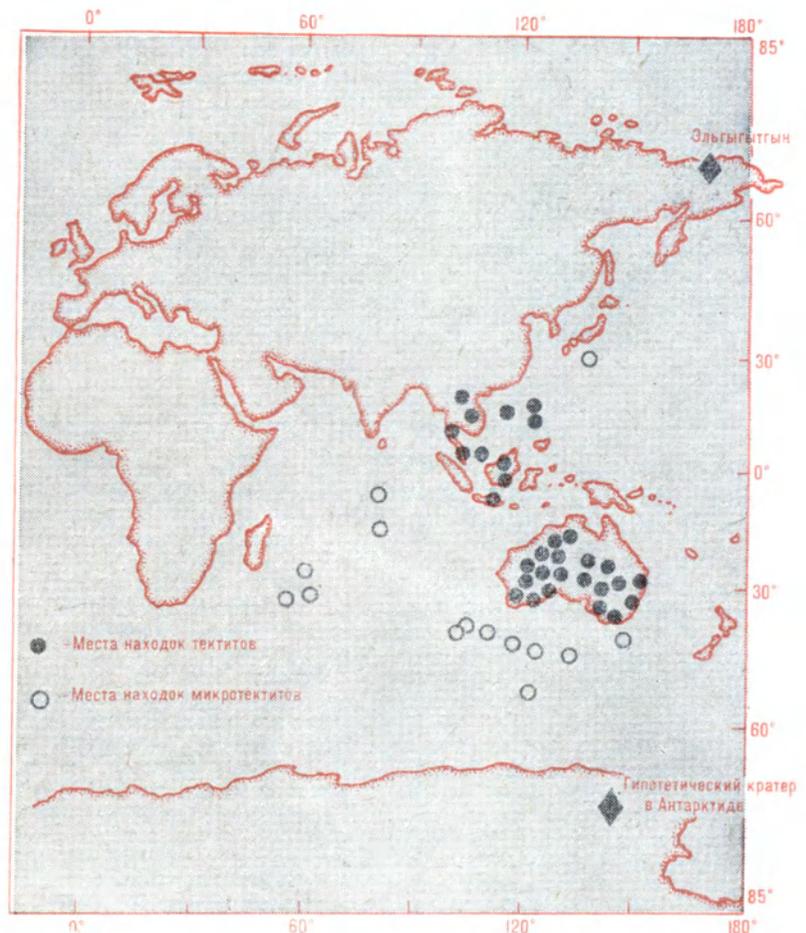
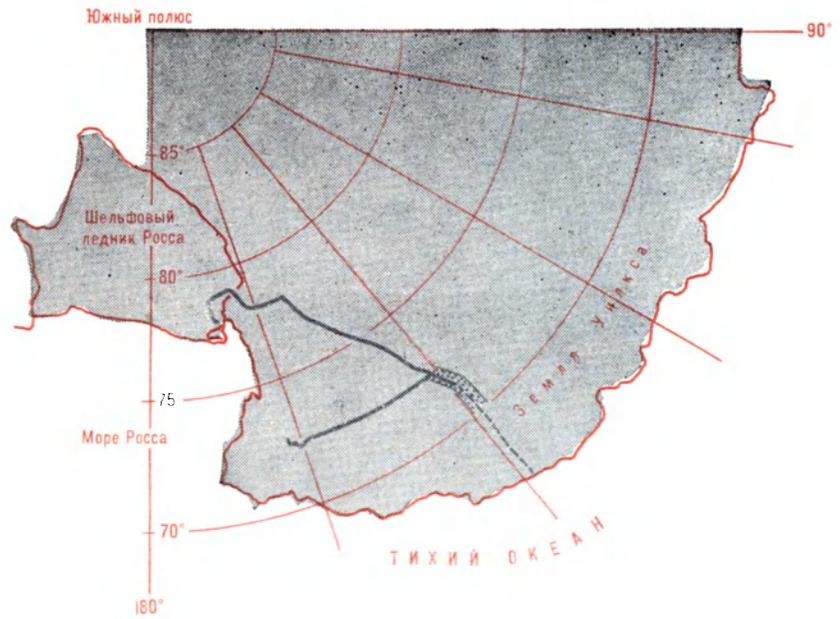
Следует однако отметить, что карта подледного рельефа этого района, составленная в дальнейшем по радиолокационным наблюдениям с самолета (радиоволна, посылаемая с самолета, частично отражалась от поверхности льда, а частично проникла сквозь 3-километровую толщу ледяного покрова и отражалась от скальных пород), показывает, что депрессия имеет не округлую форму, а вытянутую, и простирается преимущественно в меридиональном направлении. Возможно, такая форма объясняется отчасти тем, что кратер образовался в горной области Антарктиды, а отчасти — очень косым ударом, создающим вытянутый кратер и выбросившим брызги далеко в северном направлении. Горные породы, подстилающие льды в Восточной Антарктиде, представляют собой гранито-гнейсы, состав кото-

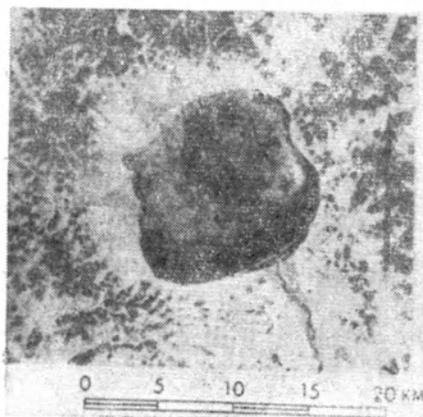
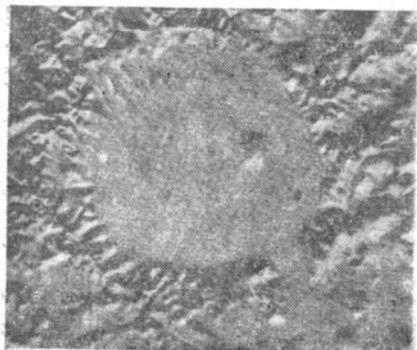
рых «годится» для того, чтобы после нагрева и потери летучих элементов породить тектитные стекла.

В 1976 году доклад о предполагаемом гигантском метеоритном кратере в Антарктиде сделал американский полярный исследователь Дж. Вейхаупт на XXV Геологическом конгрессе, состоявшемся в Австралии. В докладе кроме геофизических данных, описанных выше, приводились данные о строении наружной поверхности льда в этом районе. Подледная депрессия километровой глубины проявляется на поверхности льда в виде выемки со средней глубиной всего около 60 м! Поверхность льда неровная: много обрывов высотой до 15 м, много трещин, часто встречаются округлые углубления до 5 км в поперечнике и корытообразные глубиной до 100 м. Эта картина согласуется с представлением о том, что ледяной покров Антарктиды сползает в океан, окружающий материк. Лды, «до краев»

■  
Часть Антарктиды, ближайшая к Австралии. Показаны маршруты французской экспедиции 1958—1959 годов (пунктирная линия) и американской экспедиции 1959—1960 годов (сплошная линия). Точечной штриховкой отмечена область гравитационной аномалии, обнаруженная этими экспедициями

■  
Гигантское тектитное поле, охватывающее Австралию, Индонезию, Индокитай, Филиппины. Его происхождение связывают с предполагаемым кратером в Антарктиде либо с кратером Эльгыгытгын на Чукотке





Снимки кратера Эльгыгытгын из космоса, сделанные зимой (вверху) и летом (внизу). Кратер расположен на Чукотке, недалеко от побережья Северного Ледовитого океана (фотографии заимствованы из журнала «Meteoritics», 12, 2, 1977)

заполнившие кратер, переползают через него, деформируясь и трескаясь.

Изобилие трещин и обрывов делает этот район труднодоступным для наземных экспедиций. Вот, вероятно, почему с 1960 года там не было больше ни одной экспедиции. Неясно, как скоро будут получены новые сведения о предполагаемом метеоритном кратере. Но и уже имеющихся данных достаточно для того, чтобы считать его существование весьма правдоподобным.

Однако не все исследователи согласны с антарктическим происхождением тектитного поля, охватывающего Австралию, Индокитай, Индонезию, Филиппины. Например, Р. Дитц (США) полагает, что тектиты этого огромного поля были выброшены из кратера Эльгыгытгын, расположенного на Чукотке. Правильная округ-

лая форма этого сравнительно небольшого кратера диаметром 18 км, хорошо видимая на снимках, полученных из космоса, делает его метеоритное происхождение весьма вероятным. Но оно еще не подтверждено наземными исследованиями. Степень эрозии кратера Эльгыгытгын, по мнению Дитца, свидетельствует о том, что возраст кратера согласуется с возрастом австралоазиатских тектитов. Однако округлая форма кратера Эльгыгытгын едва ли совместима с направленным выбросом «брызг» на расстояние 10 000 км — для этого требуется весьма косой удар, порождающий вытянутый кратер. Поэтому антарктическое происхождение австралоазиатских тектитов по-прежнему остается заманчивой гипотезой, нуждающейся, конечно, в новых подтверждениях.

## ПЛАНЕТАРНЫЕ ТУМАННОСТИ СО ЗВЕЗДНЫМ ВЕТРОМ

Природа тонковолокнистых туманностей А 21 («Медуза») и Симеиз 22 до сих пор остается неясной. Одно время их считали остатками вспыхевших сверхновых звезд, однако отождествление туманностей с тепловыми источниками радиозлучения опровергло эту гипотезу.

У туманности А 21 ярко выражена оболочечная структура. Средняя скорость расширения оболочки около 53 км/с. Размер и масса этого объекта характерны для очень старых планетарных туманностей. Светимость и температура звезды, которая находится в центре А 21, также соответствуют ядрам старых планетарных туманностей.

Туманность Симеиз 22 имеет незамкнутую сферически-симметричную оболочку. Она расширяется со скоростью примерно 35 км/с, отдельные волокна движутся со скоростью 60—65 км/с. В центре туманности обнаружены две слабые звезды, причем одна из них явно голубее окружающих.

Казалось бы, есть все основания считать оба объекта старыми планетарными туманностями. Однако тонковолокнистая структура, необычный спектр свечения и довольно большие скорости расширения не согласуются с моделью старой планетарной туманности. Все эти особенности, по мнению сотрудников Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга В. П. Архиповой и Т. А. Лозинской, можно объяснить только воздействи-

ем ударной волны, возникшей при взаимодействии звездного ветра с межзвездной средой. В. П. Архипова и Т. А. Лозинская предположили, что объекты А 21 и Симеиз 22 — планетарные туманности, ядра которых испускают сильный звездный ветер.

«Письма в Астрономический журнал», 4, 1, 1978.





Профессор  
М. А. КОЛОСОВ  
Доктор технических наук  
О. И. ЯКОВЛЕВ

## Радиофизические исследования Венеры с космических аппаратов

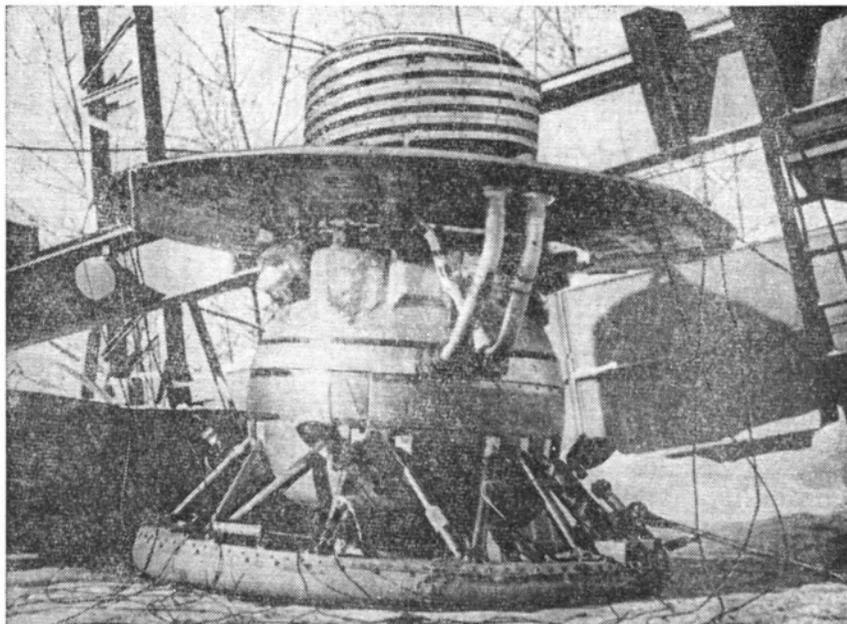
Советские радиофизики с помощью автоматических межпланетных станций «Венера-9» и «Венера-10» детально изучили атмосферу и рельеф Венеры и провели исследование околосолнечной плазмы.

### НОВЫЙ ЭТАП ИССЛЕДОВАНИЙ

Прямое изучение Венеры с помощью космических аппаратов было начато советскими межпланетными станциями «Венера-4, -5, -6, -7 и -8». Спускаемые аппараты этих станций из глубин плотной атмосферы Венеры передали сведения о давлении, температуре и газовом составе атмосферы в пяти районах планеты («Земля и Вселенная», № 5, 1974, с. 42—46.—Ред.). Преимущество дистанционных методов состоит в том, что они позволяют исследовать свойства атмосфер и поверхностей планет в планетарном масштабе. Дистанционные методы являются также единственно возможными тогда, когда нельзя направить аппарат в интересующую нас область, например в околосолнечное пространство.

Запуски первых в мире спутников Венеры «Венера-9» и «Венера-10» расширили возможности изучения планеты. Это были долгоживущие аппараты, в течение многих месяцев несущие космическую вахту. Длительная работа большого комплекса приборов, установленных на станциях, позволила детально исследовать Венеру.

Искусственные спутники Венеры провели три комплексных радиофизических эксперимента, в основе ко-



торых лежит влияние среды на параметры радиоволн. Характеристики радиоволн (амплитуда, частота и др.) точно так же, как характеристики световых волн, находятся в прямой зависимости от того, какую среду эти волны встречают на своем пути — полированную поверхность или грубую, необработанную, зеркало или прозрачное стекло, или «абсолютно черное тело».

Методом радиопросвечивания исследовалась верхняя часть атмосферы

Венеры в интервале высот от 40 до 500 км над поверхностью планеты. Метод отражения радиоволн поверхностью планеты принес новые сведения о рельефе и изменении давления у поверхности в зависимости от рельефа. Радиопросвечиванием околосолнечной плазмы удалось измерить скорость истечения плазмы от Солнца и определить характеристики турбулентности околосолнечной плазмы.

### АТМОСФЕРА

Исследования начались в октябре 1975 года, сразу же после того, как «Венера-9» и «Венера-10» стали искусственными спутниками Венеры перед заходом станций за планету ра-



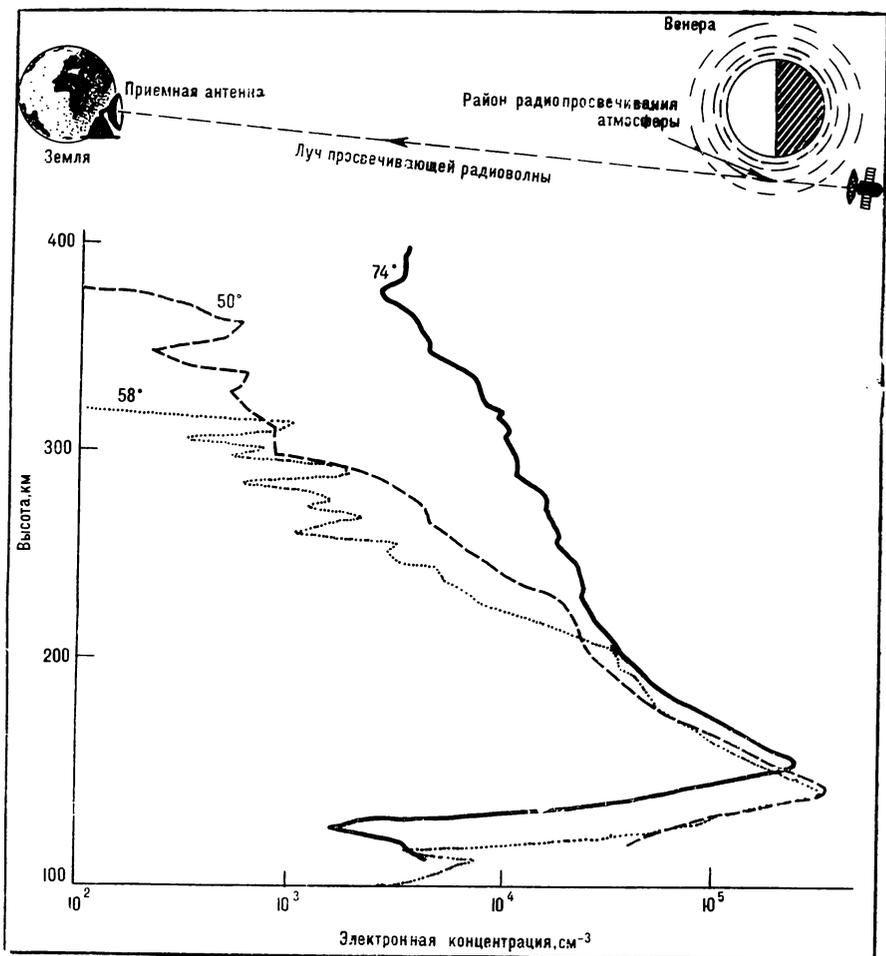
Аналог спускаемого аппарата межпланетных автоматических станций «Венера-9» и «Венера-10» на испытательном стенде

Фотохроника ТАСС

диоволны распространялись через атмосферу на ночной стороне Венеры, а после выхода из-за планеты происходило радиопросвечивание дневной атмосферы Венеры. Очень важно, что радиопросвечивание удалось осуществить в разных районах планеты — в экваториальных, полярных областях и в средних широтах. При радиопросвечивании исследовались ионосфера и тропосфера. Радиолуч, проходящий через тропосферу, не может проникнуть глубже 35 км над поверхностью планеты. Поэтому метод радиопросвечивания дает сведения об атмосфере в интервале высот от 40 до 500 км.

Плотная атмосфера Венеры оказывает сильное влияние на характеристики радиоволн, проходящих через нее. Изменяются частота и амплитуда радиоволн, которые уверенно регистрируются в Центре дальней космической радиосвязи и служат основой для определения параметров атмосферы. Вариации амплитуды и частоты радиоволн при выходе спутника из-за освещенной Солнцем стороны планеты позволили установить распределение давления и температуры по высоте, оценить турбулентность атмосферы и изучить ионосферу планеты. Давление на высоте 40 км оказалось равным 3,5 атм, а на высоте 51 км над поверхностью планеты — 1 атм. Газовая оболочка Венеры толще, чем земная. На высоте 86 км от нее давление составляет тысячную долю атмосферы, а на Земле такое давление соответствует высоте 48,6 км.

Температура на дневной и ночной сторонах планеты для различных высот распределяется так: на высоте



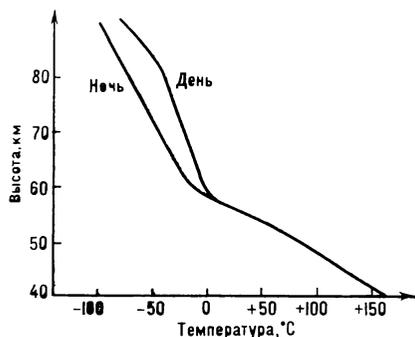
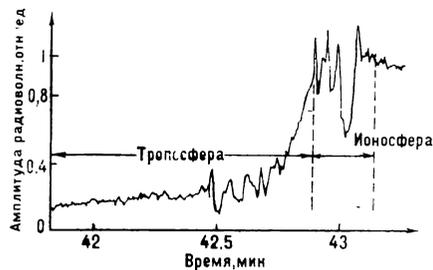
51 км, соответствующей уровню давления у поверхности Земли, температура равна 74° С. При уменьшении высоты температура увеличивается на 9,8° С на каждый километр. Существенно, что нижняя часть атмосферы имеет постоянный тепловой режим — на высотах меньше 55 км температура на дневной и ночной сторонах практически одинакова. Выше 60 км наблюдается значительное расхождение между температурой дневной и ночной сторон планеты. На высоте 70 км температура днем на 15—20° С выше, чем ночью.

Особенности распределения температуры позволяют понять механизм

формирования ветров в атмосфере Венеры. В нижней плотной атмосфере, имеющей постоянную температуру, должно происходить медленное перемещение газа. И действительно,

■  
*Схема радиопросвечивания атмосферы Венеры*

■  
*Электронная концентрация дневной ионосферы Венеры при разных условиях освещения планеты Солнцем. Цифры у кривых — зенитный угол Солнца (в градусах)*



измерения с помощью спускаемых аппаратов показали, что скорость ветра на небольших высотах очень мала. На высоте около 65 км, где есть различия между температурой на дневной и ночной сторонах планеты, должны «дуть» сильные ветры, а они вызывают сильную турбулентность атмосферы. Турбулентность атмосферы в свою очередь приводит к появлению быстрых замираний сигнала. И действительно, анализ замираний сигналов при радиопросвечивании атмосферы подтвердил, что на высотах 56—68 км наблюдается повышенная турбулентность.

Атмосфера на высотах, больших 95 км, ионизована. На дневной сторо-

**Изменение амплитуды радиоволн под влиянием тропосферы и ионосферы**

**Так изменяется температура дневной и ночной сторон Венеры в зависимости от высоты над поверхностью планеты**

не планеты концентрация электронов сильно зависит от зенитного угла Солнца. Днем при зенитном угле Солнца 14—16° ионосферный максимум расположен на высоте 140 км, электронная концентрация равна  $(4-4,5) \cdot 10^5 \text{ см}^{-3}$ . При больших зенитных углах электронов становится меньше: для зенитных углов Солнца 75 и 83° электронная концентрация в максимуме, соответственно, равна  $2,5 \cdot 10^5$  и  $1,8 \cdot 10^5 \text{ см}^{-3}$ . Ионосфера Венеры простирается до высот 400—600 км. Примерно на такой высоте происходит резкое уменьшение концентрации электронов, что связано с «выметанием» газа из самой верхней части ионосферы набегающим потоком межпланетной плазмы. Этот поток плазмы обусловлен влиянием Солнца, которое порождает своеобразное явление — солнечный ветер («Земля и Вселенная», № 5, 1968, с. 2—7.— Ред.).

Ночная ионосфера Венеры имеет электронную концентрацию, в десятки раз меньшую, чем дневная. Дневная ионосфера Венеры имеет электронную концентрацию, примерно в 3 раза меньшую, чем дневная ионосфера Земли, и занимает по высоте в 3—4 раза меньшее пространство, чем земная ионосфера.

#### РЕЛЬЕФ

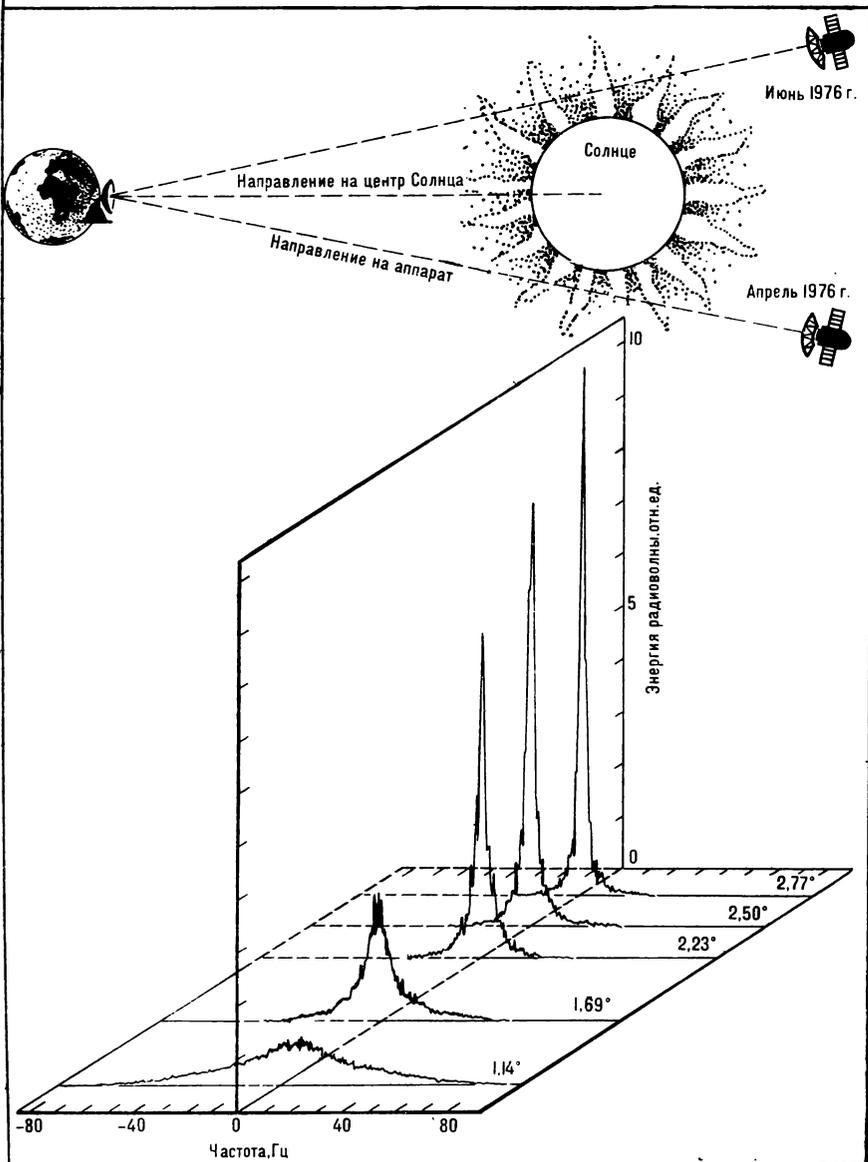
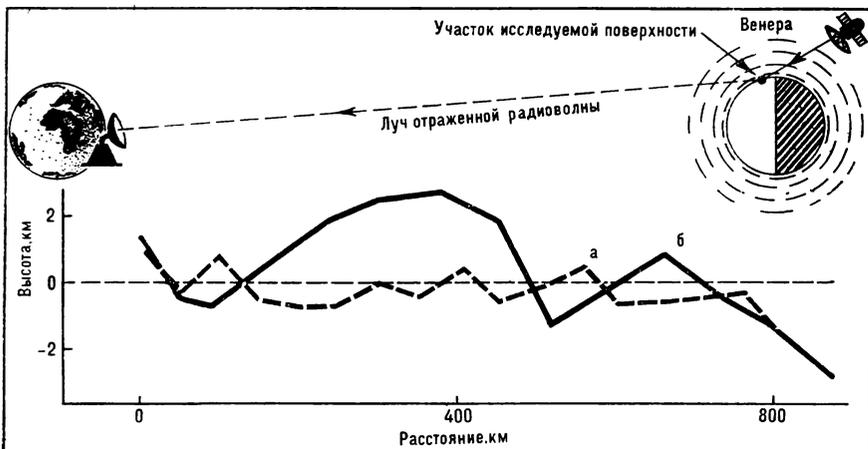
Выдающееся достижение космической техники — первые фотографии поверхности Венеры, полученные спускаемыми аппаратами станций «Венера-9» и «Венера-10» («Земля и Вселенная», № 3, 1976, с. 3—15.— Ред.).

Первые сведения о рельефе Венеры, скрытой под плотным облачным покровом, были получены при ее радиолокации с Земли. Это стало

возможным благодаря точным измерениям расстояний до определенных участков поверхности планеты («Земля и Вселенная», № 1, 1977, с. 24—27.— Ред.). Исследования, проведенные в СССР под руководством академика В. А. Котельникова, показали, что поверхность планеты имеет сложный рельеф.

Станции «Венера-9» и «Венера-10» исследовали рельеф вблизи видимого лимба планеты. Эти районы трудно изучать радиолокацией с Земли, поэтому рельеф определяли методом отражения радиоволн, излучаемых станцией. По команде с Земли космический аппарат разворачивался так, что направленная антенна облучала радиоволнами поверхность планеты. Отраженные радиоволны принимались на Земле, и по их характеристикам узнавали особенности рельефа. Параметры отраженных радиоволн дают возможность определить, насколько та или иная область выше или ниже сферической поверхности и каков рельеф этой области. Координаты изучаемых областей на поверхности Венеры определяются по траекториям космических аппаратов. Анализ степени неровности рельефа показал, что у равнинной области рельеф сильно сглажен и напоминает лунные моря. Неровный рельеф характерен именно для тех областей, в которых наблюдается изменение высот вдоль исследованной трассы.

Совокупность радиофизических измерений и прямого фотографирования позволили лучше изучить рельеф планеты. Оказалось, что на Венере имеются обширные равнины с сильно сглаженным рельефом и горные образования.



## ОКОЛОСОЛНЕЧНАЯ ПЛАЗМА

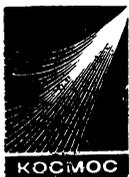
После завершения экспериментов радиопросвечивания атмосферы и исследования рельефа Венеры началось изучение околосолнечной плазмы. В этом эксперименте длина трассы радиосвязи составляла 250—260 млн. км. Радиолуч проходил путь Венера—Земля через околосолнечную плазму на разных расстояниях от центра Солнца. В апреле 1976 года, когда начались исследования, угол между центром Солнца и аппаратом был равен  $15^\circ$ , а радиолуч проходил от центра Солнца на расстоянии 40 млн. км. Из-за движения планет этот угол уменьшался, и 16 июня 1976 года он составлял всего  $0,6^\circ$ . Радиолуч в это время проходил на расстоянии 0,9 млн. км от центра Солнца. Потом аппарат зашел за Солнце, и в июле того же года проводилось зондирование околосол

■ *Схема отражения радиоволн поверхностью Венеры*

■ *Рельеф двух районов Венеры протяженностью около 800 км. Первый район (а) — гладкий, второй (б) характеризуется неровностями, достигающими в высоту двух километров*

■ *Схема радиозондирования околосолнечной плазмы*

■ *Расширение спектра радиоволн по мере приближения радиолуча к Солнцу*



ческой плазмы уже при увеличении расстояния от трассы радиосвязи до Солнца.

Известно, что солнечный ветер обуславливает многие явления на Земле и других планетах. Поэтому очень важно знать его характеристики. Передатчики станций «Венера-9» и «Венера-10» излучали высокостабильные синусоидальные колебания частотой 928 МГц. Влияние на радиоволны неоднородностей плазмы, увлекаемых солнечным ветром, сказывалось в хао-

тических колебаниях частоты и амплитуды. Эти колебания привели к расширению полосы энергетического спектра радиоволн. Анализ зарегистрированных явлений позволил определить скорость солнечного ветра и степень турбулентности плазмы. Оказалось, что скорость солнечного ветра увеличивается с ростом расстояния до центра Солнца. При расстоянии 1,6 млн. км она равна 35 км/с, а при 10 млн. км — 150 км/с. Турбулентность же плазмы, наоборот, бы-

стро уменьшается с увеличением расстояния до центра Солнца. При расстояниях, больших 5 млн. км, турбулентность плазмы стабилизируется, а в области 9—12 млн. км — даже возрастает. Одновременное измерение скорости солнечного ветра и степени турбулентности плазмы позволяет лучше понять механизм формирования солнечного ветра. Уменьшение степени турбулентности плазмы при увеличении расстояния до центра Солнца должно сопровождаться нагревом плазмы, так как энергия движения вихрей переходит в тепловое движение атомов. Сильный турбулентный нагрев плазмы обуславливает ее расширение. Поэтому скорость солнечного ветра возрастает именно в той области, где убывает неоднородность плазмы.

Первые искусственные спутники Венеры дали обширную информацию о планете. Мы остановились только на радиофизической части этих исследований.

## НЕОБЫЧНАЯ МАЛАЯ ПЛАНЕТА

Астроном Паломарской обсерватории Ч. Коваль открыл новый объект 18—19-й звездной величины, который, находясь в противостоянии с Солнцем, перемещался необычайно медленно. Так как видимое движение далекой планеты в противостоянии в основном отражает движение наблюдателя вокруг Солнца, обнаруженное медленное перемещение указывало на действительную отдаленность нового объекта. Последующие наблюдения подтвердили это: большая полуось его орбиты оказалась равной 13,7 а. е., период обращения 50,7 года, эксцентриситет 0,379 — больше, чем у Плутона, орбита которого наиболее вытянута по сравнению с орбитами других планет Солнечной системы. Наклонение орбиты нового объекта к плоскости эклиптики невелико — 6,92°. В перигелии он ближе к Солнцу, чем Сатурн, в афелии почти подходит к орбите Урана. Сейчас объект находится недалеко от своего афелия, в перигелии он будет в феврале 1996 г.

Но к обычным «большим» планетам объект Ковалья причислить нельзя. Вот простые соображения. Спутники Урана, находящиеся от Солнца на расстоянии в среднем 19,2 а. е., то есть значительно дальше, имеют

14—15-ю звездную величину. Они отражают гораздо больше солнечного света, очевидно, благодаря большим размерам. Радиус их оценивается около 1000 км, и, следовательно, объект Ковалья должен быть существенно меньше. Действительно, расчеты, сделанные в различных предположениях об отражательной способности поверхности нового объекта\* (геометрическое альbedo в фотографических лучах от 0,03 до 0,06), приводят к радиусу от 400 до 225 км. Это ставит объект Ковалья в группу малых планет — астероидов. Новый астероид получил предварительное обозначение 1977 UB и наименование Хирон.

\* Д. Я. Мартынов. «Курс общей астрофизики». Изд. 2-е. М., «Наука», 1971, с. 467, 517.



Как уже сообщал журнал, семейство астероидов пополнилось новыми членами, движущимися и в непосредственной близости к Солнцу («Земля и Вселенная», № 4, 1976, с. 24; № 4, 1977, с. 29.— *Ред.*). Такая малая планета 1976 AA, у которой большая полуось орбиты меньше 1 а. е. Ее орбита не лежит целиком внутри орбиты Земли только потому, что имеет заметный эксцентриситет. Еще один объект 1977 UA обладает такими же характеристиками. У этих астероидов поперечник всего лишь 1—2 км. Оба были открыты в момент, когда находились вблизи Земли. Астероид 1976 UA, например, прошел около Земли на расстоянии всего 1,15 млн. км, перемещаясь среди звезд с небывало высокой угловой скоростью.

Конечно, астероиды малых размеров между орбитами Юпитера и Сатурна или Сатурна и Урана обнаружить невозможно: они слишком слабы даже для такого мощного телескопа — 122-сантиметрового инструмента системы Шмидта, какой был в распоряжении Ковалья. Однако обнаружение малой планеты 1977 UB вселяет надежду на то, что крупные астероиды вдали от Солнца будут еще не раз предметом открытий.

Д. М.



## «Чайка»

Это свершилось 15 лет назад. Через два дня после того, как на орбиту спутника Земли вышел космический корабль «Восток-5», пилотируемый Валерием Быковским, 16 июня 1963 года в 12 часов 30 минут по московскому времени стартовал «Восток-6». Так было вписано в летопись истории космонавтики имя первой покорительницы космоса — Валентины Владимировны Терешковой.

Всегда, когда речь идет о космических полетах, мы задаем один и тот же вопрос: что нового внес тот или иной старт в решение проблем космоплавания, чем обогатил науку, что дал для совершенствования ракетно-космической техники?

Когда ТАСС передал сообщение о совместном полете «Востока-5» и «Востока-6», интерес к замыслу ученых был особенно велик: ведь на борту космического корабля была женщина. Многие задавали вопросы: почему женщина оказалась в числе космонавтов? Насколько это нужно и оправдано? Была ли необходимость посылать в космос корабль с женщиной на борту? Главное, для чего был организован первый космический полет женщины,— это научные цели. Надо было ответить на вопрос, как женский организм может переносить условия реальных полетов. Но, конечно, полет Терешковой имел и общественное значение — он продемонстрировал всему миру высокие моральные качества советских женщин-тружениц, силу их воли, энергию, смелость. Хорошо помню, с какой категоричностью Сергей Павлович Королев отрицал мысль о престижности. «Нам нужна статистика и нужны новые эксперименты. Да, предшествующие



**«Успешно заверченный совместный длительный космический полет знаменателен и тем, что командиром корабля-спутника «Восток-6» была героическая дочь нашей Родины, гражданка Союза Советских Социалистических Республик, первая в мире женщина-космонавт товарищ Терешкова Валентина Владимировна. Подвиг товарища Терешковой умножил великую славу советских женщин — неутомимых тружениц, активных борцов за мир и счастье народов, строителей коммунизма.»**

(Из Обращения Центрального Комитета КПСС, Президиума Верховного Совета СССР и Правительства Советского Союза от 19 июня 1963 года)

старты подтвердили полную надежность «Востока». Однако безопасность пребывания человека в условиях космоса (в самом широком аспекте этого понятия), достигнутая советской наукой и техникой сегодня,— это не конец исканий. Надо смотреть вперед».

Программа полета — лучшее подтверждение слов Главного конструктора. В совместном рейсе двух пилотируемых космических кораблей было продолжено изучение влияния различных факторов космического полета на человеческий организм, проведен сравнительный анализ воздействия этих факторов на организм мужчины и женщины, выполнен большой объем медико-биологических исследований, отрабатывались и совершенствовались системы кораблей. Во время полета В. Ф. Быковский и В. В. Терешкова управляли кораблями, контролировали работу бортовых систем, осуществляли научные исследования и вели наблюдения земной поверхности, облачного покрова планеты, Солнца, Луны и звезд. В течение всего полета выполнялись физиологические, вестибулярные и психологические пробы, а также специальные упражнения в условиях невесомости.

Академик В. В. Парин так оценил этот полет: «Самый первый наш бросок в космос — полет Гагарина — был активным вторжением человека в неведомое. Ныне процесс «вживания» в космос переходит в процесс его «обживания». Работа на орбите — это не только искусство пилота, но и труд исследователя. В дневнике Терешковой записана масса ценных для науки наблюдений. Мы знали, что организм женщины обладает

большими потенциальными возможностями, которые можно развить с помощью тренировок. На земле тому много примеров. А в космосе? На этот важный вопрос ответили полет «Востока-6» и его командир».

Командир... Прежде чем начать рассказ о нем, я хочу привести один исторический документ.

«Многоуважаемый профессор! Я прочла в журнале «Огонек», что немецкий летчик Макс Валье собирается лететь на Луну, и потому я увлеклась Жюлем Верном. Теперь, прочтя некоторые Ваши книги, я решила, что в полете на Луну нет ничего невозможного. И вот я рискую попросить Вас, может быть, Вы можете попросить Макса Валье, чтобы он взял меня с собой?.. Или мне подождать, пока полетят русские, со своими как-то лучше...» Это письмо ростовская комсомолка Ольга Винницкая адресовала Константину Эдуардовичу Циолковскому в 1927 году.

В летописи «освоения неба» есть немало примеров женской смелости и отваги. И не раз «слабый» пол доказывал, что он вовсе не слаб. В 1804 году наша соотечественница «госпожа Тушенникова» поднялась в небо на воздушном шаре. Затем совершила полет «девица Ильинская». Это было в 1828 году. В 30-е годы нашего столетия мир восхищался рекордными полетами на самолетах Валентины Гризодубовой, Марины Расковой, Полины Осипенко. Героически сражалась с фашистами и совершила воздушный таран в небе Катя Зеленко, высокого звания «Заслуженный летчик-испытатель СССР» была удостоена Нина Русакова...

В начале 60-х годов в США вышла



книга под названием «Женщина в космосе». В ней рассказывалось о некой Джерри Кобб — девушке, которая научилась летать сначала на поршневых, а затем на реактивных самолетах, установила несколько рекордов, прошла наземную подготовку, подобную той, которую проходят американские астронавты, была принята на работу в Национальное уп-

■  
*В. В. Терешкова во время исследований в сурдокамере — семь суток полного одиночества*

■  
*В. В. Терешкова во время исследования перед возвращением на центрифуге*

равление США по авиации и исследованию космического пространства, но... многие годы труда и учения, исканий и надежд были потрачены впустую. Переживая острые финансовые трудности, НАСА исключило из своей космической программы полет женщины...

Космическая эра начала отсчет третьего десятилетия, в списке отважных покорителей внеземных трасс уже значится около сотни имен, но Валентина Терешкова навсегда останется первой в мире звездолетчицей планеты...

— Девчонкой я возвращалась из школы и на пороге говорила: «Вот я и дома!» Те же слова я сказала после поездки в соседний город на парашютные соревнования. Их я повторила и вернувшись из космоса на Землю... В полете у меня было мало времени для размышлений. Немного его пока и сейчас. Но в редкие свободные минуты я часто думаю о том, что в скором времени к планетам, к далеким звездам полетят новые могучие советские корабли. И в их экипажах обязательно будут женщины. Ведь мой полет еще раз доказал, что мы, женщины, наравне с мужчинами во всем. Кто теперь рискнет утверждать, что мы «слабый пол»?..

Как она стала «Чайкой»? На этот вопрос сразу не ответишь. Когда училась в школе и даже когда пришла в аэроклуб, о космосе и дум не было. А вот когда услышала о старте Гагарина, сердце как-то екнуло, стало на душе радостно-радостно и закружилась мысль...

В детстве была у нее другая мечта — немного дерзкая, необычная, но



очень земная. Она не сбылась.

Ей хотелось быть машинистом. Нравилось, как паровозы, волоча за собой шлейфы дыма и постукивая колесами, тащили через город на Волге длинные составы в Москву или на Дальний Восток. Но поезда уходили без нее...

Неутолимая жажда к перемене мест осталась навсегда. Хотелось посмотреть мир, побывать в разных краях и городах, вобрать в себя их красоту, познать их прошлое и настоящее, угадать контуры будущего, чтобы потом рассказать другим, что увидела и нашла.

После окончания седьмого класса сказала:

— Мама, я поеду учиться в Ленинградское железнодорожное училище.

Елена Федоровна отговаривала:

— Куда ты, такая маленькая, не примут тебя, только зря время потеряешь.

Когда мать была на работе, Валя подходила к зеркалу, смотрела на себя, на две жиденькие косички, становилась на цыпочки, чтобы хоть самой себе казаться выше, и с горечью думала: «Наверное, и впрямь не примут. Уж очень я мала...».

Окончив семилетку, сначала работала на шинном заводе, потом перешла на текстильный комбинат «Красный Перекоп». Жизнь, казалось, вошла в свое русло: работа, занятия в заочном техникуме, дела по хозяйству. Но тут подружка по техникуму Галя Шашкова стала агитировать за аэроклуб, где она занималась парашютным спортом.

...День 21 мая 1959 года Валентина Владимировна помнит и сейчас. Помнит во всех деталях, словно это было вчера. Маленький зеленый самолет бежал по взлетному полю, подпрыгивая на неровностях, и вдруг повис. Земля удалялась. Казалось, что она плывет под крылом медленно, лениво. Валя напряженно прислушивалась, боясь из-за звенящего шума мотора пропустить команду «Пошел!». Не видя перед собой ничего, шагнула в бездну. Внутри сразу что-то оборвалось. Глаза зажмурились от упругого удара воздуха. Несколько се-

■  
*Что должно произойти в этом районе? Может быть, посадка космического корабля «Восток-6»?*

Фото Е. И. Рябчикова

кунд стремительного падения и вдруг толчок — раскрылся белый купол над головой. Она попробовала чуть натянуть стропы, и парашют начал разворачиваться. Ощувив слегка согнутыми ногами землю, она скользнула по мокрой траве и завалилась на бок. Рядом распластался шелковистый купол...

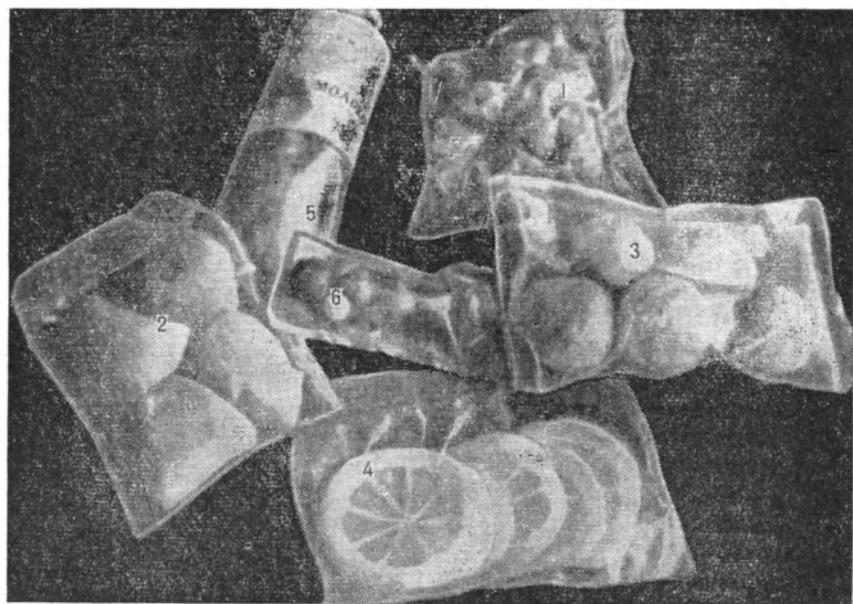
Хотелось прыгать ежедневно. Но второй прыжок довелось сделать только через месяц. Задание — имитация ручного раскрытия парашюта. Оценка — «пять». Третий прыжок — раскрытие запасного парашюта. И снова отличная оценка.

...В день полета Юрия Гагарина в аэроклубе был настоящий переполох. Ребята носились как угорелые. Настолько сообщает неведомо откуда писание прыжков сорвалось: кто слушает радио, кто спорит, кто доверидобытые «подробности». Девушки, сбившись в кучку, старались представить себе первую космонавтку.

В газете Валя прочитала, что Гагарин тоже был курсантом аэроклуба. Это мешало спокойному течению мыслей. Она отдавала себе отчет в том, что нечто подобное, будоражащее и зовущее в те дни испытывали миллионы, и, вероятно, многие юноши и девушки писали заявления с просьбой зачислить их в космонавты. Конечно же, там множество достойных кандидатур. А что она? На ее счету несколько десятков прыжков с парашютом, есть спортивный разряд. И все же...

Об этом не знал никто: ни домашние, ни подруги. Только Валентина Федоровна Усова — парторг комбината.

— Ну, что ж, Валюша, — сказала ее



старшая наставница, — если чувствуешь себя готовой, пиши заявление в космонавты. Я за тебя поручусь...

В декабре 1961-го ее вызвали в областной комитет ДОСААФ. Трудно сейчас передать в деталях разговор, который тогда состоялся с полковником ВВС. Слишком нереальным, фантастичным казалось то, что именно на ее долю выпадало счастье, о котором она боялась думать, чтобы не спугнуть его. Поняла лишь одно: ей предлагают пройти специальную подготовку к полету в космическом корабле, предлагают поехать в Звездный.

Время листало странички календаря. Валя по-прежнему вела большую комсомольскую работу. В аэроклубе прибавилось дел — она стала инструктором по парашютному спорту. Теперь у нее появились свои «подопечные», а вместе с ними ответственность за их знания и умение. В марте ее приняли в партию. Вскоре пришел и вызов в Москву.

...Звездный жил работой. Сложной. Напряженной. Тем, кто готовился к старту, нужно было многое знать и уметь. Она шла нелегкой дорогой мужчин: специальные тренировки, труднейшие испытания на центрифуге, в сурдокамере, в полетах на не-

весомость, в прыжках с парашютом в полном космическом снаряжении... И так день за днем. Эти трудные дни складывались в недели и месяцы.

Из общей группы выделили четверку кандидатов. Это была, так сказать, подгруппа непосредственной готовности. Тогда еще никто из них не знал, кому будет доверено стать первой, занять пилотское место в кабине космического корабля. Но в учебную кабину — тренажер по очереди садились все четверо.

В жизни каждого человека бывают моменты, когда нужно собрать свою волю, свои нервы, свои знания и опыт в один сгусток. Сумеешь это сделать, сумеешь подчинить себя одному «надо» — станешь победителем. Она сумела. И когда проходила строгую отборочную комиссию, и когда держала экзамен перед полетом, и в течение всех сорока восьми витков вокруг планеты.

■ *Космический завтрак В. В. Терешковой: 1 — котлеты мясные, 2 — сэндвичи с паюсной икрой, 3 — хлеб, 4 — свежий лимон, 5 — кофе с молоком, 6 — драже с витаминами*



Говорят, не числом прожитых ве-сен измеряется ценность человеческой жизни. Сумел ли ты заполнить до предела отведенное тебе время или оно прокатило порожняком — вот в чем суть.

Сейчас она — член Центрального Комитета КПСС, председатель Комитета советских женщин, депутат Вер-

■  
*«Чайка» вернулась из космического полета*

ховного Совета СССР. Она часто слышит слова благодарности за свой труд. И все-таки, самый первый и самый низкий поклон ей за дерзновенное мужество, за любовь к людям, к труду. Это они привели ее в космос. Благодаря этим качествам она имеет воинское звание полковника ВВС, степень кандидата технических наук... и еще — ее называют «Чайкой».

Тогда, в далеком 1927-м, К. Э. Циолковский ответил на письмо Ольги

Винницкой. В его послании были такие строки: «Газеты, журналы и изобретатели много фантазируют... Но меня очень умиляет и восхищает Ваша смелость».

Действительность обогнала фантастику. Июнь 1963 года вошел в историю космонавтики новой яркой страницей. И не случайно вскоре после полета на сессии Научно-технического подкомитета Комитета ООН по космосу прозвучали слова: «Основные особенности советской космической программы заключаются в той обдуманности, с которой русские решают проблему полетов человека в космос, и в той целеустремленности, с которой они наступают на эту проблему. Их программа не только хорошо спланирована, но и хорошо осуществляется».

Действительно, в советских полетах в космос решаются конкретные научно-технические задачи, от одного этапа к другому в интересах всего человечества, мира и прогресса советские люди прокладывают дорогу в космос. «Наша страна,— сказал Л. И. Брежнев,— располагает широкой космической программой, рассчитанной на долгие годы. Мы идем своим путем, идем последовательно и целеустремленно».

**Лауреат Диплома имени летчика-космонавта СССР Ю. А. Гагарина полковник-инженер М. Ф. РЕБРОВ**





## 56-й РЕЙС «ГЛОМАРА ЧЕЛЛЕНДЖЕРА»

В сентябре 1977 года в Токио завершился 56-й рейс американского научно-исследовательского судна «Гломар Челленджер». Целью экспедиции, в которой участвовали также представители СССР и ФРГ, было исследование Японского глубоководного желоба.

Наиболее интересными оказались результаты бурения морского дна в пункте с координатами 39° 44' с. ш., 144° 06' в. д., где глубина моря 5986 м. Наибольшая из трех пробуренных здесь скважин достигает 637 м. Осадочная толща в этом районе делится на четыре слоя. Верхние 100 м сложены диатомовыми илами (одноклеточными водорослями, одетыми кремневым панцирем) с небольшим количеством глины и вулканического пепла. Слой между 100 и 300 м — богатый диатомиями аргиллит (твердые глинистые породы). Под ним до 600 м лежат два слоя с высоким содержанием вулканического пепла и туфа.

На глубине 250 м ниже океанского ложа обнаружен 12-метровый слой обкатанной гальки. Происхождение его неизвестно. Возможно, часть гальки принесли сюда дрейфующие льды, а часть — подводные лавины и оползни.

Следующий пункт бурения (39° 44' с. ш., 143° 47' в. д.) пришелся на верхнюю часть западного склона Японского глубоководного желоба, где глубина океана 3400 м. В этом районе были пройдены две скважины на максимальную глубину 244 м. Осадочные породы здесь состоят из диатомовых илов и диатомитов (рыхлые кремнистые породы) однородной серовато-зеленой окраски. Возраст осадков в зависимости от их глубины можно отнести к эпохе плейстоцена и к раннему и позднему плиоцену (9 млн. лет). Установлено, что в течение плейстоцена и позднего плиоцена скорость образования осадочного слоя около 40 м за 1 млн. лет.

Последний пункт бурения (39° 56' с. ш., 145° 33' в. д.) находился на гребне широкой возвышенности. В этом районе глубина океана 5340 м. Бурением удалось пройти скважину на 397 м. Около 90% образцов грунта — неогеновые осадки, образованные главным образом диатомовыми илами и аргиллитами. Их возраст — от четвертичных до среднемиоценовых (18 млн. лет). Во всех слоях четвертичного периода и плиоцена встречаются прослой пепла мощностью до 10 см.

Скорость образования осадочных слоев около 70 м за 1 млн. лет. Все осадочные породы, охватывающие эпоху от среднего миоцена до палеогена включительно (возраст 65 млн. лет), образуют 20-метровый слой темно-коричневых глин с высоким содержанием марганца. Они отлагались в эпоху, когда, по мнению сторонников глобальной тектоники, оксаническая кора в этой области перемещалась через глубоководный район Тихого океана в средних широтах. Скорость отложения осадков в настоящее время здесь невелика. Рост интенсивности отложения вулканических пеплов и кремнистых микроскопаемых остатков указывает на то, что позднее эта плита земной коры стала медленно приближаться к Японской островной дуге

«Deep Sea Drilling Project» (Scripps Institution of Oceanography), 264, 1977.



## КЛИМАТ И ПРОИЗВОДСТВО ЭНЕРГИИ

Созданная Национальной академией наук США комиссия «Энергия и климат» опубликовала отчет о результатах трехлетнего изучения влияния антропогенных факторов на климат Земли.

В отчете говорится, что стабильность климата зависит в основном от двуоксида углерода (CO<sub>2</sub>), образующейся при сжигании ископаемого топлива. Если потребление энергии в мире будет расти нынешними темпами и ископаемое горючее по-прежнему будет играть главную роль в энергетическом балансе, то к середине XXI века содержание CO<sub>2</sub> в атмосфере удвоится по сравнению с допромышленной эрой, а в 2150—2200 годах в 4—8 раз превысит этот уровень.

Моделируя подобные процессы, американские специалисты С. Манабе и Р. Узералд показали, что при двойном увеличении содержания CO<sub>2</sub> температура нижних слоев атмосферы в средних широтах Земли повышается примерно на 3° С. Таким образом, если сохранится существующая тенденция роста CO<sub>2</sub>, то после 2150 года произойдет потепление по меньшей мере на 6° С. Такое потепление может привести к таянию западно-антарктического ледника и, как следствие, к повышению уровня моря примерно на 5 м за 300 лет. Повышение уровня моря грозит затоплением больших прибрежных территорий.

Чтобы избежать стихийного бедствия, комиссия рекомендует не превышать современный уровень сжигания угля по крайней мере в течение 20—30 лет. В следующие 50 лет необходимо заменить уголь другими источниками энергии, а к 2050 году полностью прекратить сжигание ископаемых видов горючего.

«Science News», 112, 5, 1977.



С. В. ПЕТРУНИН  
Г. И. ХАРИТОНОВ

## «Снег-3» и гамма-астрономия

### ИСТОРИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА

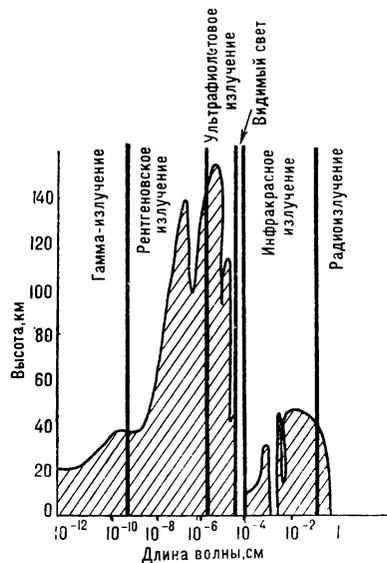
17 июня 1977 года советской ракетой был выведен на орбиту французский научный спутник «Снег-3». \* Начался новый большой этап советско-французского сотрудничества в изучении космоса. «Снег-3» предназначен для исследования недостаточно известных и тающих много загадок гамма-излучений Вселенной.

Проведение такого сложного совместного эксперимента было бы невозможно без плодотворно развивающегося сотрудничества СССР и Франции в области изучения космического пространства («Земля и Вселенная», № 6, 1977, с. 23—29.— Ред.). Начало совместной работе положило подписанное в июне 1966 года Соглашение между Правительством Союза Советских Социалистических Республик и Правительством Французской Республики о сотрудничестве в области изучения и освоения космического пространства в мирных целях.

За прошедшие 12 лет по четырем основным направлениям сотрудничества — космической физике, космической метеорологии, космической связи, космической биологии и медицине — выполнено несколько десятков совместных экспериментов на искусственных спутниках Земли типа «Ореол» и «Прогноз», межпланетных станциях, запущенных к Венере и Марсу, самоходных аппаратах «Луноход», на ракетах и аэростатах («Земля и Вселенная», № 3, 1971, с. 57—58.— Ред.).

\* «Снег» — общее название серии советско-французских экспериментов по исследованию потоков нейтронов, электронов и гамма-излучения.

**Советские и французские ученые получают с помощью искусственного спутника Земли «Снег-3» информацию о диффузном фоновом гамма-излучении, о дискретных источниках рентгеновского и гамма-излучений и о гамма-всплесках космического происхождения.**



Объекты совместных исследований: околоземное космическое пространство, межпланетная среда, атмосфера Земли и планет, физика Солнца, биологические процессы в условиях космического полета.

*Диапазоны прозрачности земной атмосферы*

В 1972 и 1975 годах вместе с основной полезной нагрузкой — спутником «Молния-1» советскими ракетами-носителями были выведены на орбиту французские малые автономные спутники МАС и МАС-2. Эти спутники имели свои собственные служебные системы (систему энергоснабжения, передатчик, систему ориентации и т. д.).

От постановки отдельных разрозненных экспериментов к осуществлению сложных комплексных проектов — вот путь, по которому шло дальнейшее развитие сотрудничества. Для определения основных научных задач Совет «Интеркосмос» при АН СССР и Национальный центр космических исследований Франции (КНЕС) приняли в 1975 году программу перспективных направлений советско-французского сотрудничества в области исследования и использования космического пространства в мирных целях. В этой программе, в частности, была подчеркнута важность исследований по внеатмосферной астрономии, которая занимается изучением внеземных объектов в ультрафиолетовом, рентгеновском и гамма-излучениях («Земля и Вселенная», № 5, 1977, с. 29—32.— Ред.).

Ученые и специалисты обеих стран наметили ряд экспериментов в области внеатмосферной астрономии, в частности, рентгеновской и гамма-астрономии. На состоявшемся осенью 1975 года ежегодном советско-французском совещании было принято решение о проведении спутникового эксперимента по гамма-астрономии. Прийти к такому решению помог опыт, приобретенный во время подготовки к запуску двух спутников МАС.

## ГАММА-АСТРОНОМИЯ И ЕЕ ЗАДАЧИ

Почему в настоящее время важное значение придается исследованию гамма-астрономии? Прежде всего потому, что в этой новой области знаний до сих пор не проводилось сколько-нибудь значительных экспериментов («Земля и Вселенная», № 1, 1973, с. 2—6.—Ред.). Если рентгеновская астрономия позволяет получать информацию о процессах в галактической и межгалактической средах на атомном уровне, то гамма-астрономия — на ядерном.

Следует подчеркнуть, однако, что термин «гамма-излучение» относится к широкому классу излучений, отличающихся как местом генерации (Солнце, Галактика, внегалактическое пространство), так и физическими свойствами (в частности, временной или спектральной непрерывностью или дискретностью, энергией излучения и т. д.). Пока из-за небольшого числа экспериментов по гамма-астрономии ученые не могут однозначно отождествить то или иное гамма-излучение с известными астрономическими объектами (за исключением, естественно, солнечного гамма-излучения).

Какие же виды гамма-излучения привлекают внимание ученых и какие задачи при этом могут быть решены? Очень интересно исследовать фоновое гамма-излучение, локальные гамма-источники, ядерные гамма-линии, рентгеновские и гамма-всплески, солнечные гамма-вспышки.

Изучение **фоновое (или диффузного)** гамма-излучения позволит, как полагают многие исследователи, от-

ветить на ряд важных вопросов, относящихся к структуре Галактики и к происхождению самого фона. В частности, — это один из наиболее перспективных методов изучения распределения вещества (газ, пыль) в Галактике. Для прямого измерения отношения плотности газа в спиральных Галактики и между ними (которое служит важным параметром в теоретических моделях, объясняющих спиральную структуру Галактики) используются гамма-телескопы, регистрирующие гамма-кванты от взаимодействия протонов и ядер космического излучения с веществом Галактики.

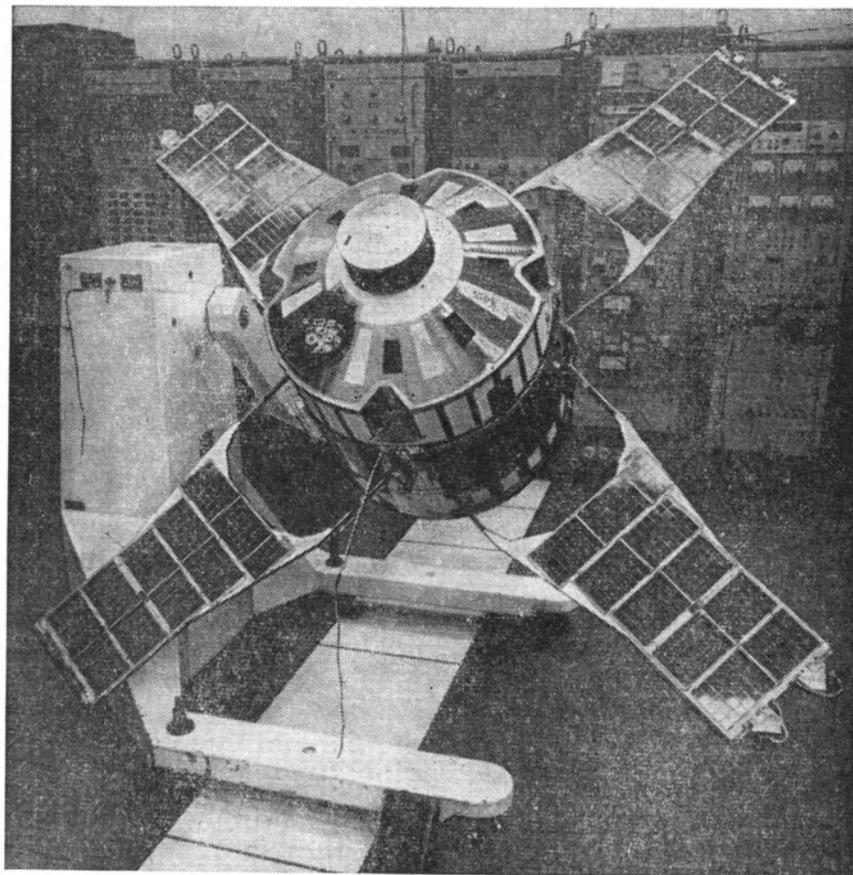
Гамма-фон интересен еще и по другой причине. Результаты экспериментов на спутниках «Космос-461», ERS-18, OSO-III показали, что в области энергий 1—10 МэВ существует изменение крутизны в спектре гамма-излучения. Явление это не поддается простому объяснению. Если считать,

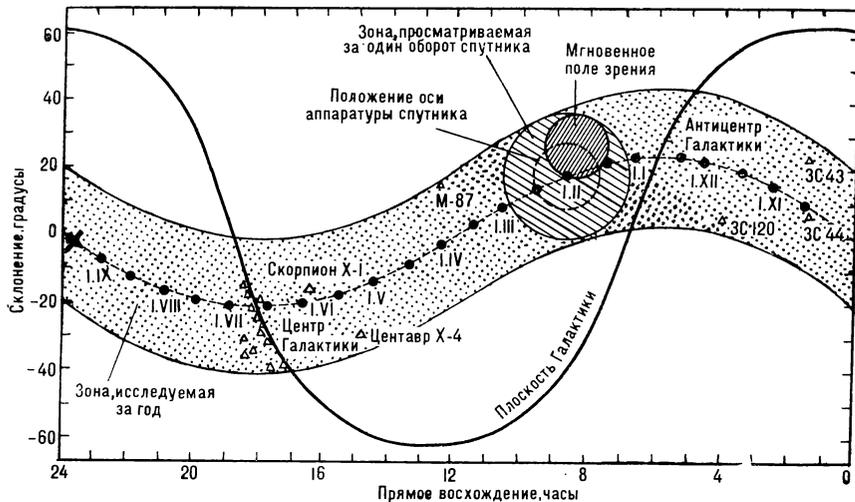
что оно не связано с неисправностью приборов (такое может случиться при действии сильных частиц на детекторы), то не исключена его связь с внегалактической составляющей гамма-спектра.

Исследование **локальных источников гамма-излучения** важно по двум причинам. Во-первых, оно необходимо для того, чтобы выяснить физические процессы, происходящие в них, а во-вторых, для того, чтобы определить расположение самих источников.

Локализация гамма-источника зависит от углового разрешения детекторов и возможности установки одинаковых (или близких) приборов на космические аппараты, разнесенные в космическом пространстве на большие расстояния.

■  
*Искусственный спутник Земли «Снег-3»*





**Ядерные гамма-линии** позволяют определять ядерные реакции, происходящие в источнике, а также идентифицировать изотопы излучающих элементов.

Хотя несолнечные **гамма-всплески** были открыты в 1973 году, до сих пор неясно их происхождение и неизвестны характеристики. Удалось лишь узнать, что их длительность от 0,1 до нескольких десятков секунд, что гамма-всплески могут повторяться и что они имеют потоки энергии  $10^{-5}$ — $10^{-4}$  эрг · см<sup>-2</sup>. Полученные экспериментальные данные не дают возможности связать эти гамма-всплески с какими-нибудь известными астрономическими объектами.

Наконец, **гамма-излучение Солнца** — основной источник информации о солнечных космических лучах в момент их рождения.

#### НА ОРБИТЕ «СНЕГ-3»

Он представляет собой цилиндр высотой 800 мм и диаметром 700 мм, к которому крепятся четыре панели солнечных батарей. Полная масса спутника 102 кг, масса научной аппаратуры 28 кг. На спутнике установлен детектор с двумя анализирующими кристаллами NaI(Tl) и CsI(Na). Детек-

■ *Область неба, которую детектор гамма-излучения может исследовать за год*

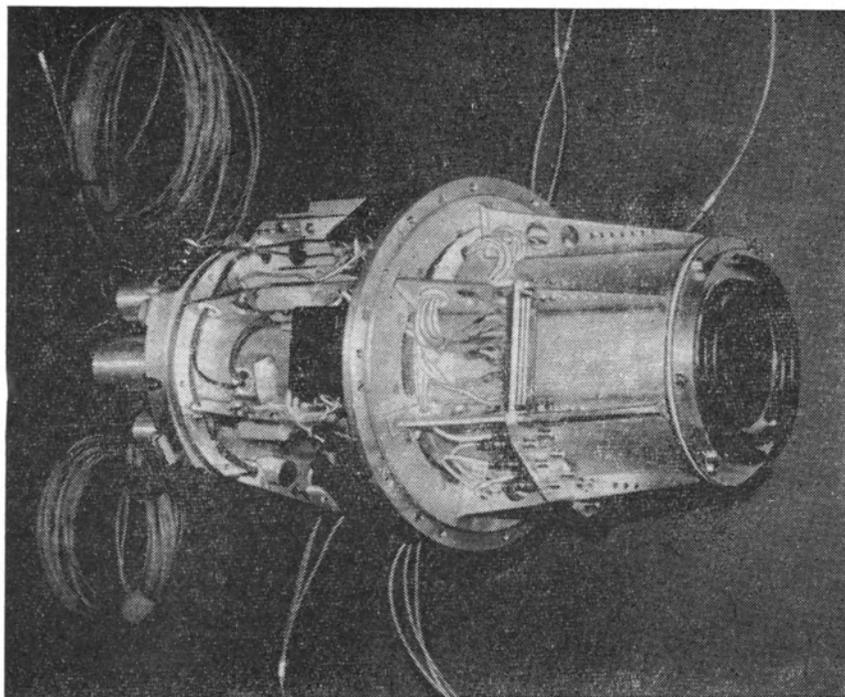
тор обладает хорошим энергетическим (10%) и угловым (около 2°) разрешением. Спутник ориентирован на Солнце. Детектор «смотрит» в антисолнечном направлении. Для расширения полосы наблюдения ось детектора составляет с осью вращения спутника 10°. При поле зрения прибора в 20° за каждый оборот спутника просматривается полоса в 40°. Советские и французские ученые надеются получить от «Снега-3» информацию о **диффузном фоновом гамма-излучении** в диапазоне 20 кэВ — 10 МэВ (измерение интенсивности и спектра гамма-квантов диффузного фона, измерение возможной анизотропии фонового гамма-излучения); о **дискретных источниках рентгеновского и гамма-излучения** до энергий 1—2 МэВ (измерение интенсивности и энергетического спектра источников позволяет идентифицировать процессы их образования); о **гамма-всплесках космического происхождения**.

За год можно наблюдать и зону центра Галактики, в которой, как полагают, находятся многочисленные дискретные источники гамма-излучения, и зону галактического антицентра, относительно бедную этими источниками.

Выбор орбиты спутника — результат компромисса между двумя противоречивыми требованиями. Первое требование — возможно большее время работы спутника — легко удов-

летворяется, если увеличить высоту орбиты. Второе требование связано с проблемой устранения паразитных рентгеновского и гамма-излучений, возникающих в спутнике или в детекторе вследствие взаимодействия заряженных частиц с материалами (например, с аппаратурой), что особенно часто происходит при пересечении спутником радиационных поясов. Поэтому для неэкваториальных орбит желательно, чтобы высота была как можно более низкой во избежание пересечения спутником поясов радиации. Это требование ограничивает высоту орбит до 700 км. С учетом географических координат космодрома пришлось выбрать круговую орбиту высотой 500 км и наклоном 51°.

Планируемое время работы спутника — 1 год. Спутник «Снег-3» представляет собой одну из модификаций серии французских спутников D2. Использование советской ракеты-носителя для вывода спутника на требуемую орбиту поставило перед специалистами обеих стран новые задачи. Основная из них — уменьшение вибрационных перегрузок и теплового потока к спутнику после сброса головного обтекателя. В Тулузском центре КНЕС изготовили для гашения вибраций специальный переходник, которым спутник крепился к последней ступени носителя. Переходник имел амортизаторы, предохраняющие спутник от разрушающего действия вибраций. Проблема уменьшения теплового потока к спутнику была также успешно решена. Специалисты предложили сбросить головной обтекатель на больших высотах, где меньше плотность атмосферы и, следова-

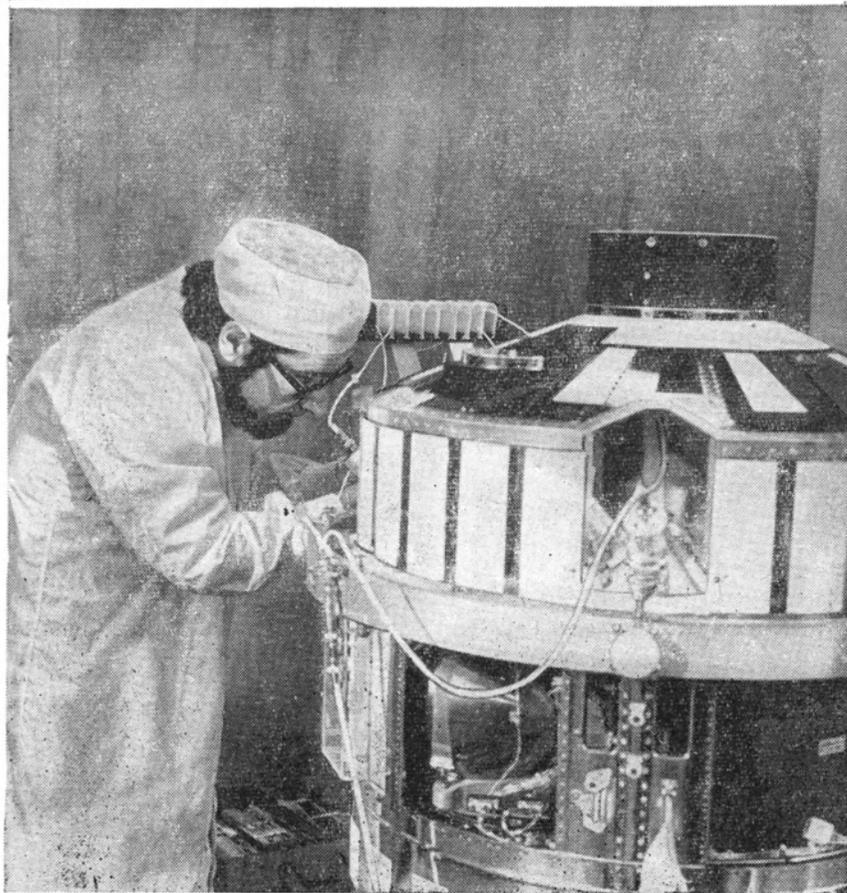


тельно, меньше тепловой поток. Эти и другие проблемы потребовали от специалистов напряженного труда и четкого взаимодействия на всех этапах работы. Совет «Интеркосмос» при АН СССР и Национальный центр космических исследований Франции в апреле 1976 года утвердили план подготовки спутника. В соответствии с этим планом, весной 1977 года в Институт космических исследований АН СССР были доставлены спутники (основной и запасной) и контрольно-проверочная аппаратура. Проверялось все, начиная с научных приборов и кончая служебными системами. Но решающий экзамен состоялся на полигоне, перед запуском. И этот экзамен спутник выдержал успешно.

Анализ первых результатов эксперимента на спутнике «Снег-3» был проведен учеными на состоявшемся в октябре 1977 года ежегодном советско-французском совещании по сотрудничеству в области космоса. Проект «Снег-3» и другие совместные космические проекты получили высокую оценку в советско-французской декларации, подписанной во время встречи Генерального секретаря ЦК КПСС, Председателя Президиума Верховного Совета СССР Л. И. Брежнева и Президента Французской Республики В. Жискара Д'Эстена. Эта оценка служит надежным стимулом дальнейшего сотрудничества СССР и Франции в области космических исследований.

■  
*Детектор «Снег-3»*

■  
*Проверка систем спутника «Снег-3» в Институте космических исследований АН СССР*





## «ИНТЕРКОСМОС-17»

«...24 сентября 1977 года в Советском Союзе произведен запуск искусственного спутника Земли «Интеркосмос-17». На борту спутника установлена научная аппаратура, разработанная учеными и специалистами Венгерской Народной Республики, Социалистической Республики Румынии, Советского Союза и Чехословацкой Социалистической Республики...» За этими лаконичными строчками информационного сообщения ТАСС стоит многолетний кропотливый труд конструкторов, ученых и специалистов. Требуется не один год, чтобы замысел какого-либо эксперимента воплотился в конкретные научные результаты. На подготовку экспериментов ушло пять лет. Большую пользу принесли результаты, полученные ранее на советских спутниках. Уже успели отработать в космосе близкие ему по тематике «Интеркосмос-3» (1970), «Интеркосмос-5» (1971). Готовился к старту «Интеркосмос-13» («Земля и Вселенная», № 6, 1976, с. 86—92.— *Ред.*).

И вот на ступе спутник, прошедший скрупулезнейшие испытания. По существующей традиции ученые, готовившие научную аппаратуру, собственноручно снимают предохранительные заглушки с приборов. Операция эта сама по себе крайне проста, но весьма символична. Создатели «открывают глаза» своим приборам. Ну а заглушки, большие и маленькие, красные заглушки, становятся сувенирами.

Итак, заглушки сняты. На старте — «Интеркосмос-17». Его назвали «Интеркосмос», как и шестнадцать его предшественников. Но на этом

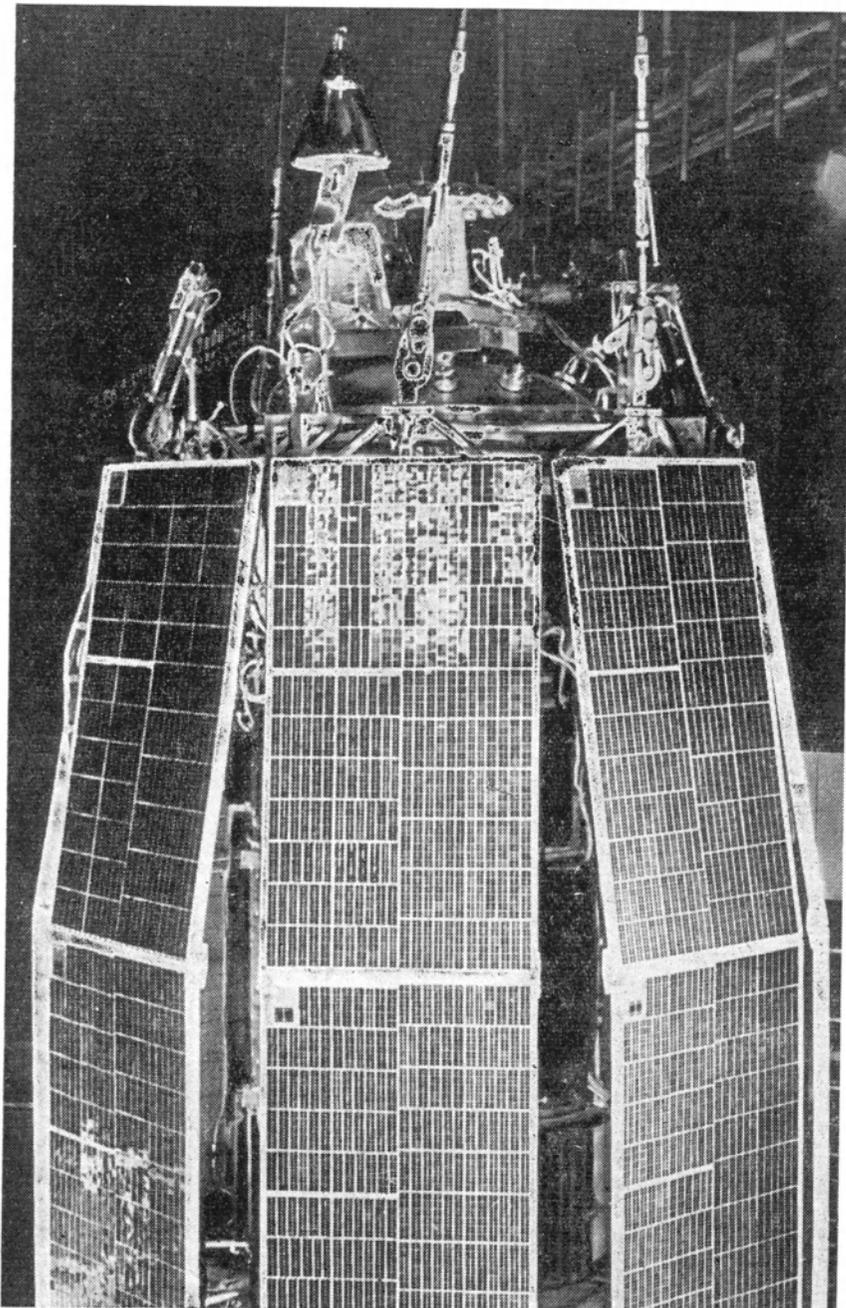
сходство, пожалуй, и заканчивается. «Интеркосмос-17» — первый спутник новой серии — это автоматическая универсальная орбитальная станция. Точнее, второй такой спутник. Запуск первого — «Интеркосмос-15» — нужен был для испытания новых служебных систем, а также единой телеметрической системы, предназначенной для оперативного приема научной информации специальными наземными станциями стран-участниц совместных экспериментов. «Интеркосмос-15» выполнял чисто технические задачи. «Интеркосмос-17» — первый научный объект данного типа. Принятие на «научное вооружение» этих спутников — серьезный шаг вперед в выполнении программы международного космического сотрудничества социалистических стран. В сравнении с открывшими эту программу спутниками «малой серии», они способны нести в 3 раза больше научной аппаратуры. Это существенно расширило границы каждого осуществляемого на них эксперимента, что в свою очередь обогатило весь комплекс исследований, проводимых на спутнике. Кроме того, в 3 раза увеличилось гарантированное время активного существования станции (6 месяцев), другими словами, продолжительность каждого эксперимента как минимум утроилась. Помимо количественного выигрыша в объеме получаемой информации, удлинение жизни спутника увеличивает вероятность одновременного пребывания в космосе нескольких объектов со схожими космическими программами. Это позволяет построить их работу так, чтобы результаты иссле-

дований взаимно дополняли друг друга, давали более детальную картину изучаемых космических процессов и явлений.

Однако, расширение возможностей, в свою очередь, многократно усложняет подготовку всего комплекса научной и служебной аппаратуры. Затрудняется координация работы как отдельных приборов и систем, так и целых научных и служебных комплексов. Кроме того, все более сложным становится отбор предлагаемых экспериментов. Научная активность, технические возможности ученых и специалистов братских стран растут быстрее, чем возможности вновь создаваемых космических аппаратов. В то же время высочайший международный авторитет программы «Интеркосмос» обуславливает чрезвычайную требовательность к качеству и актуальности проводимых исследований. Большое значение придается комплексности решаемых научных задач. Вот таким многосторонним экспериментом в области физики космических частиц, проводимом на спутнике «Интеркосмос-17», и увенчался коллективный труд специалистов Венгрии, Румынии, Советского Союза и Чехословакии.

Широкие возможности нового космического аппарата позволили установить на борту аппаратуру для регистрации заряженных частиц в интервале энергий от  $10^2$  до  $10^{13}$  эВ. Это позволяет изучать процессы, разыгрывающиеся в космическом пространстве в разных масштабах — от магнитосферных до галактических.

Изучение частиц малых энергий



порядка килоэлектронвольт, проводимое на спутнике представителями Карлова университета в Праге, нужно для понимания процессов, проис-

■  
*Искусственный спутник Земли «Интеркосмос-17»*

ходящих в магнитосфере и радиационных поясах Земли.

Ученые Научно-исследовательского института ядерной физики Московского университета в своих исследованиях потоков солнечных космических лучей используют магнитное поле Земли в качестве гигантского

спектрометра. Их коллег из Астрономического института Чехословацкой академии наук (ЧСАН) интересует химический и изотопный состав солнечных космических лучей. И, наконец, галактические космические лучи регистрируются советско-румынским спектрометром, установленным на спутнике.

Весьма актуальна работа советских и чехословацких специалистов, связанная с изучением нейтронов, испускаемых верхними слоями атмосферы под действием и галактических космических лучей, и космических лучей, генерируемых солнечными вспышками.

Один из ветеранов программы «Интеркосмос» — интернациональный коллектив ученых Центрального института физических исследований АН ВНР, Института геохимии и аналитической химии АН СССР и Астрономического института ЧСАН. Их приборные комплексы, анализирующие потоки микрометеоритов в околоземном пространстве, успешно работали на спутниках, запускаемых по программе «Интеркосмос».

На днище спутника, постоянно обращенном к Земле, установлен чехословацкий лазерный отражатель. С его помощью будет отрабатываться новая методика определения параметров орбиты. Расстояния около 500 км будут измеряться с точностью до 1 м. Кроме того, существенно обогатится представление о гравитационном поле нашей планеты. Таковы научные задачи, поставленные перед спутником.

«Интеркосмос-17» принял космическую эстафету.

**М. А. РИМША**



Кандидат физико-математических наук  
Ю. Н. ЕФРЕМОВ

## Горизонты астрономии

### ТЕЛЕСКОПЫ НАСТОЯЩЕГО И БУДУЩЕГО

Горизонты астрономии определяются прежде всего средствами исследования мира — телескопами. Поэтому и начнем статью с рассказа о телескопах. Инструменты, созданные для приема космического излучения в различных диапазонах спектра, очень разнообразны, и помня, что «нельзя объять необъятное», мы ограничимся перспективами наземной оптической астрономии.

Последние годы, как никогда, были счастливыми для астрономии: почти одновременно вступили в строй пять крупных инструментов. Список работающих и строящихся телескопов с зеркалом, превышающим 2,5 м, ныне вдвое длиннее, чем всего несколько лет назад!

Среди новых больших телескопов — крупнейший в мире 6-метровый рефлектор. Теперь уже можно сказать, что смелый опыт установки гигантского оптического телескопа на азимутальной монтировке, значительно упрощающей конструкцию, оправдал себя («Земля и Вселенная», № 6, 1976, с. 48—54.— Ред.). Доказано, что современная техника и искусство наблюдателя действительно позволяют вести азимутальный телескоп за звездами.

Хорошо зарекомендовали себя два почти одинаковых 4-метровых телескопа системы Ричи — Крестьяна, установленные американскими астрономами в обсерваториях Китт Пик и Серро Тололо («Земля и Вселенная», № 5, 1974, с. 47—54.— Ред.). На первых же снимках, полученных с этими инструментами, достигнута предельная зве-

**Астрономия переживает сейчас эпоху подлинного Возрождения. Выдающиеся открытия, обусловленные развитием радиоастрономии, выходом в космос, совершенствованием телескопов и светоприемников, выдвинули астрономию на передний край науки. Как и во времена Галилея, Ньютона и Лагранжа, достижения астрономии служат мощным стимулом развития физики.**

здная величина около 24,5<sup>m</sup> — рекордная для 5-метрового рефлектора обсерватории Маунт Паломар. К этому надо еще добавить большое поле зрения (до 1,5°) телескопов системы Ричи — Крестьяна и прекрасный астроклимат, особенно на Серро Тололо (Чили), что делает эти инструменты непревзойденными по эффективности.

В ближайшие годы потоком хлынут сведения об индивидуальных объектах в Магеллановых Облаках, туманности Андромеды и других близких галактиках. Наконец-то мы сможем разглядеть не только отдельные деревья, за которыми не видно леса (как в нашей Галактике), и не лес на горизонте (как было до сих пор, за редчайшими исключениями, в других галактиках), но и расположение отдельных деревьев в лесу и их связь со средой. Это — ключ к проблеме эволюции галактик.

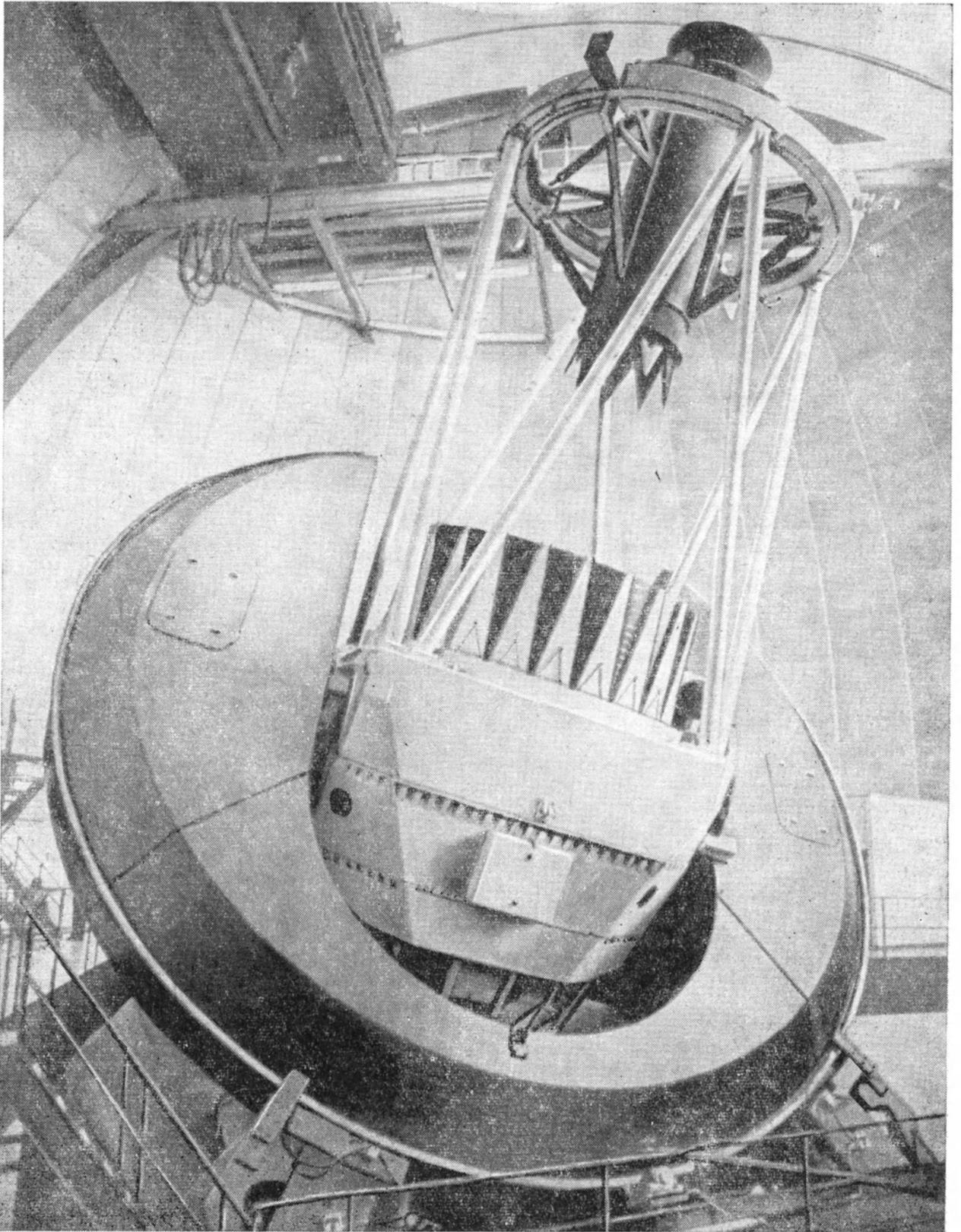
Что же будет дальше? Исполнится ли мечта известного американского астронома Дж. Ричи, проектировав-

шего в 1929 году 8-метровый телескоп с неподвижным главным зеркалом и целостатом — точнее, систему таких телескопов, которая позволила бы охватить оба небесных полушария?

При наблюдении слабых звезд угловой диаметр изображения, создаваемого телескопом, играет решающую роль. Уменьшение его вдвое дает такой же выигрыш в предельной звездной величине, как увеличение вдвое диаметра главного зеркала. Поэтому основное направление, по которому, очевидно, будет развиваться техника астрономических наблюдений, не дальнейший рост диаметра зеркал (хотя большие телескопы необходимы!), а повышение их качества, совершенствование приемников излучения, установка телескопов в местах с оптимальным астроклиматом. С земной поверхности уже получены снимки, разрешение которых около 0,2". Есть основания полагать, что изолированные горные вершины (и особенно острова в океане, омываемые холодным течением) наиболее подходят для размещения телескопов («Земля и Вселенная», № 4, 1968, с. 49—52.— Ред.). Пункты с первоклассным астроклиматом имеются и в нашей стране, например гора Майданак в Узбекской ССР. Можно надеяться, что Майданак в будущем станет центром астрономических наблюдений в СССР.

Сейчас исследуются возможности многозеркальных систем. На горе Хопкинс в Аризоне (США) заканчивается монтаж батареи из шести 72-

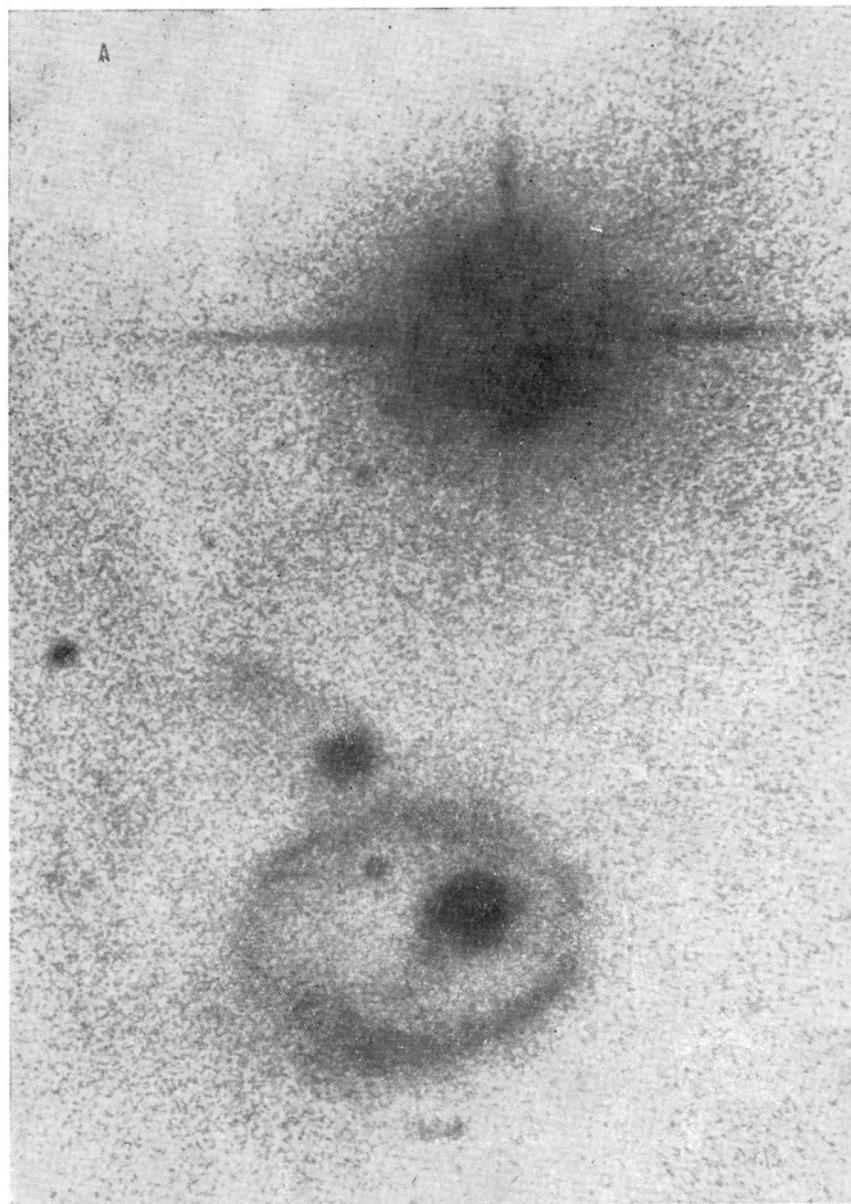
■  
*Рефлектор с 4-метровым зеркалом. Обсерватория Серро Тололо*



дюймовых телескопов на одной азимутальной установке. Все телескопы имеют общий фокус. Эта система эквивалентна инструменту с зеркалом диаметром 4,5 м, но ее строительство обойдется втрое-вчетверо дешевле. Удача этого проекта позволила бы перейти к созданию еще более крупных многозеркальных систем.

Особые надежды возлагаются на повышение качества приемников излучения. Достигнутые в этой области успехи сделали телескопы в 25 раз эффективнее. Аналогичного выигрыша можно добиться, увеличив впятеро диаметр зеркала, но это обошлось бы в 100 раз дороже! Современные светоприемники уже близки к тому, чтобы объединить высокую чувствительность фотоэлектрических методов со способностью фотопластинок регистрировать изображение на большом поле. Особенно перспективны системы, в которых электроны, порождаемые квантами света, накапливаются на мишени, считываемой затем электронным пучком; итог может храниться в ячейках памяти ЭВМ. Однако стоимость таких систем пока сравнима с годовым бюджетом крупных астрономических учреждений!

Интерференционные методы, столь успешно используемые в радиоастрономии («Земля и Вселенная», № 1, 1978, с. 4—11.—Ред.), лишь начинают применяться в оптике. Большой звездный интерферометр, строящийся в Австралии, позволит измерять угловые диаметры звезд до  $7,5^m$ . Между прочим, ему окажутся доступны семь наиболее ярких цефеид, и, сопоставив измеренные изменения их угловых радиусов с изменениями лучевых скоростей, можно будет в принципе



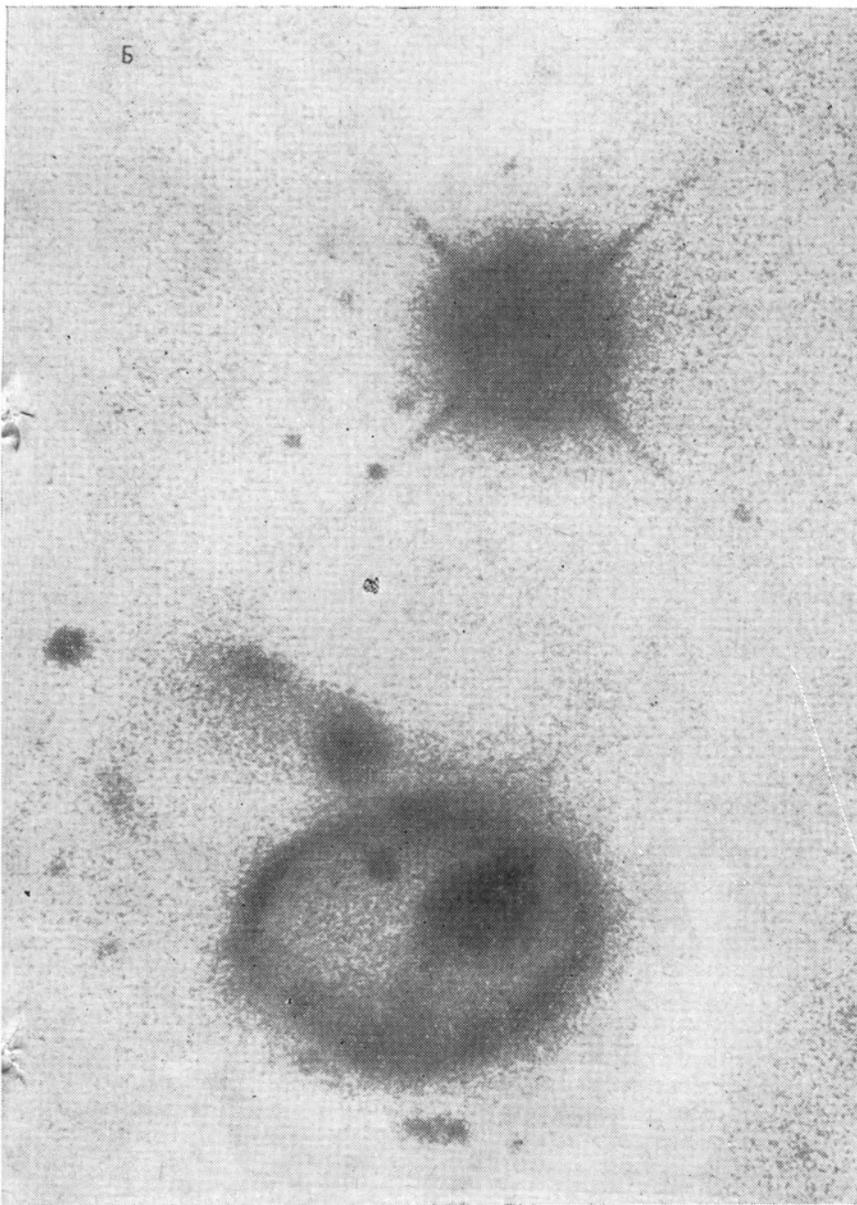
определить линейные радиусы этих звезд. Проблема нуля-пункта зависимости период — светимость получит окончательное решение («Земля и Вселенная», № 2, 1973, с. 46—51.—Ред.). Разрабатываются и другие методы повышения разрешающей способности наземных телескопов. Например, предлагается исправлять приносимые атмосферной турбуленцией искажения изображений, компенсируя их соответствующей мгновенной

модификацией формы вторичного зеркала. Созданы также методы улучшения качества изображения с помощью ЭВМ.

Необходимость во всех этих дорогостоящих методах отпадает, если



*Фотографии кольцеобразной галактики, полученные с 5-метровым телескопом обсерватории Маунт Паломар (А) и 4-метровым телескопом обсерватории Китт Пик (Б) на одной*



личине (проницающей способности). Для наблюдений в этом диапазоне не рациональнее ли добиваться повышения проницающей и разрешающей способности наземных телескопов?

Прогресс космической астрономии вовсе не означает, что можно свертывать астрономию наземную, а напротив, требует быстрого совершенствования ее методов. Залог будущих успехов астрономии — гармоничное развитие инструментов всех родов. Открытия последних лет — обнаружение квазаров, пульсаров, рентгеновских источников — стали возможны лишь благодаря совместному использованию инструментов, работающих в оптическом, радио- и рентгеновском диапазонах длин волн.

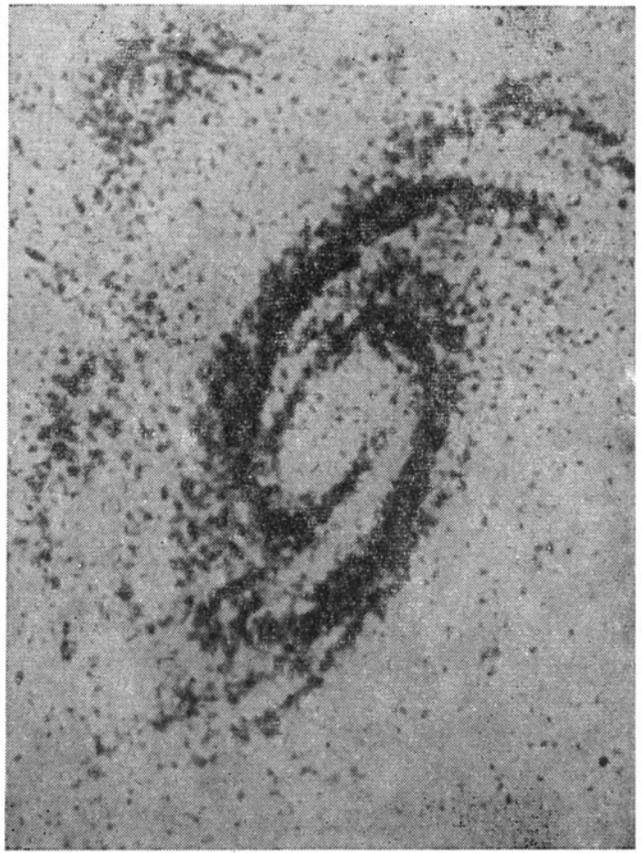
#### ДОСТОВЕРНОСТЬ И ПРЕДЕЛЫ НАШИХ ЗНАНИЙ

Превращение астрономии во всеволновую рождает уверенность в том, что современному поколению астрономов суждено решить некоторые проблемы, веками занимавшие естествоиспытателей, и в первую очередь — проблему строения, источников энергии и эволюции звезд. В каком бы диапазоне ни излучала звезда (при рождении она «кричит» в радио- и инфракрасной областях, в зрелости подает о себе весть в оптическом диапазоне, а в старости — иногда и в рентгеновском), мы способны это излучение принять на любом этапе ее жизни. Наземные и орбитальные исследования межзвездной среды позволили обнаружить, что в некоторых облаках газа и пыли физические условия таковы, что в них с неизбежностью должен идти

проводить наблюдения за пределами земной атмосферы. На околоземной орбите успешно работал спутник «Коперник», оснащенный телескопом с зеркалом диаметром 80 см, планируется запуск 2,4-метрового инстру-

*и той же эмульсии. На снимке Б видны более слабые звезды, что объясняется очень высоким качеством зеркала 4-метрового телескопа и хорошим астроклиматом в месте его установки*

мента. Однако орбитальный телескоп пока дороже наземного инструмента такого же размера в тысячи раз, а продолжительность его работы меньше в десятки раз. Орбитальные телескопы предназначены прежде всего для наблюдений в участках спектра, недоступных с земной поверхности. В оптическом диапазоне свечение верхних слоев атмосферы, межпланетная (и окололунная!) пыль не оставляют надежды на большой выигрыш в предельной звездной ве-



процесс гравитационной конденсации газа в звезды. Как из насыщенного раствора выпадают кристаллы, так из достаточно плотного и холодного газа конденсируются звезды. Наблюдения в радио- и инфракрасном диапазонах выявили признаки того, что этот процесс действительно происходит в газово-пылевых туманностях.

Подкрепляет нашу уверенность замечательная способность современной теории звездной эволюции объяснить с минимумом исходных предположений широкий круг явлений, мно-

■  
 Фотография M 81 в синих лучах (слева) и радиофотография той же галактики на волне 21 см (справа). Видно, что нейтральный водород концентрируется в спиральных рукавах галактики. Водородные спиральные ветви в ближайших звездных системах удалось обнаружить радиоинтерференционными методами

гие из которых не были известны, когда закладывались основы теории. Важна не только способность предсказывать новые явления (отсутствие предсказаний может просто означать, что не были продуманы до конца все возможные следствия из теории), но и то, что вновь открываемые явления естественно объясняются уже существующей теорией\*. Например, согласно концепции горячей Вселенной, в первые мгновения после начала расширения Вселенная состояла из одного водорода, а спустя минуты часть его превратилась в гелий. Образование более тяжелых элементов, как показали американские астрофизики Ф. Хойл и Э. Солпитер, возможно лишь в том случае, если

\* Монография «Происхождение и эволюция галактик и звезд» под редакцией С. Б. Пикельнера. М., «Наука», 1976.

три ядра гелия, соединившись, дадут ядро углерода, у которого должен быть энергетический уровень 7,82 МэВ. Тогда новорожденное ядро углерода распадется не сразу, а успеет вступить в реакции, в результате которых возникнут более тяжелые элементы. Все многообразие окружающего нас мира и мы сами не могли бы существовать, если бы не было у ядра углерода такого энергетического уровня, и лабораторный эксперимент установил, что он действительно есть! Следовательно, оказалась верной и длинная цепочка рассуждений, приведших к предсказанию этой особенности атома углерода\*\*.

И в космологии предсказания теории подтверждаются наблюдениями.

\*\* Р. Фейнман. «Характер физических законов. М., «Наука», 1968.

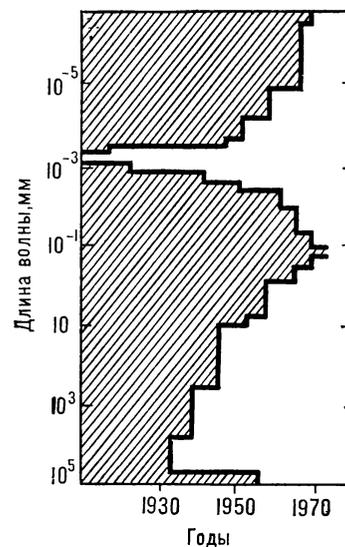
Расширение Вселенной, подчеркивают академик Я. Б. Зельдович и доктор физико-математических наук И. Д. Новиков, было выведено из общей теории относительности до его открытия, и теория горячей Вселенной была создана до открытия реликтового излучения. Однако они отмечают, что «речь идет не об исключении нового: необычайное и принципиально новое, никогда не наблюдаемое в лаборатории, возникает в космологии как результат применения существующей теории». Но успехи теории вовсе не означают, что решены все проблемы. Их сколько угодно! Есть, однако, все основания полагать, что известные ныне физические законы достаточно для описания эволюции Вселенной почти с самого начала ее расширения и до настоящего времени.

Современная теоретическая физика допускает самые фантастические возможности. Так, член-корреспондент АН СССР Н. С. Кардашев показал, что проникновение в глубь электрически заряженных черных дыр позволило бы неограниченно путешествовать в пространстве или во времени! Академик М. А. Марков нашел, что в рамках общей теории относительности могут существовать системы, которые для внешнего наблюдателя представляются элементарными частицами, а для внутреннего — вселенными с мириадами галактик, звезд, планет... и цивилизаций?! Сопоставить эту гипотезу с данными опыта нелегко, «но в случае успеха,— пишет М. А. Марков,— мы обладали бы в высшей степени последовательной концепцией всего сущего». Этот пример, кстати, демонстрирует, что понятие мироздания, «всего сущего» может быть шире

понятия «Вселенной астрономов». Кроме того, он наиболее ярко показывает, что физика микромира и астрономия решают в конечном счете одну и ту же задачу.

Нынешнюю эпоху бурного развития астрономии часто называют новой астрономической революцией. Хотя и в прошлом были очень важные достижения (например, определение расстояний до звезд), удивительные открытия (белые карлики) и замечательное расширение наблюдательных возможностей (определение лучевых скоростей), нынешние достижения поражают воображение.

Тем не менее новые средства наблюдений и связанные с ними замечательные открытия до сих пор не привели к коренным переменам в основах теоретической физики; напротив, многие из этих открытий были ею прямо или косвенно предсказаны. Не произошло радикальных изменений и в основных астрономических представлениях, таких, например, как теория строения и эволюции звезд, природа галактик, космологические воззрения. Некоторые тревожащие астрономов предположения, правда, существуют (прежде всего — это возможная нестабильность скоплений галактик и возможное соседство не только на небе, но и в пространстве объектов с существенно разным красным смещением), но, по мнению почти всех физиков и астрономов, они остаются необоснованными. Многие факты, казавшиеся трудно объяснимыми с точки зрения теории, становятся понятными, если учесть, что космические объекты никогда не бывают изолированы от среды и влияния соседей.



Так, начиная с 1963 года неправильная галактика М 82 служила классическим примером «взрывающейся» галактики и лучшим аргументом в пользу представлений о том, что галактики рождаются в результате взрывной активности их ядер. Сначала мало кто возражал против такой интерпретации, но в 1972 году от нее отказался один из ее авторов — А. Сендидж, а теперь — и большинство исследователей М 82 («Земля и Вселенная», № 4, 1977, с. 38—43.— Ред.). Необычные свойства этой галактики объясняются взаимодействием с окружающей средой. Гигантское пылевое облако, которое окутывает М 82 и соседнюю галактику М 81, и потоки исходящего от М 81 водорода вызывают, в частности, бурное звездообразование в центральных частях М 82. Оказалось, что во многих случаях признаки активности ядер могут быть следствием вспышки звездообразования в них. Роль внешних факторов (ударные волны от взрывов сверхновых и т. п.) надо учитывать и при рассмотрении механизма звездообразования в звездных ассоциациях и их устойчивости.

Вспомним теперь, что 52 года назад

■  
*Расширение со временем диапазона длин волн, доступных наблюдению. Окно во Вселенную расплывлось на наших глазах*

КРУПНЕЙШИЕ ТЕЛЕСКОПЫ МИРА

Диаметр зеркала		Время и место установки	Страна
дюймы	см		
236	600	1975, Нижний Архыз	СССР
200	508	1948, Маунт Паломар	США
177	450	? Канарские острова	Великобритания
158	400	1973, Китт Пик	США
158	400	1974, Серро Тололо (Чили)	США
154	390	1974, Сайдинг Спринг (Австралия)	Великобритания и Австралия
144	360	1976, Ла Силла (Чили)	Европейская южная обсерватория
144	360	1979, Гавайи	Франция и Канада
137	350	? Сицилия?	Италия
137	350	? Пиренеи	ФРГ
120	305	1959, Маунт Гамильтон	США
107	270	1968, Мак-Доналд	США
104	260	1961, Крым	СССР
104	260	1976, Бюракан	СССР
104	260	? Алма-Ата	СССР
100	254	1917, Маунт Вилсон	США
100	254	1977, Лас Кампанас (Чили)	США
98	250	1967, Херстмонсо	Великобритания

мы еще не знали, что такое галактики, 48 лет назад не знали, что Вселенная расширяется, 40 лет назад не знали источников энергии звезд, 25 лет назад не знали, как эволюционируют звезды. Не означает ли это, что революция в астрономии XX века уже свершилась в 20—50-х годах? Ведь в то время не только изменились представления о нашем месте в мироздании (из центра единственной всеохватывающей звездной системы мы «переместились» на окраину одной из бесчисленных звездных систем в расширяющейся Вселенной), но и появилась стройная теория, связанная в единое целое знания о внутреннем строении, источниках энергии и эволюции звезд и объяснившая связь их физических характеристик с особенностями кинематики и пространственного распределения.

Означает ли все это, что теперь мы подошли к пределам наших знаний о Вселенной, что нельзя ждать от будущего коренной ломки наших представлений о мире? По-видимому, нет. Общая теория относительности и квантовая механика применимы лишь до плотностей порядка  $10^{24}$  г/см<sup>3</sup>, так что начальную стадию развития Вселенной мы еще не понимаем. «А какой таинственностью ок-

ружен пока этот момент начального взрыва! — пишет академик М. А. Марков. — Какие неожиданности могут возникнуть в изменениях наших представлений о физических законах, когда наступит понимание физики этого события, — может, этот момент и будет самым блистательным этапом в истории астрофизики (а может быть, и микрофизики)?» Понимание начальной стадии расширения Вселенной, вероятно, ознаменует собой новую глобальную научную революцию (мы пользуемся терминологией академика В. А. Амбарцумяна и кандидата философских наук В. В. Казютинского), сравнимую по своим последствиям с созданием теории относительности и квантовой механики. Не исключено, что теория, которая родится в огне глобальной революции, объяснит и многое из того, над чем астрономы ломают голову сегодня. В сфере ее действия, очевидно, окажутся конечные стадии коллапса звезд. Заманчиво предположить, например, что будущая теория покажет неизбежность вспышки звезды как сверхновой при соответствующих громадных плотностях. Но это — дело будущего. А пока мы не выходим за пределы применимости известных законов и теорий, нет оснований сом-

неваться в достоверности наших знаний. Конечно же, будущая теория включит в себя как частные случаи общую теорию относительности и квантовую механику.

В связи с этим уместно отметить, что существует точка зрения, согласно которой научная революция XVI—XVII веков была в сущности не революцией. Это было нечто большее — становление естествознания, отправной пункт его развития. Зародыши естествознания мы находим, например, в трудах Теофраста и Плиния Младшего, но на протяжении пятнадцати веков они оставались без развития. Аристотелевские умозрительные представления нельзя назвать естествознанием, задача их сопоставления с действительностью просто не ставилась. «Механику» Аристотеля нельзя считать предельным случаем механики Ньютона, а «теорию» флогистона — предельным случаем кислородной теории горения. Принцип соответствия, который действует при любой научной революции, здесь не работает. Представляется, что непонимание этого обстоятельства, признание результатов деятельности Коперника и Галилея научной революцией, а не созданием науки — источник многих заблуждений в концепции американского историка науки Т. Куна, который уроки XVI—XVII веков неправомерно переносит на дальнейшее развитие естествознания, утверждая, что «послереволюционная» наука не имеет ничего общего с «дореволюционной».

Закончим этот экскурс в науковедение следующим замечанием. Если мы признаем, что в мире нет ничего, кроме полей и частиц, то надо при-



знать, что теоретическая физика была, есть и всегда будет передним краем естествознания, его лидером. Ни астрономия, ни биология не могут претендовать на эту роль. Другое дело, что наиболее важные для теоретического осмысления проблемы и фактический материал в настоящее время все чаще начинают поставлять именно астрономия и биология, подобно тому как недавно этим занималась физика.

#### АСТРОНОМИЯ И «ПРЕДЕЛЫ РОСТА»

Говоря о перспективах астрономии, приходится упомянуть и об угрозах ее будущему, связанных с деятельностью человека в других областях. К числу самых «безобидных», пожалуй, относится приближающееся истощение мировых запасов серебра — по некоторым данным это произойдет уже через 20 лет! Отказаться от фотопластинок нельзя — площадь ее поверхности в тысячи раз больше, чем у фотоэлектрических приемников излучения. Но в принципе возможно и развитие этих приемников, и создание фотохимических бессеребряных эмульсий. Работа уже ведется, но пока без учета специфики астрономической фотографии. Важно сохранить высокую чувствительность к низким освещенностям и цветовые характеристики современных фотоэмульсий, применяющихся в астрономии.

Более серьезная угроза для астрономических исследований — загрязнение атмосферы. Городской смог, интенсивные полеты самолетов и, особенно, городское освещение ночью

наносит тяжкий урон эффективности наблюдений слабых объектов. По данным американских специалистов, яркость ночного неба в визуальном диапазоне выше естественного уровня в 16 раз на Маунт Вилсоне, в 4 раза на Маунт Гамильтоне (Ликская обсерватория) и в 1,4 раза на Маунт Паломаре. 100-дюймовый телескоп, на котором в 20-х годах нашего столетия работал выдающийся американский астроном Э. Хаббл, уже нельзя использовать для наблюдений слабых объектов! Угрозу, нависшую над обсерваторией Китт Пик в связи с быстрым ростом города Тусона, расположенного в 40 милях от нее, пока удалось предотвратить. Муниципалитет города принял в 1972 году постановление, согласно которому уличные фонари должны быть снабжены фильтрами, не пропускающими излучение короче 4400 Å, и колпаками, мешающими освещать небо.

Освоение космоса наряду с новыми возможностями для астрономии таит и новые угрозы. Обсуждаются проекты создания на околоземных орбитах огромных зеркал, которые будут освещать отраженным солнечным светом ночное полушарие Земли. Проект создания пояса металлических иглок для глобальной радиосвязи тяжелым кошмаром продолжает нависать над радиоастрономией. Растет угроза столкновения ее интересов с запросами широкоэмитерных радиостанций. Уже сейчас в ряде случаев приходится предпринимать чрезвычайные меры для исключения наземных помех. Так, при наблюдениях покрытия Луной радиосигналки ЗС 273, впервые позволивших определить его точные координаты, рас-

положенные по соседству с обсерваторией радиостанции были призваны замолчать, а дороги патрулировались, чтобы исключить возможность помех от автомобилей.

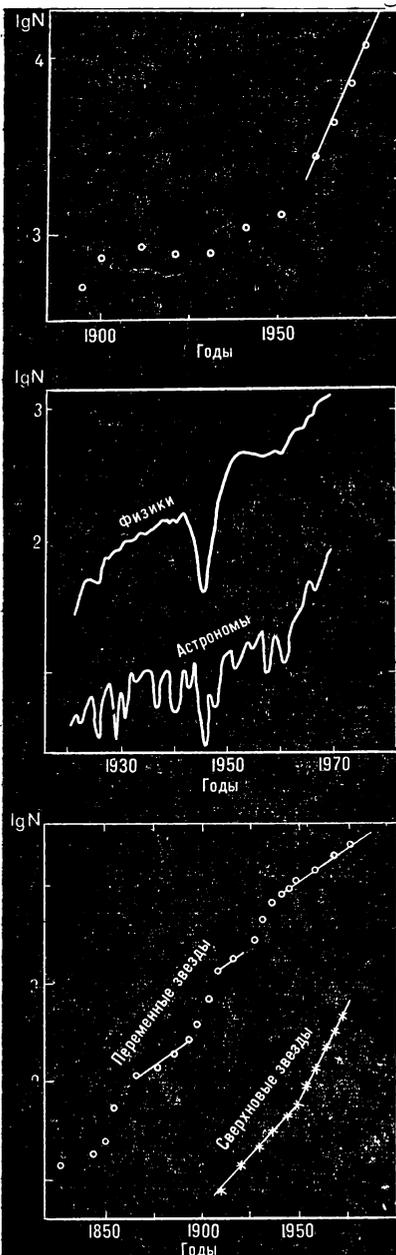
Усилия Международного астрономического союза привели к тому, что длины волн около 21 см и некоторые другие резервированы для радиоастрономии. Но кому известно, на какой волне излучают неоткрытые еще объекты? Отвоевать уже занятые диапазоны будет нелегко.

Уже отмечалось, что рост мощности и числа радиостанций на Земле столь велик, что возгорание рядом с Солнцем новой радиозвезды могло бы быть замечено нашими соседями. Кто знает, не стало ли оно для них сигналом к старту на Землю...

#### ЗЕМНОЕ БУДУЩЕЕ АСТРОНОМИИ

Будущее этой науки сильно зависит от финансирования. Затраты на астрономические инструменты сравнимы лишь с затратами на большие ускорители, но в целом расходы на астрономические методы исследования мира составляют лишь небольшую долю от расходов на физику атомных ядер и элементарных частиц. Это было оправдано, когда ядерная физика неожиданно дала важнейший практический результат — способы освобождения ядерной энергии. Мы говорили уже о том, что ныне прогресс теоретической физики тесно связан с успехами астрономии. И кто знает, какой практический выход в будущем может дать, например, исследование квазаров? Академик Л. А. Арцимович в блестящей статье «Будущее принадлежит астрофизике» («Природа», № 9, 1972, с. 2—4), которой суждено было стать его научным завещанием, писал: «Мы должны пересмотреть традиционные оценки относительного значения различных научных дисциплин, сложившиеся много лет назад, и выдвинуть комплекс астрофизических исследований на первое место в нашей долгосрочной научной программе».

Будущее астрономии зависит и от того, в какой мере астрономам удастся справиться с проблемами, порожденными быстрым развитием самой астрономии. Число и объем астроно-



мических журналов, количество открываемых переменных и сверхновых звезд, повышение чувствительности радиотелескопов — эти и другие показатели развития астрономии обнаруживают экспоненциальный рост. Только численность астрономов в последние годы растет несколько медленнее, чем в 1963—1973 годах. Отсутствие признаков «старости», насыщения, перехода экспоненциальной кривой в логистическую (стремящуюся к определенному пределу), конечно, от радно. Но оно говорит о том, что скоро астрономы столкнутся с почти неразрешимой проблемой хранения и обработки информации о миллионах объектов. Уже созданы автоматические измерительные машины, определяющие блеск и координаты всех звезд (а их иногда сотни

■ *Рост числа страниц в годовом комплекте «Astrophysical Journal». С 1963 года объем журнала удваивается каждые 8 лет*

■ *Увеличение численности физиков и астрономов в США. Численность физиков возрастает в среднем на 7% в год, астрономов до 1963 года — на 4% в год, после 1963 года — на 20% в год*

■ *Рост числа известных переменных и сверхновых звезд. Эпохи резкого увеличения численности переменных звезд связаны с деятельностью Ф. Аргеландера (середина XIX века) и началом применения фотографии (первые годы XX века). Излом на кривой, соответствующей численности сверхновых, знаменует организацию Ф. Цейкки службы сверхновых. В настоящее время число открытых сверхновых удваивается каждые 8 лет*

тысячи) на пластинке; все больше звездных каталогов и других данных переводится в память ЭВМ, и для этого нужно все больше людей, средств и машин; необходимы специалисты и коллективы, которые могли бы осмыслить растущий поток данных. Астрономия должна превратиться в «большую науку», должна пойти по пути ядерной физики, с ее большими коллективами и массивованным применением автоматки.

Альтернативный выход — торможение роста — неприемлем. Высказывались, например, сомнения в целесообразности изучения возможно большего числа переменных звезд. Однако достаточно напомнить, что даже из элементарных оценок изменения блеска цефеид можно получить суждение об изменяемости их периодов, которое служит наиболее тонким индикатором эволюции звезд. Впрочем, сейчас, когда с переменными звездами все чаще отождествляются интереснейшие объекты (вспомним хотя бы рентгеновские источники Геркулес X-1 и Лебедь X-1), наверное, и не нужно уже говорить о необходимости дальнейших их поисков и исследований. Каждая переменная звезда может оказаться бесценным сокровищем...

Точно так же массовые определения светимостей, собственных движений, лучевых скоростей, блеска и цвета возможно большего числа звезд необходимы для изучения строения Галактики, а обилие разнообразных сведений об интегральных характеристиках галактик — для исследования их эволюции и космологических построений. Число объектов, которые надо исследовать, измеряется десятками и сотнями тысяч. В этом специфика астрономии, без этого невозможно ее дальнейшее развитие. Применение методов и организационных принципов индустриализованной физической науки станет неизбежным в астрономии, если у человечества не исчезнет жажда познания окружающего мира.



## Борис Павлович Осташенко-Кудрявцев

Советский астрометрист и картограф профессор Борис Павлович Осташенко-Кудрявцев родился 10 января 1877 года (по новому стилю) в Петербурге. Отец его был художником, мать — учительницей.

В гимназии учитель математики А. В. Борисов привил юноше большую любовь к своему предмету. Борис Павлович вспоминал, как «узнав, что я решил стать астрономом, он сказал мне: «Астроном должен быть математиком более, чем сам математик» (позже я узнал, что это высказывание принадлежит М. А. Ковальскому), и я запомнил это на всю жизнь».

Позднее в Санкт-Петербургском университете профессор С. П. Глазенап заметил блестящие математические способности Б. П. Осташенко-Кудрявцева и предложил ему заняться практической астрономией раньше, чем полагалось по учебному плану. Искусству наблюдений Бориса Павловича обучал астроном-наблюдатель Санкт-Петербургского университета Н. А. Тачалов. «Четыре года я работал под руководством Тачалова, — писал Б. П. Осташенко-Кудрявцев, — и с великой признательностью припоминаю его многочисленные указания и советы. Он был для меня и учителем и другом».

В 1896 году, закончив два курса университета, Б. П. Осташенко-Кудрявцев принял участие в экспедиции Русского географического общества, исследовавшей Курскую магнитную аномалию. Руководил этими работами французский магнитолог Муру. Экспедиция провела 149 наблюдений в 102 точках.

Еще в годы учения в университете Борис Павлович опубликовал свою

первую научную статью. История ее написания любопытна. По словам Бориса Павловича, однажды он наблюдал Полярную звезду в элонгации, когда ее азимут, отсчитываемый от точки севера, наибольший. «По рассеянности я забыл исправить наклонность горизонтальной оси инструмента и вспомнил об этом тогда, когда уже пронаблюдал прохождение звезды через нить. После этого я быстро исправил наклонность. Посмотрев в трубу, я к своему удивлению увидел звезду по ту сторону нити, что и раньше, и смог вторично наблюдать ее прохождение через нить». Узнав об этом, Тачалов предложил Борису Павловичу вывести соответствующую формулу и описать наблюдения в статье. В марте 1897 года в «Известиях Астрономического общества» появилась научная работа Б. П. Осташенко-Кудрявцева «Об определении цены деления уровня по наблюдениям Полярной».

В 1898 году Борис Павлович окончил Санкт-Петербургский университет с дипломом I степени и был принят в Пулковскую обсерваторию. В следующем году он участвовал в походе адмирала С. О. Макарова на ледоколе «Ермак». Во время этой экспедиции Борис Павлович проводил астрономические и магнитные наблюдения, которые освещены в его двух статьях «Определение коэффициента земной рефракции» и «Магнитные наблюдения на ледоколе «Ермак».

В 1901—1902 годах Б. П. Осташенко-Кудрявцев работал в Одесском отделении Пулковской обсерватории, где выполнил ряд наблюдений для «Одесского фундаментального каталога склонений». Эта работа была от-

мечена премией Русского географического общества «За лучшее сочинение по астрономии в России за 1907 год». В ходе наблюдений на вертикальном круге Репсольда Борис Павлович установил, что система склонений, полученная из наблюдений на этом инструменте, резко отличается от системы склонений вертикального круга Эртеля. В дальнейшем другие астрономы показали, что причина различий кроется в самих инструментах.

С мая 1903 по декабрь 1906 года Б. П. Осташенко-Кудрявцев производил абсолютные определения склонений звезд из четвертого «Каталога Пулковских главных звезд». Этот каталог был обширнее предыдущих и содержал 549 объектов. Борис Павлович каждую звезду наблюдал на вертикальном круге 8 раз. Он же обработал наблюдения. По точности каталог превзошел все предыдущие.

На вертикальном круге Репсольда в Одессе кроме абсолютных определений склонений проводились и другие наблюдения. Среди них главное место занимает знаменитый Пулковский ряд наблюдений Полярной звезды. Начатый Х. А. Ф. Петерсом в 1842 году, он был продолжен Г. Гюльденом, М. О. Нюреном, А. А. Ивановым и Б. П. Осташенко-Кудрявцевым вплоть до 1909 года. Полученный ряд наблюдений, которые выполнялись на одном и том же инструменте, в одних и тех же условиях, представляет большую ценность для различных исследований и, особенно, для изучения так волновавшего в то время астрономический мир вопроса о движении полюса («Земля и Вселенная», № 6, 1970, с. 4—7.— Ред.).



В 1909 году морское ведомство передало Пулкову свою обсерваторию в городе Николаеве. Б. П. Остащенко-Кудрявцев был назначен ее заведующим. В 1912 году вертикальный круг перевезли из Одессы в Николаев, и Борис Павлович начал наблюдения объектов из «Николаевского каталога 1915 года», который содержал кроме 1426 звезд «Пулковского каталога 1915 года» еще 478 звезд, расположенных между  $-10$  и  $-30^\circ$  склонения. Эту важную работу, ко-

■  
*Борис Павлович Остащенко-Кудрявцев (1877–1956)*

торая расширила Пулковскую фундаментальную систему до склонения  $-30^\circ$ , Б. П. Остащенко-Кудрявцев выполнил совместно с П. К. Залеским в 1914—1922 годах. Обработку наблюдений он закончил уже в Харькове. Каталог отведен 57-й том «Трудов Пулковской обсерватории», который вышел в 1939 году к 100-летию обсерватории.

В 1924 году, работая старшим астрономом Харьковской обсерватории, Борис Павлович глубоко заинтересовался проблемами геодезии.

В то время Советское правительство и лично В. И. Ленин отводили

астрономо-геодезическим и картографическим работам исключительно важную роль в развитии народного хозяйства. На Украине в 1922 году создается Украинское геодезическое управление. С 1924 по 1929 год Б. П. Остащенко-Кудрявцев — его ученый специалист и консультант. По поручению Госплана СССР он выполняет задания, призванные скоординировать новые геодезические работы со старыми. Одновременно он занимался математической теорией картографических проекций и предложил оригинальный метод их исследования. Этот метод дал возможность увязать картографию с высшей геодезией, а также осуществить выбор проекции, удовлетворяющей определенным производственным заданиям. Активно участвовал Б. П. Остащенко-Кудрявцев в обширных геодезических работах, проводившихся на Украине. Эта сторона его деятельности нашла отражение в статьях «К вопросу о долготах украинских обсерваторий» и «Украинская сеть долгот».

На Харьковской обсерватории Б. П. Остащенко-Кудрявцев ведет наблюдения склонений больших планет и вместе с профессором Н. Н. Евдокимовым создает каталог склонений 270 звезд. Кроме того, Борис Павлович занимался обоснованием суточного и годового периодов изменения постоянной астрономической рефракции.

Б. П. Остащенко-Кудрявцев был активным организатором высшего геодезического образования на Украине. Он работал деканом, заместителем директора, заведующим кафедрой в Геодезическом и землеустроительном институте, который затем был



преобразован в Харьковский горный институт. Борис Павлович читал лекции по астрономии, картографии, геодезии, геометрической оптике, руководил дипломными работами многих геодезистов. Эта деятельность Б. П. Остащенко-Кудрявцева отмечена значком «Отличник Труда». В 1936 году ему была присуждена степень доктора физико-математических наук.

В годы войны Борис Павлович жил в Алма-Ате, где с 1941 по 1944 год

был профессором Горно-металлургического института и заведовал кафедрой геодезии этого института. В 1944 году он возвратился в Харьков. До последних дней своей жизни (умер 1 октября 1956 года) Б. П. Остащенко-Кудрявцев руководил кафедрой высшей геодезии в Харьковском инженерно-строительном институте и астрометрическим отделом астрономической обсерватории Харьковского государственного университета.

Б. П. Остащенко-Кудрявцев много сил отдал популяризации науки. С первых же дней Великого Октября он участвовал в организации Николаевского народного рабочего университета и был его лектором, в 1917—1918 годах руководил работой университета для матросов. Б. П. Остащенко-Кудрявцев был организатором и первым председателем Харьковского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества.

Советское правительство высоко оценило плодотворную деятельность Бориса Павловича Остащенко-Кудрявцева, наградив его орденом Ленина и медалями. Ему было присвоено почетное звание Заслуженного деятеля науки УССР.

**Доцент**  
**К. Н. КУЗЬМЕНКО**  
**Доцент**  
**В. Х. ПЛУЖНИКОВ**  
**В. И. ЛАЦЬКО**  
**Т. А. СЕНЧУК**

## **100-ЛЕТИЕ НИВЕЛИРНОЙ СЕТИ СССР**

Истории развития нивелирной сети СССР и ее роли в народном хозяйстве, а также в решении широкого круга научных проблем была посвящена Научно-техническая конференция, состоявшаяся в декабре 1977 года в Москве. В работе конференции приняли участие более 250 человек — представители Государственного Комитета по науке и технике Совета Министров СССР, Гидрометеослужбы СССР, институтов АН СССР, вузов и проектно-исследовательских организаций.

Открыл конференцию заместитель начальника Главного управления геодезии и картографии (ГУГК) при Совете Министров СССР Л. А. Кашин. В докладе «О нивелирной сети СССР» он осветил главные исторические этапы ее развития на территории нашей страны. Л. А. Кашин подчеркнул важную роль нивелирной сети СССР в исследовании уровня Мирового океана, в изучении коры и верхней мантии Земли, а также в решении многих других вопросов, поставленных XXV съездом КПСС. В докладе, в частности, отмечалось,

что повторные нивелировки дают сведения о вертикальных движениях земной поверхности, указывающие на неотектонические явления. Эти сведения широко используются в геологии, геофизике, сейсмологии, вулканологии и других науках.

О международном сотрудничестве в изучении современных вертикальных движений земной коры по данным нивелировок рассказал президент ВАГО, член-корреспондент АН СССР Ю. Д. Буланже. Представители ГУГКа В. А. Пискулина, В. М. Сигалова и Ю. П. Никитенко подвели итоги изучения современных вертикальных движений земной коры на геодинамических полигонах СССР. Плановые работы на этих полигонах в Средней Азии, Казахстане и на Дальнем Востоке начались в 1968 году. Меньше чем за 10 лет получены ценные материалы, которые можно использовать для решения многих научных вопросов.

В докладе «Вопросы теории высот в гравитационном поле Земли» соавторница Центрального научно-исследовательского института геодезии, аэросъемки и картографии (ЦНИИГАиК) М. И. Юркина отметила важную роль исследований, кото-

рые провел русский ученый Л. Эйлер (1707—1789) в области теории уровенных поверхностей земного гравитационного поля и связи атмосферного давления и потенциала силы тяжести. Дальнейшее развитие этих исследований зарубежными и отечественными учеными имеет важное значение для высокоточного нивелирования.

Доклад профессора Л. С. Хренова был посвящен нормативным актам по высокоточному нивелированию, начиная с первой отечественной инструкции для выполнения этих работ, принятой в 1873 году, и кончая действующими в настоящее время. Об «Основных уровнемерных станциях СССР и их значении в нивелирной сети» доложили представители Гидрометеослужбы С. В. Победносцев и сотрудник ЦНИИГАиК И. Н. Мещерский. Они рассказали о работе станций, на которых более ста лет ведут наблюдения над уровнем моря. Уровнемерные наблюдения используются для определения взаимного положения моря и суши, составления морских и материковых карт. В 1804 году М. Ф. Рейнеке (1801—1859) проверил наблюдения уровня в Кронштадте и Таллине и

Кандидат физико-математических наук  
А. Г. ДОРОШКЕВИЧ

## Крупномасштабная структура

вычислил средний многолетний уровень, который и был принят за начало отсчета высот точек суши. В Кронштадте им была нанесена черта на гранитном устье моста через Обводной канал, соответствующая среднему уровню за 1825—1840 годы. Этот уровень был назван нулем Кронштадтского футштока. В 1913 году здесь установили пластину с чертой, которую в 1951 году закрепили специальной рамой, сохранившейся до настоящего времени. Первые высоты точек нивелирной сети нашей страны от нуля Кронштадтского футштока определил в 1872 году Н. Я. Цингер (1842—1918). Он же осуществил и передачу высоты от этого футштока в здание станции Ораниенбаум, уничтоженной во время Великой Отечественной войны. Дальнейшие работы были выполнены Ф. Ф. Витрамом (1854—1914) в городе Ломоносове. Сейчас на уровнях постах на берегах нашей страны ведутся непрерывные наблюдения уровня морей. Густая нивелирная сеть позволяет определять разности уровня морей СССР, а в районах повторного нивелирования сравнивать значения скорости вертикальных движений земной коры со значениями, полученными океанографическими методами и повторным нивелированием.

Представитель Московского геолого-геодезического треста И. Б. Карасик познакомил присутствующих с историей создания нивелирной сети города Москвы, а профессор Н. В. Яковлев (Московский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии) осветил некоторые вопросы постановки высокоточного нивелирования и подготовки инженерных кадров для этой работы.

Профессор  
Л. С. ХРЕНОВ

В сентябре 1977 года в Таллине работал симпозиум «Крупномасштабная структура Вселенной», организованный Международным астрономическим союзом. Предыдущий международный симпозиум, на котором обсуждались вопросы современной космологии, состоялся в 1973 году («Земля и Вселенная», № 2, 1974, с. 64—65.—Ред.). За четыре года, прошедших с того времени, внегалактическая астрономия сделала значительный шаг вперед, и на симпозиуме в Таллине были отмечены достижения как в теории, так и в наблюдениях.

Особый интерес участников симпозиума вызвал доклад эстонских астрономов, которые обнаружили **ячеистую структуру Вселенной**. Согласно данным, полученным Я. Эйнасто и М. Йывэзэром, скопления и большинство галактик сосредоточены вблизи границ ячеек поперечником 40—50 Мпс. Центральная часть ячеек практически не содержит галактик. Ранее было известно, что «ячейка неоднородности» в распределении галактик на небе, по оценкам различных исследователей, имеет характерный размер 50—100 Мпс. В больших масштабах, как это следует из наблюдений положения галактик, а также из наблюдений флуктуаций реликтового излучения, Вселенная однородна.

Ячеистую структуру в распределении галактик на небесной сфере продемонстрировала на симпозиуме группа американских астрономов, возглавляемая профессором Д. Пиблсом. Они обработали на ЭВМ фотографии Ликского обзора неба, включающего объекты до 19-й звездной величины. Каждая фотография, охва-

тывающая область неба  $6 \times 6^\circ$ , была разбита на участки размером  $10 \times 10'$ , в которых велись подсчеты галактик. В результате на изображении северной полусферы, содержащем одни только галактики, Пиблс и его коллеги обнаружили ячеистую структуру. Однако математическая обработка этой двумерной картины не выявила какого-либо характерного масштаба. Кроме того, американские астрономы подчеркивают, что в появлении видимого узора в распределении галактик на картинной плоскости важную роль может играть проекционный эффект. Кто же прав? Существует ли на самом деле ячеистая структура? Ответа на этот вопрос еще нет.

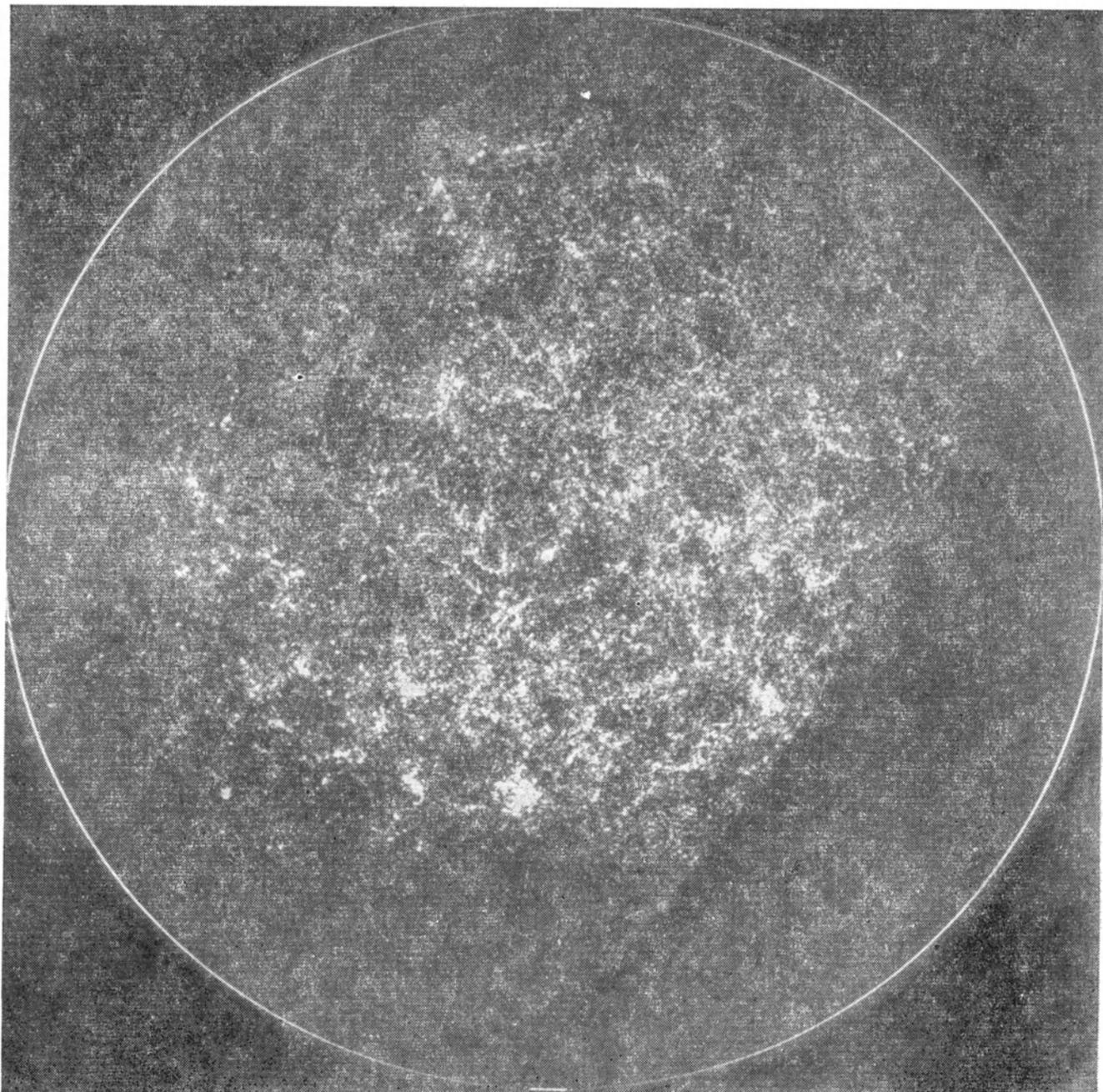
Используя данные о красном смещении (скорости разбегания) галактик, эстонские астрономы оценили расстояния до галактик и перешли от двумерного их распределения на картинной плоскости к трехмерному распределению в пространстве. При этом были внесены дополнительные ошибки, связанные прежде всего с тем, что выбирались галактики, для которых известно красное смещение. Однако в нескольких наиболее изученных областях неба (в окрестности скоплений галактик в созвездиях Волос Вероники и Персея), упорядоченное распределение галактик в пространстве не вызывает сомнений.

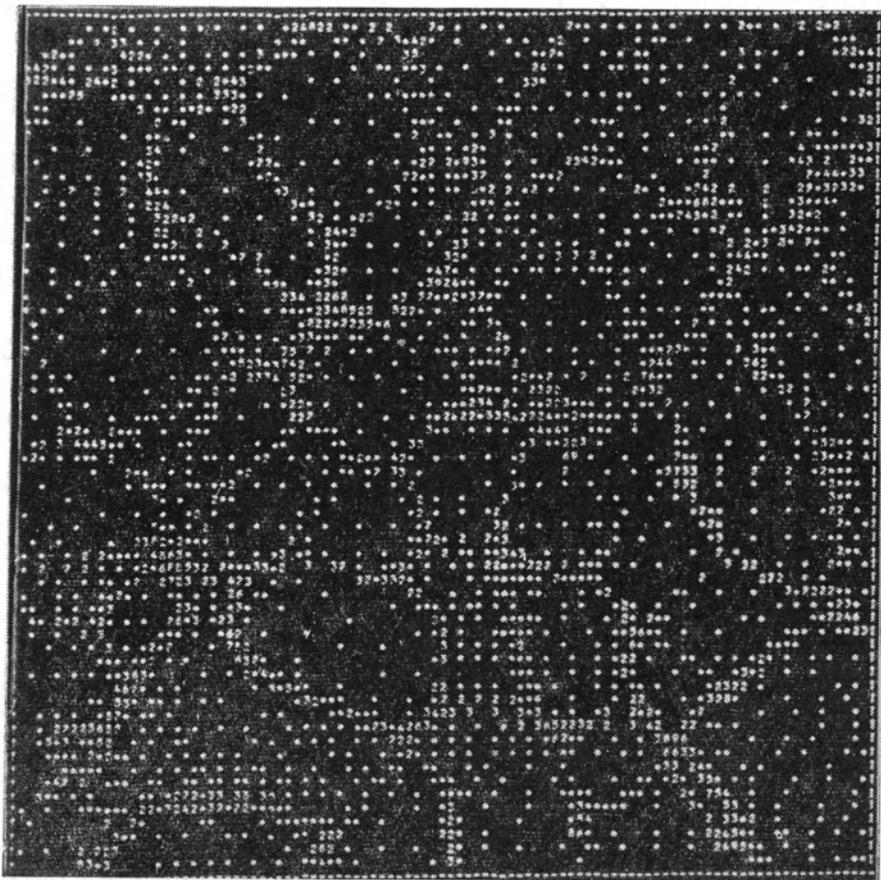
Почему же тогда видимая глазом ячеистая структура, обнаруженная

■  
*Распределение галактик на северном небе. Отчетливо видна ячеистая структура. Такую картину Д. Пиблс и его коллеги получили после обработки на ЭВМ фотографий Ликского обзора неба*

---

# Вселенной





американскими астрономами, пропала при математической обработке наблюдений? По всей вероятности, в этом «виноваты» применявшиеся методы обработки. Английский математик С. Аарсет, занимавшийся численным моделированием возможных процессов сгущения галактик в скопления, показал, что с помощью этих методов обработки можно получить информацию лишь о самых общих, усредненных закономерностях распределения точек, но нельзя выявить его внутреннюю структуру. Необходимо численно обработать и двумерную, и трехмерную картины распределения галактик и скоплений галактик, специально задавшись целью выявить ячеистую структуру распределения и оценить характерные параметры ячеек. Эта задача сейчас первоочередная. И конечно же, крайне необходимы дальнейшие

измерения красных смещений галактик.

Открытие ячеистой структуры Вселенной поставило перед теоретиками новые проблемы. Главная из них — какие процессы приводят к возникновению ячеистой структуры? Дать аргументированный ответ на этот вопрос можно лишь на основе достаточно развитой теории образования галактик. На симпозиуме обсуждались три гипотезы происхождения галактик, отличающиеся предположениями о виде начальных возмущений, — вихревая, энтропийная и адиабатическая.

■ *Изображение ячеистой структуры, построенное в результате моделирования движения 1000 частиц. Расчеты выполнены в Институте прикладной математики АН СССР*

Согласно **вихревой гипотезе**, на догалактической стадии существовали сильные турбулентные движения, которые способствовали формированию газовых облаков и протогалактик. В дальнейшем протогалактики эволюционировали в галактики и одновременно сгущивались в скопления. **Энтропийная гипотеза** предполагает, что на догалактической стадии были велики возмущения в малых масштабах. Поэтому во Вселенной в первую очередь образовывались звезды и звездные скопления, которые затем концентрировались в галактики и скопления галактик. По одному из вариантов этой теории, галактики содержат лишь около 10% вещества, а 90% вещества (в основном маломассивные темные звезды) расположено в невидимых коронах галактик и скоплениях галактик. Здесь мы сталкиваемся с проблемой скрытой массы («Земля и Вселенная», № 3, 1975, с. 32—36.— Ред.). Как в вихревой, так и в энтропийной гипотезе скопления формируются при сгущивании отдельных галактик, и поэтому трудно объяснить возникновение характерной ячеистой структуры в масштабах 40—50 Мпс. Результаты численного моделирования сгущивания отдельных точек-галактик в комки-скопления показывают, что без специального выбора начальных возмущений ячеистая структура не появляется.

**Адиабатическая гипотеза** происхождения галактик предполагает, что сначала образуются огромные газовые комплексы, распадающиеся впоследствии на галактики и звезды («Земля и Вселенная», № 6, 1974, с. 18—22.— Ред.). Скопления тоже возникают при сгущивании галактик, но сами галак-



тики уже расположены не квазиоднородно, а в пределах гигантских газовых, сильно сплюснутых облаков-протоскоплений, образующих границы ячеек. Следовательно, в адиабатической гипотезе ячеистая структура развивается в ходе эволюции начальных малых возмущений. Характерные размеры ячеек естественно связаны с процессами, происходившими на догалактической стадии горячей Вселенной. В этом — крупное преимущество адиабатической гипотезы происхождения галактик. Но и в адиабатической, и в других гипотезах образования галактик немало нерешенных проблем, и важная из них — **проблема молодых галактик.**

Как должна выглядеть молодая галактика? Около десяти лет назад американские астрономы Б. Парtridge и Д. Пиблс построили вероятную модель молодой галактики. Они предположили, что протогалактика — сжимающийся газовый шар, в котором активно образуются звезды. Оценив количество вещества, прошедшего переработку в звездах, и скорость сжатия протогалактики, Парtridge и Пиблс заключили, что светимость молодой галактики примерно в 1000 раз больше, чем нашей Галактики, и близка к светимости квазаров. Но поиски таких молодых галактик не увенчались успехом. Означает ли это, что они расположены дальше от нас, в области Вселенной, наблюдать которую на современных телескопах крайне трудно? Или, может быть, мы просто не в состоянии опознать молодую галактику среди известных объектов? Ответа на вопрос пока нет. Однако несколько лет назад советский астрофизик Р. А. Сюняев и ан-

глийский радиоастроном М. Лонгейр высказали гипотезу о том, что часть наблюдаемых сегодня квазаров — это молодые галактики. Обсуждение на симпозиуме показало, что такая гипотеза не противоречит имеющимся данным, но необходимы специальные наблюдения для того, чтобы выделить возможные молодые галактики среди квазаров. Не исключено также, что предположения о высокой светимости молодых галактик неверны. Если звезды возникают раньше галактик, то оценки Парtridge и Пиблса нуждаются в пересмотре. Молодые галактики могут выглядеть более темными и скрываться среди квазаров и других далеких звездных систем.

Много внимания на симпозиуме было уделено **реликтовому излучению.** Это излучение существовало задолго до образования звезд и галактик, а потому его исследование может дать важную информацию о процессах, происходивших во Вселенной на догалактической стадии. Возмущения плотности и скорости, развитие которых способствовало формированию галактик, с необходимостью приводят и к мелкомасштабным флуктуациям температуры реликтового излучения. Определив параметры этих флуктуаций, мы можем судить о свойствах возмущений на догалактической стадии. Таков один из немногих имеющихся в нашем распоряжении способов непосредственного изучения далекого прошлого Вселенной. Советский астроном Ю. Н. Партийский, проводивший наблюдения на радиотелескопе РАТАН-600, установил, что температура реликтового излучения постоянно на небесной сфере в мас-

штабах от 5 до 150' («Земля и Вселенная», № 6, 1977, с. 40—47.— Ред.). Эти результаты в 10 раз точнее полученных ранее и серьезно ограничивают допустимые предположения о свойствах догалактической среды.

Крупномасштабные особенности реликтового излучения исследовали американские радиоастрономы. Они наблюдали дипольную анизотропию реликтового излучения. Ее существование означает, что Земля движется относительно излучения со скоростью около 400 км/с. Учитывая движение Солнца относительно Галактики, можно рассчитать и скорость движения Галактики относительно реликтового излучения. Она приблизительно разна 600 км/с — в 2 раза больше имевшихся ранее оценок. И если результаты, полученные Ю. Н. Партийским, свидетельствуют об очень высокой однородности Вселенной в больших масштабах, то значительная скорость движения Галактики (0,2% от скорости света!) относительно реликтового излучения говорит о том, что в малых масштабах Вселенная и на догалактической стадии эволюции была не так уж однородна!

Большие успехи достигнуты в изучении **горячего газа**, содержащегося в **скоплениях галактик.** Еще в 1970 году академик Я. Б. Зельдович и Р. А. Сюняев указали, что горячий газ в скоплениях галактик можно наблюдать по искажениям спектра реликтового излучения. В 1972 году этот эффект впервые зарегистрировал Ю. Н. Партийский в скоплении галактик в созвездии Волос Вероники. На симпозиуме было рассказано о работе Б. Парtridge (США), который обнаружил горячий газ еще в четырех скоплениях. Они расположены так далеко, что прямые измерения рентгеновского излучения горячего газа от них невозможны, а по искажениям спектра реликтового излучения удалось оценить параметры газа.

Анализ прямых рентгеновских измерений горячего газа в близких скоплениях свидетельствует, что в газе имеется железо (около 10—30% его содержания на Солнце). Это — очень важное открытие. Согласно современным представлениям, при эволюции горячей Вселенной возни-



Ответственный секретарь  
Совета «Интеркосмос» при АН СССР  
Е. Ф. ЧУГУНОВ

## Встреча метеорологов

С 3 по 9 августа 1977 года в Улан-Баторе проходило очередное X совещание Рабочей группы по космической метеорологии социалистических стран-участниц программы «Интеркосмос».

С приветственным словом к делегатам обратился председатель Национального совета по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях при Академии наук Монгольской Народной Республики академик Ш. Цэгмид.

Руководители делегаций сделали обзор работ, выполненных за истекший год: дистанционное определение параметров состояния атмосферы и подстилающей поверхности со спутников; использование спутниковых данных в численном и синоптическом анализе и прогнозе погоды; разработка ракетных метеорологических систем, приборов и методов зондирования верхней атмосферы; динамика и прогноз состояния верхней атмосферы по данным спутниковых, ракетных и дистан-

ционных наблюдений. Эти темы занесены в каталог совместных исследований на 1976—1980 годы.

В настоящее время метеорологи разрабатывают методы анализа и прогноза полей облачности и осадков, изучают атмосферные процессы по телевизионным и инфракрасным изображениям облачности со спутников, работают над дистанционным определением физических параметров атмосферы и подстилающей поверхности с искусственных спутников Земли, основанным на измерениях спектра уходящего теплового излучения системы Земля—атмосфера.

В мае 1976 года на метеорологическом спутнике «Метеор» был установлен разработанный в ГДР спектральный интерферометр, работающий в полосе 6—25 мкм. Он предназначен для отработки методов дистанционного температурного зондирования атмосферы, определения содержания водяного пара и озона. Информация со спутника принималась и обрабатывалась в ГДР и СССР. В конце июня 1977 года этот

эксперимент был успешно продолжен. Цель таких исследований — создание аппаратуры и методов дистанционных измерений гидрометеорологических параметров атмосферы и подстилающей поверхности, а также использование получаемой информации для изучения природных ресурсов и в службе погоды.

Представители НРБ, ВНР, ГДР, СРР и СССР подготовили две монографии: «Использование данных о мезомасштабных особенностях облачности в анализе погоды» (1973) и «Средиземноморские циклоны в поле облачности» (1975). Эти книги, написанные по результатам спутниковых наблюдений, применяются в практической работе синоптических служб. Сейчас в Болгарии, Венгрии, ГДР, Польше, Румынии и Советском Союзе приступили к подготовке нового совместного издания «Использование спутниковых данных в синоптическом анализе и прогнозе погоды». Рукопись должна быть закончена к концу 1979 года.

Усилиями специалистов ГДР, ПНР,

кают только легкие элементы до гелия включительно. Более тяжелые элементы образуются лишь в звездах. Присутствие железа в межгалактическом газе означает, что газ, по крайней мере частично, прошел переработку в звездах.

Что это за звезды, какой фазе эволюции скопления галактик соответствует период обогащения железом межгалактической среды, пока не известно. Но ясно, что скопления — это не просто механическое объеди-

нение галактик. Галактики в скоплениях взаимодействуют друг с другом и с межгалактической средой. Возможно, такое взаимодействие объясняет и ряд особенностей в структуре галактик, входящих в скопления.

На симпозиуме обсуждались и другие вопросы, заслуживающие самого пристального внимания. Например, оценки эволюции квазаров по оптическим и радионаблюдениям (доклады М. Шмидта и М. Лонгейра), свойства бедных скоплений, групп

галактик и гипергалактик (доклады Я. Эйнасто, Т. Таммана и др.), взаимодействующие системы в группах и скоплениях. Участие в работе симпозиума выдающихся астрономов разных стран — В. А. Амбарцумяна, В. Л. Гинзбурга, Я. Б. Зельдовича, Д. Пиблса, Д. Острайкера, М. Шмидта — способствовало плодотворной дискуссии по ключевым вопросам современной теоретической и наблюдательной космологии.



СРР и СССР создается новая малогабаритная унифицированная метеорологическая ракетная система ММР-06—ДАРТ с уменьшенной опасной зоной падения отработавших ступеней. Такая система имеет важное практическое значение для организации новых ракетных станций и регулярного зондирования атмосферы. Уже проведен цикл научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по модификации имеющейся метеоракеты ММР-06, разработке малогабаритного ракетного зонда, бортовой радиотелеметрической аппаратуры и парашютной системы. Создается наземный измерительный комплекс на базе унифицированной радиолокационной системы с автоматизированной машинной обработкой данных ракетного зондирования.

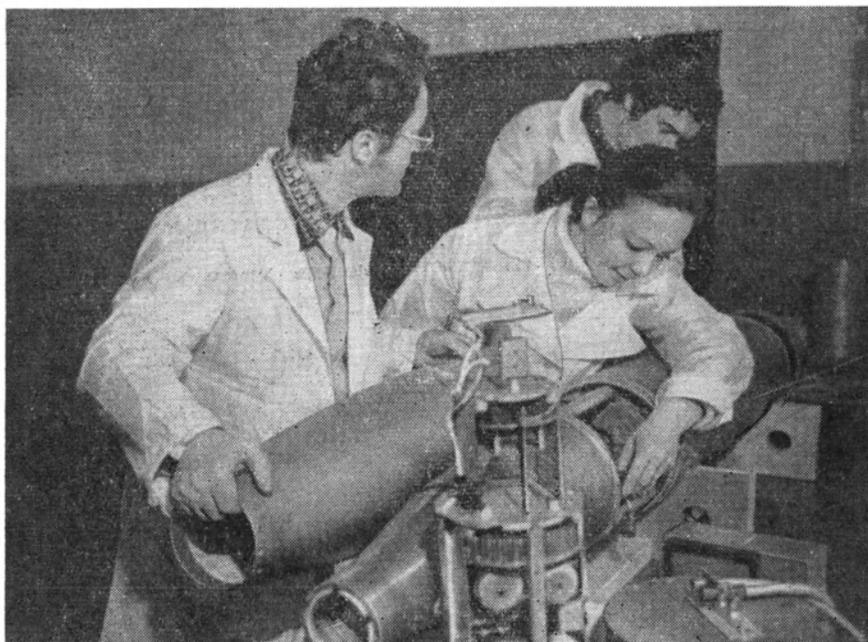
В НРБ, ГДР и СССР продолжаются совместные работы по изготовлению и внедрению в практику аппаратуры для измерения скорости ветра, плотности и температуры. Специалисты ГДР и СССР разрабатывают приборы и методы для изучения прямой и рассеянной радиации Солнца. Они необходимы при ракетных исследованиях концентрации озона и оптических характеристик аэрозоля. Ученые Болгарии, ГДР и Советского Союза ведут работы по созданию физико-математических моделей крупномасштабных процессов в верхней атмосфере и численных схем

■  
*В зале заседаний X совещания Рабочей группы по космической метеорологии*

прогноза полей метеозлементов в стратосфере и мезосфере с использованием спутниковых, ракетных и наземных наблюдений. В НРБ, ГДР и СССР продолжаются регулярные исследования режима ветра на высотах 80—100 км методами радиолокации метеорных следов и измерения дрейфа ионосферных неоднородностей.

При подведении итогов проделанной работы было отмечено, что за истекший период достигнуты важные результаты, которые используются в практической деятельности синоптических органов и в научно-исследовательской работе ученых сотрудничающих стран.

Для дальнейшего улучшения организационной структуры было решено образовать в рамках Рабочей группы две новые секции — методов получе-



ния, интерпретации и использования спутниковой информации и секции исследования верхних слоев атмосферы.

Рассматривая отчет секции по разработке наземной аппаратуры

*Подготовка аппаратуры, устанавливаемой на метеорологической ракете. Слева направо: Г. Циммерманн (ГДР), Е. А. Крожина, О. В. Штырков (СССР)*

для приема данных с метеоспутников, Рабочая группа констатировала, что секция расширила сферу своей деятельности. Помимо технических проблем (конструирование и усовершенствование наземной аппаратуры), она занимается вопросами обработки данных, совершенствования методов нормирования спутниковой информации, методов географической привязки и устранения искаже-

ний, что будет способствовать лучшей сопоставимости данных, получаемых с различных орбит и с разных спутников.

В связи с этим секции присвоили новое наименование — технические средства и методы приема и первичной обработки информации, получаемой с метеорологических спутников.

Совещание решило разработать в 1978 году проект каталога проблем совместных исследований на 1981—1985 годы. Этот проект затем должен быть обсужден и представлен на одобрение совещанию руководителей национальных координационных органов стран-участниц программы «Интеркосмос».

Очередная встреча Рабочей группы показала, что совместные работы ученых социалистических стран в области космической метеорологии продолжают плодотворно развиваться.

## Присуждение Золотых медалей имени К. Э. Циолковского

В связи с успешным осуществлением совместного полета пилотируемых кораблей «Союз» и «Аполлон» и полета на долговременной орбитальной станции «Салют-4» Президиум Академии наук СССР в постановлении от 15 сентября 1977 года отметил выдающиеся заслуги в исследовании и освоении космического пространства дважды Героев Советского Союза летчиков-космонавтов СССР В. Н. Кубасова, А. А. Леонова и В. И. Севастьянова, ранее награжденных Золотыми медалями имени К. Э. Циолковского, и присудил Золотые медали имени К. Э. Циолковского 1975 года:

Героям Советского Союза летчикам-космонавтам СССР Георгию Михайловичу ГРЕЧКО и Алексею Александровичу ГУБАРЕВУ за успешное осуществление одно-

месячного полета на долговременной орбитальной станции «Салют-4» и транспортном корабле «Союз-18»;

члену-корреспонденту АН СССР Константину Давыдовичу БУШУЕВУ за его вклад в развитие космической техники, предназначенной для пилотируемых полетов, и научно-техническое руководство с советской стороны осуществлением проекта совместного полета пилотируемых кораблей «Союз» и «Аполлон».

«Вестник АН СССР», 1, 1978.



АСТРОНОМИ-  
ЧЕСКОЕ  
ОБРАЗОВАНИЕ

«В СССР существует и совершенствуется единая система народного образования, которая обеспечивает общеобразовательную и профессиональную подготовку граждан, служит коммунистическому воспитанию, духовному и физическому развитию молодежи, готовит ее к труду и общественной деятельности.»

(Статья 25 Конституции СССР)

Кандидат педагогических наук  
Е. П. ЛЕВИТАН

## Астрономия в ПТУ

### СРЕДНИЕ ПТУ

XXV съезд КПСС поставил задачу «обеспечивать подготовку рабочих высокой квалификации из числа молодежи для всех отраслей народного хозяйства прежде всего в профессионально-технических учебных заведениях, позволяющих получить одновременно специальность и общее среднее образование».\* Эту важную социально-экономическую задачу призваны решить средние профессионально-технические училища (ПТУ). В десятой пятилетке намечено увеличить подготовку рабочих со средним образованием в ПТУ не менее чем в 2,5 раза.

В сентябре 1977 года ЦК КПСС и Совет Министров СССР рассмотрели вопрос «О дальнейшем совершенствовании процесса обучения и воспитания учащихся системы профессионально-технического образования». В принятом постановлении («Правда», 11 сентября 1977 года), в частности, подчеркивается, что средние ПТУ следует рассматривать как **ведущие** учебные заведения профтехобразования. Намечены конкретные мероприятия по развитию и улучшению работы этих учебных заведений. Развитие сети средних ПТУ — один из эффективных путей осуществления всеобщего обязательного среднего образования молодежи. Учебными планами ПТУ предусмотрена подготовка по программе 9—10 классов средней общеобразовательной (дневной) школы в полном объеме, правда, несколько



\* Материалы XXV съезда КПСС. М., 1976, с. 221.

сокращено время, отводимое на литературу, географию, биологию и астрономию. **Включение астрономии в учебный план средних ПТУ продиктовано глубоким пониманием тенденций развития астрономии, ее роли в современной науке, тесной связи астрономии с освоением космического пространства.** Государственный комитет ~~Совета~~ Министров СССР по профтехобразованию, его ученый совет и ответственные сотрудники аппарата комитета приложили немало усилий, чтобы в тесном контакте с Учебно-методической секцией Центрального совета Всесоюзного астрономического общества разработать программу курса астрономии, обеспечить преподавателей инструктивно-методическими материалами и пособиями, наладить контроль за качеством преподавания астрономии в ПТУ.

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Изучение основ астрономии и космонавтики в ПТУ — составная часть общеобразовательной подготовки выпускников средних профессионально-технических училищ. На первый план выдвигается **задача формирования диалектико-материалистического мировоззрения учащихся и их атеистическое воспитание в процессе овладения системой основных научных знаний о Вселенной и методов исследования Вселенной.** Мировоззренческий потенциал современной астрономии велик. Но существенный вклад в фундаментальную проблему коммунистического воспитания подрастающего поколения вносит не сообщение разрозненных астрономических фактов, а философское осмысление системы данных о Вселенной (здесь, как бывает это нередко, сумма данных оказывается существенно больше арифметической совокупности входящих в нее частей).

Знакомясь с астрономической картиной мира, с космическими явлениями и процессами, учащиеся получают представление о действии известных им физических законов и закономерностей в необычных условиях космоса. Это не только расширяет кругозор учащихся, но и позволяет глуб-

же усвоить ряд принципиально важных вопросов курса физики. Впрочем, немаловажно и само расширение кругозора будущих рабочих, пробуждение у них интереса к науке, развитие их творческих и познавательных способностей.

Современная астрономия, оперирующая грандиозными пространственно-временными масштабами и экстремальными значениями состояний различных форм материи, приобщает учащихся к такой разновидности абстрактно-логического мышления, которую можно было бы назвать **«космическим мышлением».** Едва ли нужно доказывать, насколько необходимо нетрадиционное, творческое мышление людям, работающим с современной техникой и своими руками создающими материально-техническую базу коммунизма!

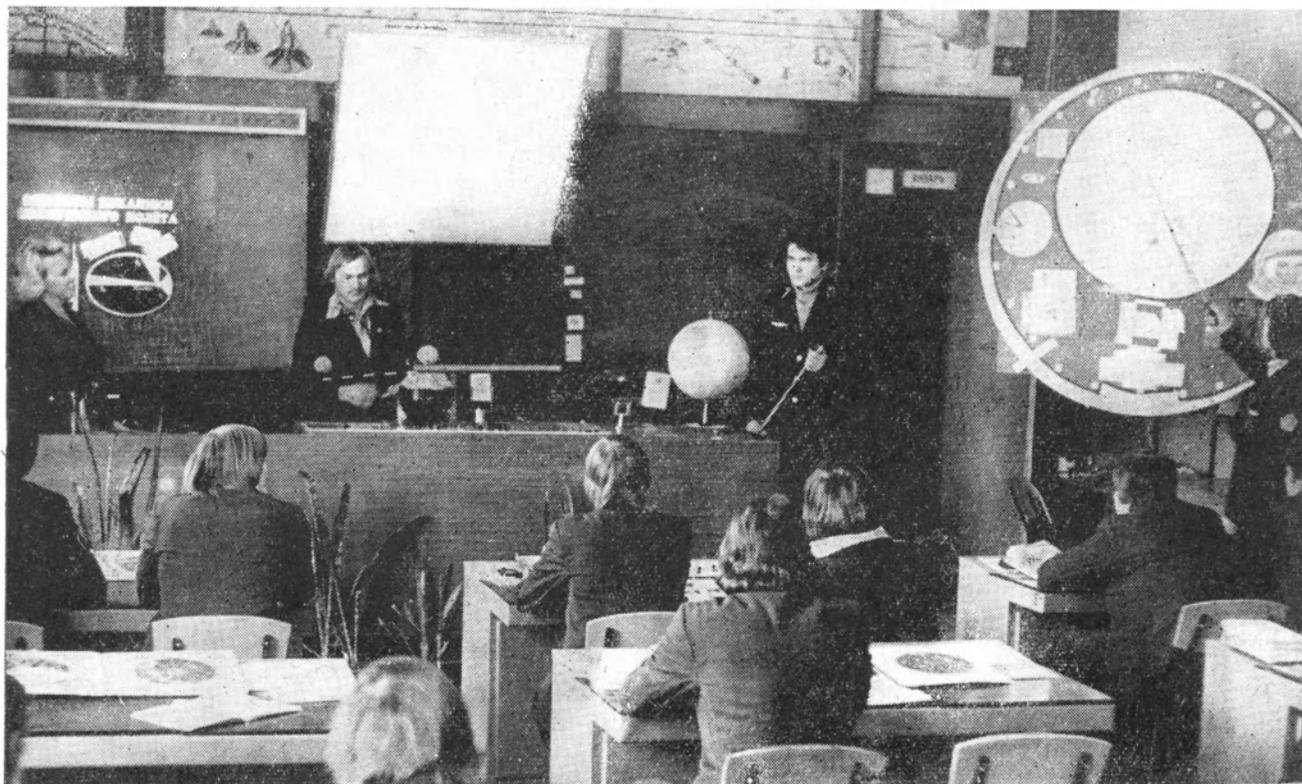
Мы не представляем себе изучение основ астрономии в отрыве от изучения основных понятий, достижений и перспектив космонавтики. Люди, родившиеся и выросшие на Родине теоретической и практической космонавтики, должны стать не только свидетелями, но и активными участниками космической эры. Уроки астрономии помогут учащимся осознать грандиозность и масштабность космических свершений, понять необходимость международного сотрудничества в освоении космоса, почувствовать, что познание тайн Вселенной должно делать людей добрыми и гуманными. Последнее возможно, если познанные в космосе силы природы будут направлены на благо человечества, а не во вред ему.

Являясь мировоззренческим обще-

образовательным учебным предметом, вносящим немалый вклад в образованность и общую культуру учащихся, астрономия должна дать им ряд умений и практических навыков. К их числу относится умение объяснять различные астрономические явления — восход и заход светил, смену времен года, смену лунных фаз, затмения, появление комет и метеоров и т. д. В курсе астрономии учащиеся знакомятся со звездным небом, важнейшими навигационными звездами, простейшими способами ориентировки по небесным светилам. Они приобретают навыки работы с подвижной картой звездного неба, «Школьным астрономическим календарем», школьным телескопом. Надо сказать, что изучение строения Солнечной системы, Галактики, Метагалактики, а также астрономические наблюдения (и особенно наблюдения звездного неба) имеют немаловажное значение для эстетического и нравственного воспитания учащихся. Нет сомнения в том, что, заинтересовавшись астрономией, некоторые учащиеся ПТУ пополнят ряды любителей астрономии, будут строить телескопы, проводить астрономические наблюдения, пропагандировать достижения астрономии и космонавтики в своих городах и селах.

## СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Курс астрономии в ПТУ очень мал — он почти вдвое меньше, чем в средней школе, и примерно такой, как в вечерних школах. Учебный план ПТУ предусматривает 17 часов на преподавание астрономии и 3 часа на астрономические наблюдения. Как в



этих условиях решить задачи, стоящие перед преподавателями астрономии в ПТУ? Можно ли вообще их решить? Какой должна быть стратегия методического поиска? Применительно к системе профессионально-технического обучения прежде такие вопросы никогда не возникали. Это и понятно, ведь раньше профессионально-технические училища не давали своим выпускникам законченного среднего образования, а современное среднее образование неизбежно должно включать основы астрономии и космонавтики!

И все-таки разрабатывать курс астрономии для ПТУ пришлось не на пустом месте, поскольку можно и нужно было опираться на уже накопленный и в значительной мере обоб-

■  
*Московское городское среднее профессионально-техническое училище № 158. Урок астрономии ведет М. Л. Черняк*

Фото В. А. Милющенко

щенный опыт преподавания астрономии в средней общеобразовательной школе. Целесообразность подобной ориентировки станет еще более понятной, если добавить, что учащимся ПТУ предстояло работать со стабильным учебником астрономии для средней школы. То, что по объему курс астрономии в ПТУ меньше, чем в школе, создавало, конечно, серьезные трудности при разработке программы. Но нельзя было не воспользоваться одним весьма отрадным обстоятельством: в учебном плане ПТУ курс астрономии следует за курсом физики, а в средней школе физика и астрономия преподаются в 10 классе параллельно. Преимущество учебного плана ПТУ очевидно: при изучении астрономии учащиеся опираются на уже приобретенные знания физики. (В средней школе это практически невозможно, хотя в разное время предпринималось много различных попыток осуществить взаимосвязь преподавания физики и астрономии.) Таким

образом в средних ПТУ появилась реальная возможность сделать курс астрономии завершающим естественнонаучное образование учащихся.

Курс астрономии в ПТУ расчленен на основные темы: «Введение», «Солнечная система», «Звезды и галактики».

Первая тема знакомит учащихся с предметом астрономии; они приступают к изучению звездного неба, узнают о причинах изменения звездного неба в течение суток и года, учатся ориентироваться по звездам.

Вторая тема включает сведения об истории изучения Солнечной системы; законы движения небесных тел; понятие об определении расстояний до небесных тел и их размеров; движение Луны; природу Луны, планет, астероидов, комет, метеорных тел и Солнца.

В третьей теме раскрывается природа звезд, дается представление о Галактике и внегалактической астрономии, космогонии и космологии.

Как показал опыт первых нескольких лет преподавания астрономии в ПТУ, такое построение курса оправдало себя. Преподаватели отмечают интерес к астрономии, который проявляют многие учащиеся.

Педагогический эксперимент проводится под руководством автора статьи в среднем профессионально-техническом училище № 158 г. Москвы (преподаватель М. Л. Черняк).



## НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Уже отмечалось, что преподавание астрономии — дело новое, а в новом деле проблем всегда больше, чем достижений. Что же это за проблемы? Остановимся лишь на некоторых из них.

Как только был первоначально очерчен круг вопросов, подлежащих изучению в курсе астрономии, возникла необходимость, во-первых, обосновать правильность сделанного отбора учебного материала и, во-вторых, определить глубину изложения каждого вопроса.

Маленький по объему, но чрезвычайно информативный курс астрономии в ПТУ нужно не просто распределить поурочно, а найти методы (точнее, систему методов), которые бы позволили добиться максимальной эффективности каждого урока. Здесь не обойтись без использования комплекса учебного оборудования. На первых порах потребовалось отобрать из учебного оборудования, предназначенного для средней общеобразовательной школы, то, что можно

использовать в системе профессионально-технического обучения. В дальнейшем целесообразно создавать приборы, модели, аудиовизуальные пособия специально для ПТУ. Надо полагать, что в недалеком будущем гоявятся ПТУ, имеющие не только хорошо оснащенные кабинеты физики и астрономии, но и оборудованные площадки для астрономических наблюдений.

Значительные трудности вызывает использование в системе профессионально-технического обучения стабильного учебника для средней школы. Эти трудности обусловлены рядом причин, важнейшая из них — различие объемов курса астрономии в школе и ПТУ. Выход из создавшегося положения один — **разработать учебник астрономии для профессионально-технических училищ.** Такой учебник нужно создавать, во-первых, с учетом новейших воззрений на структуру, построение и оформление современно-го учебника и, во-вторых, с учетом

специфики обучения в ПТУ. Особое внимание необходимо обратить на то, чтобы учебник вызывал желание самостоятельно пополнять свои знания.

«В современных условиях,— говорил товарищ Л. И. Брежнев в Отчетном докладе ЦК КПСС XXV съезду КПСС,— когда объем необходимых для человека знаний резко и быстро возрастает, уже невозможно делать главную ставку на усвоение определенной суммы фактов. Важно прививать умение самостоятельно пополнять свои знания, ориентироваться в стремительном потоке научной и политической информации.» \*

Перечень частично решенных и совсем нерешенных проблем преподавания астрономии в ПТУ показывает, что предстоит еще много сделать, чтобы и курс астрономии помогало успешно решать задачи коммунистического воспитания молодых рабочих.

\* Материалы XXV съезда КПСС. М., 1976, с. 77.



## СТРАННЫЙ ИСТОЧНИК В МАГЕЛЛАНОВОМ ОБЛАКЕ

Еще во время полета спутника «Ухуру» был открыт в Большом Магеллановом Облаке рентгеновский источник LMC X-1 («Земля и Вселенная», № 4, 1972, с. 74.— *Ред.*). Но лишь недавно, когда приборы спутника SAS-3 (Small Astronomical Satellite) измерили его точное положение, оказалось, что источник этот протяженный. Поперечник его около 10 пс.

По мнению американского ученого А. Эпштейна, в Большом Магеллановом Облаке мы наблюдаем остаток Сверхновой звезды. Зная поперечник области излучения и светимость, можно определить, когда вспыхнула Сверхновая. Это произошло примерно 5200 лет назад.

У этой гипотезы есть трудности.

Дело в том, что источник LMC X-1 — перемещный, а все известные остатки Сверхновых — постоянные источники излучения. Как объяснить такое противоречие? Эпштейн считает, что в центре газовой оболочки Сверхновой может находиться двойная система звезд. Одна звезда системы вспыхнула 5200 лет назад и превратилась в нейтронную, другая звезда теряет вещество, которое захватывается соседней. Аккреция на нейтронную звезду и приводит к появлению переменного рентгеновского источника. Если гипотеза верна, то LMC X-1 — первый остаток Сверхновой, открытый не в радиодиапазоне, а в рентгеновской области спектра.

«Astrophysical Journal», 218, 3, 1977.



В. И. КИЯЕВ

## Полярные ночи Шпицбергена на службе астрометрии



### «ЗВЕЗДОЧЕТЫ» БАРЕНЦБУРГА

Более тысячи километров отделяют Мурманск от Баренцбурга, расположенного на  $78^\circ$  с. ш., на самом большом острове архипелага Шпицберген — Западном Шпицбергене. Здесь, на острове, работает экспедиция Николаевского отделения Главной астрономической обсерватории Академии наук СССР. В аккуратных, необычного вида деревянных домиках, приютившихся на невысоком плато у мыса Хезеродден, примерно в пяти километрах от Баренцбурга, живут и трудятся представители древнейшей науки на Земле — астрономы, или, как их в шутку называют в Баренцбурге, «звездочеты». Гостеприимные хозяева обязательно пригласят зайти — гостям здесь всегда рады.

Жилой дом невелик с виду, но

впечатление это обманчиво. Просторный «холл» с настоящим камином, у стены — книжный шкаф, заполненный научной литературой, столик с вычислительной машинкой, у камина стоят два мягких кресла, на столбе, поддерживающем потолок, висят два охотничьих ружья и карабин — все таки Арктика. Направо и налево от «холла» — жилые комнаты, прямо — рабочее помещение, перегороденное стойками кварцевых часов и радиоприемного устройства для регистрации сигналов точного времени. Светлая кухня с электрической плитой. Чуть слышно журчит вода в трубах водяного отопления. Оглядев все это, кто-нибудь из гостей непременно скажет: «Хорошо живете. Комфортабельными стали нынче экспедиции...»

Летом 1974 года на Шпицбергене начал работать первый состав николаевской экспедиции под руководст-

вом ее инициатора и организатора кандидата физико-математических наук Г. М. Петрова. Цель экспедиции — определение абсолютных прямых восхождений звезд в высоких географических широтах. В сжатые сроки — ведь лето в Заполярье короткое — астрономы вместе с баренцбургскими строителями заложили массивные бетонные фундаменты, построили жилой дом и павильоны, установили пассажный инструмент и необходимые приборы. Руками А. А. Аристархова, Н. С. Калихевича, В. М. Ивакина, Г. М. Петрова и был создан тот комфорт, который так нравится гостям.

В октябре 1974 года начались регулярные наблюдения. Погода не слишком баловала астрономов, но несмотря на это к февралю 1975 года экспедиция выполнила свою часть программы, сделав более 5000 наблюдений звезд.



Нас, работавших во втором сезоне (зимой 1975/76), было четверо: начальник экспедиции инженер Э. М. Тильк, астрономы-наблюдатели В. Н. Пышненко и автор статьи и инженер-механик Л. Н. Плешивцев.

Чем же привлекает астрономов этот суровый край?

#### ГОДИЧНЫЙ ЦИКЛ НАБЛЮДЕНИЙ — ЗА ОДНИ СУТКИ

Важнейшая задача современной астрометрии — построение инерциальной системы координат, то есть системы с направлением координатных осей, не зависящим от вращения и годового движения Земли и от движения всей Солнечной системы. Практически это реализуется в виде различных каталогов, содержащих точные положения звезд, тел Солнечной системы, внегалактических объектов в определенной системе координат и другие данные — звездные величины, годовые и вековые изменения координат, собственные движения, параллаксы, лучевые скорости.

Звездные каталоги необходимы специалистам — астрономам — астрометристам, небесным механикам, звездным статистикам, астрофизикам. Высокоточная система небесных ко-

ординат служит пространственно-временной основой для изучения строения и развития Вселенной. Но помимо огромного научного значения, каталоги находят и народнохозяйственное применение: они широко используются в геодезии, картографии, морской и авиационной навигации, а также при выводе Государственной системы эталонного времени СССР. В каталогах нуждаются и такие новые отрасли науки, как спутниковая геодезия, занимающаяся построением высокоточной геодезической сети и фигуры Земли по наблюдениям за движением искусственных спутников, и космические исследования: расчет орбит искусственных спутников Земли и межпланетных автоматических станций немыслим без знания точных координат опорных звезд.

Основное требование, предъявляемое к звездному каталогу, — высокая точность содержащихся в нем величин. Совершенно очевидно, что создание такого каталога — дело весьма сложное, оно связано с решением комплекса астрономических и технических задач. Приведем примеры явлений, которые могут быть источниками всевозможных погрешностей каталога. Наблюдения производят с поверхности Земли, свет от наблюдаемого объекта проходит через тол-

щу нестабильной земной атмосферы, которая искажает ход светового луча. Астрономический инструмент находится в поле тяготения Земли, его детали и узлы испытывают деформации, которые не всегда можно контролировать в процессе наблюдений; деформации вызываются также неоднородным нагреванием или остыванием инструмента. Существуют ошибки, связанные с несовершенством изготовления инструмента, с особенностями его конструкции. Кроме того, как бы ни были точны наблюдения в данный момент, неточное знание некоторых величин, описывающих вращение и движение Земли в пространстве, и собственных движений звезд приводит к тому, что со временем каталог все менее точно воспроизводит заданную систему небесных координат или, как говорят астрономы, система каталога «старее».

Чтобы повысить точность каталога, астрономы составляют оптимальную программу наблюдений, проводят наблюдения в различных позициях инструмента с участием разных наблюдателей, многие звезды наблюдают в двух положениях относительно полюса мира, каждая звезда наблюдается неоднократно. При этом тщательно контролируется состояние ин-



струмента, регистрируются метеорологические факторы.

Большое значение для точности каталога имеет длительность наблюдений. Чем продолжительнее непрерывный ряд, чем обширнее информация, полученная за один «вечер», тем надежнее конечный результат. К тому же некоторые очень важные величины, например элементы дополнительной ориентировки пассажного инструмента, можно рассчитать, лишь комбинируя наблюдения одной и той же звезды в обеих кульминациях. Верхняя кульминация отделена от нижней ровно на 12 часов. Поэтому, если верхняя кульминация звезды происходит ночью, то ее нижняя кульминация приходится на день.

■  
*Баренцбург зимой 1975 года*

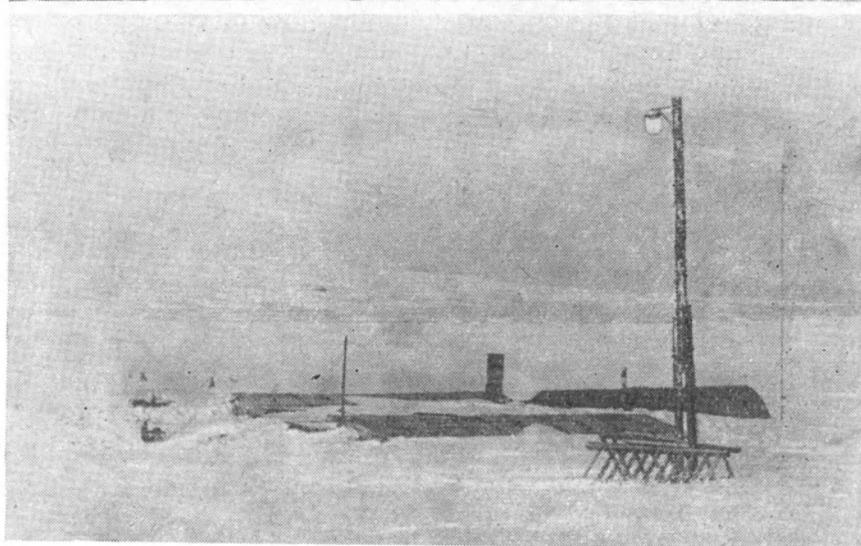
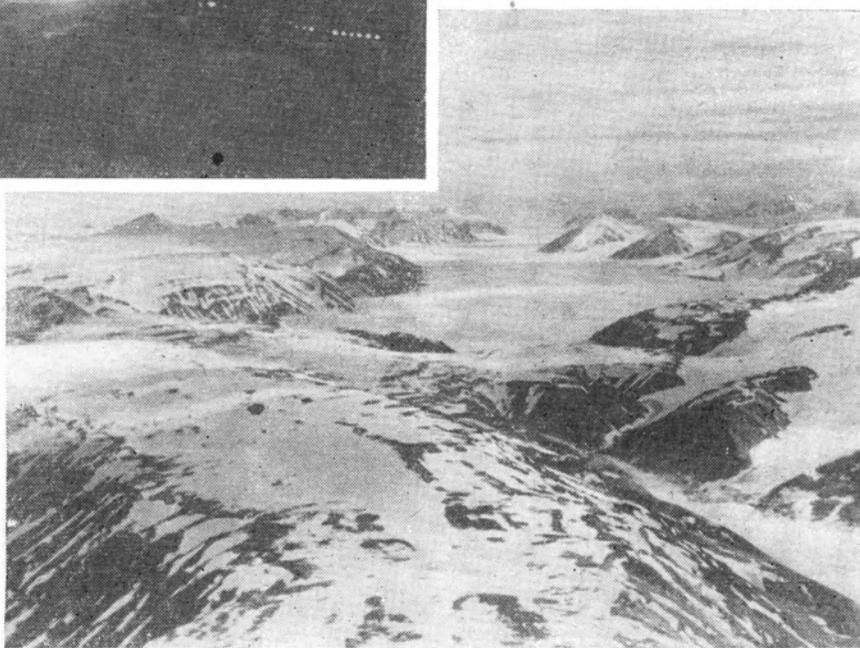
Фото Э. Савицкого

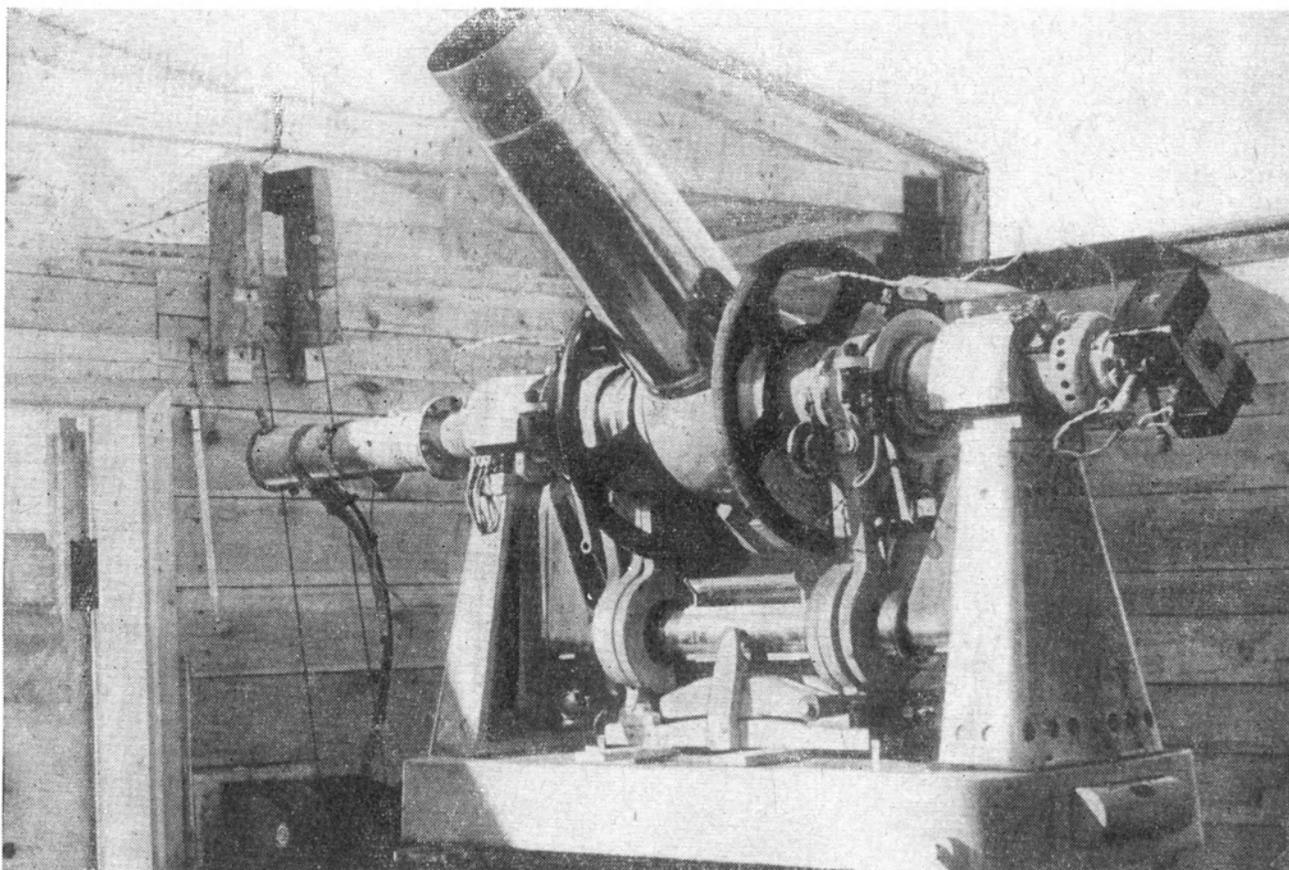
■  
*Ландшафт Шпицбергена*

Фото автора

■  
*Шпицберген в мае 1976 года. В этих домиках живут советские астрономы*

Фото автора





Обычно не хватает ночи, чтобы зарегистрировать звезду в обеих кульминациях. В средних широтах самая долгая зимняя ночь длится не более 14—15 часов, а на юге и того меньше. Правда, разработаны программы наблюдений ярких звезд (в том числе и Полярной звезды) днем, но таких звезд немного, и условия, в которых проводятся работы днем, резко отличаются от ночных. Днем Солнце нагревает астрономический инструмент и павильон — растут тепловые деформации, во много раз усиливаются турбулентные потоки в атмосфере, изображения звезд вследствие этого становятся нестабильными. В результате материал получается крайне неоднородным. Все это вынуждает идти на компромисс: при составлении каталога за основу берут ночные наблюдения, а для определения некоторых необходимых вели-

чин используют и дневные, но очень осторожно.

Программа наблюдений составляется обычно в расчете на суточный цикл. За одну ночь в средних широтах удается выполнить только некоторую часть программы. Так как Земля в своем годичном движении смещается по орбите относительно Солнца, то в данном земном пункте смещается и «звездная ночь». Поэтому в течение года мы имеем возможность наблюдать все звезды программы и ровно через год придем к звездам, с которых начали. Если бы мы могли проводить наблюдения

круглые сутки, то годичный цикл уместился бы в одни сутки.

Теперь понятно, почему астрономы жаждут работать сутками в одних и тех же климатических и метеорологических условиях. Подходящее место для этого — высокие широты, где ночь зимой длится несколько месяцев. Именно поэтому Николаевская обсерватория направила свою экспедицию на Шпицберген.

#### ОСТРОВ С УНИКАЛЬНЫМ КЛИМАТОМ

На Шпицберген не в первый раз приезжают астрономы. Еще в начале века на острове побывала экспедиция русских астрономов, которая проводила градусные измерения Земли. Шпицберген был тогда самым северным участком огромной дуги земного шара, измеренной астрономами.

■ *Фотоэлектрический пассажный инструмент в павильоне, построенном на Шпицбергене*

Фото автора

В 1974 году на острове работала экспедиция Астрономического совета АН СССР, занимавшаяся исследованиями в области космической геодезии. По наблюдениям искусственных спутников Земли прокладывается векторный ход Арктика—Антарктика, соединяющий восемь основных пунктов на земном шаре: Баренцбург (Шпицберген), Звенигород и Ужгород (СССР), Хелуан (Египет), Хартум (Судан), Афгой (Сомали), остров Кергелен в Индийском океане и Мирный (Антарктида). Работы по программе «Арктика—Антарктика» успешно развиваются.

Шпицберген—удобное место для работы экспедиции: не слишком суровый климат, полярная ночь длится около трех месяцев, нет перебоев с подачей электроэнергии и снабжением, поскольку дом и павильоны экспедиции расположены недалеко от крупного (по масштабам этих мест) города Баренцбурга. Правда, одно из достоинств—не слишком суровый климат—в то же время и крупный недостаток. Сравнительная мягкость климатических условий в западной части архипелага Шпицберген объясняется тем, что в омывающие его воды проникает рукав теплого течения Гольфстрим. Море и западные фьорды долго не замерзают даже в сильные морозы, над водными зеркалами образуются обширные поля теплого воздуха, поэтому и погода здесь неустойчива. Неделями могут висеть толстые слои «мокрых» облаков, налетают мощные циклоны, как случилось, например, в январе 1976 года, когда среди зимы несколько суток подряд лил дождь и температура поднялась до  $+2,6^{\circ}\text{C}$ .



Записи в метеорологическом дневнике, который мы вели параллельно с астрономическими наблюдениями, наглядно подтверждают, что погода на Шпицбергене уникальная. Частые и неожиданные изменения давления, скорости и направления ветра, влажности, большие перепады температуры (от  $+3$  до  $-35^{\circ}\text{C}$ ) за короткий период. Например, среди зимы за одни сутки давление может упасть на 50 мбар, а температура повыситься с  $-24,5$  до  $+1,3^{\circ}\text{C}$ . Переход от полного штиля к ураганному ветру бывает мгновенным: только что мела легкая поземка, а через несколько минут носа нельзя высунуть—ветер со скоростью 25—30 м/с несет массу пылевидного снега. Максимальные порывы ветра, которые мы зафиксировали зимой 1975/76 года, достигали 38 м/с.

И все же, несмотря на сложные метеорологические условия, несколько суток в месяц (иногда даже подряд) выдаются ясные и спокойные. Этого уже достаточно. Несколько полных суточных циклов наблюдений дают богатый материал, тем бо-

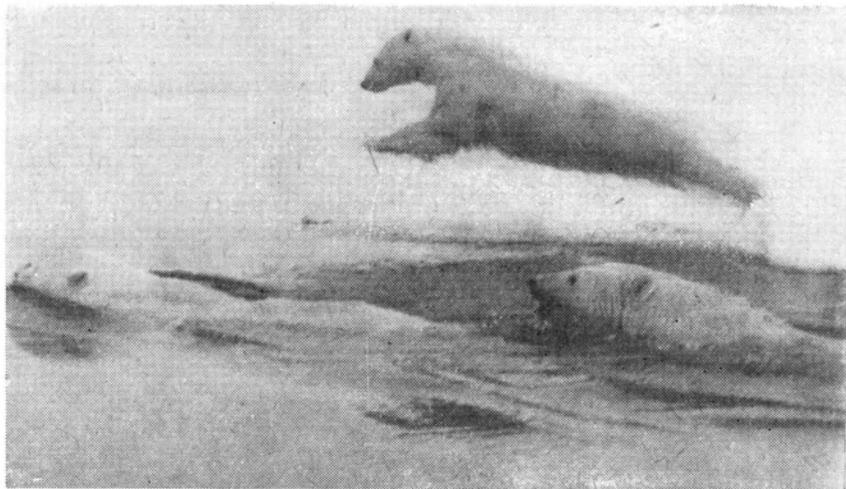
лее, что многие звезды мы наблюдали в обеих кульминациях. Можно ожидать, что система создаваемого каталога прямых восхождений звезд окажется более совершенной, чем в каталогах, которые основаны на наблюдениях, проводившихся в средних широтах.

#### КОГДА РАСЧИЩАЕТСЯ НЕБО...

Когда расчищается небо и стихает ветер, мы «просыпаемся от зимней спячки». И первый наш рабочий инструмент—обыкновенная лопата. Дом обычно заносит по самую крышу, и приходится трудиться часа два-три, чтобы пробить выход в плотно спрессованном снегу. В широкой горловине круто уходящего вверх снежного тоннеля видны звезды и яркие сполохи полярного сияния. В морозном воздухе далеко разносится топот копыт и скрип снега—стадо се-



*Ледник Конгсвеген. Здесь рождаются айсберги*



верных оленей, расположившееся неподалеку на отдых, спешно уходит, услышав наши голоса.

Подготовка к наблюдениям занимает от часа до трех. Нужно откопать дверь павильона, очистить крышу, сколоть лед с направляющих, по которым она раздвигается, вымести горки сыпучего снега, нанесенного в павильон через незаметные для глаза щели. После этого можно раздвинуть створки крыши и снять чехлы с экспедиционного фотоэлектрического пассажного инструмента. Инженеры проверяют регистрирующую аппаратуру, наблюдатели готовят инструмент к работе. Выглядит он очень эффектно: влажный воздух и сильные морозы нарастили на нем толстый слой инея и сделали похожим на блестящую елочную игрушку. Очищаем ото льда оптику и зеркало подвесного уровня, смазываем цапфы — и инструмент готов к работе. Делать все это на морозе (средняя температура зимой 1975/76 года составляла  $-21,2^{\circ}\text{C}$ ) не так-то просто, ведь работать приходится без перчаток.

После получасового проветривания, необходимого, чтобы выравнять температуру вне павильона и внутри

него, можно приступать к наблюдениям. Прохождение звезд регистрируется автоматически, наблюдатель устанавливает инструмент в нужные положения и тщательно контролирует его состояние с помощью специальных приспособлений — мир и уровень. Программа наблюдений довольно насыщенная, она включает 80% звезд фундаментального каталога FK-4 в зоне склонений от  $+10$  до  $+80^{\circ}$ . Иной раз, как это ни странно, на небо взглянуть некогда.

16 февраля — день первого восхода Солнца на широте Баренцбурга — большой праздник для живущих здесь полярников. А ночь 26 февраля 1976 года была последней, когда мы могли наблюдать по нашей программе — в середине марта наступили белые ночи, с середины апреля начался полярный день. Полный период наших наблюдений продолжался около четырех месяцев — с конца октября по конец февраля.

Три года работы на Шпицбергене дали богатый материал. Выполнено свыше 15 000 наблюдений звезд, получены два уникальных по продолжительности (почти 100 часов) непрерывных рядов наблюдений, 25 рядов продолжались 18 часов и более. Материалы наблюдений обрабатываются.

*Представители животного мира Шпицбергена*

Фото Ю. Затинацкого



## КОСМОС НА ЭКРАНЕ ДОМА УЧЕНЫХ

6 декабря 1977 года в Московском Доме ученых состоялся вечер космонавтики «Международное сотрудничество в космосе». Вечер открыл председатель киносекции профессор Н. И. Преображенский. Затем выступил заместитель председателя Совета «Интеркосмос» при АН СССР доктор юридических наук В. С. Верещетин. «Сегодняшний киновечер, — сказал он, — посвящен исследованию и использованию космического пространства в мирных целях. То время, когда космос нас только удивлял, когда все, что с ним было связано, представлялось в романтической дымке, прошло. Космос начинает «отдавать долги». Сегодня со словом «космос» неразрывно связаны слова «космические исследования в интересах народного хозяйства», «международное сотрудничество». Сейчас на ваш суд будут представлены три картины: «Земля крупным планом», «Голос далеких миров» режиссера Д. К. Антонова и «Командировка на орбиту» режиссеров В. Е. Капитановского и Д. С. Родичева. Первые два фильма объединены мыслью о важности и необходимости международного сотрудничества в космосе».

В фильме «Земля крупным планом» показан космический эксперимент «Радуга», осуществленный во время полета космического корабля «Союз-22» в сентябре 1976 года («Земля и Вселенная», № 2, 1977, с. 10—15. — *Ред.*). Это повествование о том, как возникло и развивалось новое научное направление — космическое земледелие. Мы видим на экране образцы многозональной фотосъемки, сделанной с борта «Союза-22», слышим рассказ о том, как разрабатывалась и изготавливалась специалистами СССР и ГДР многозональная фотокамера МКФ-6, на создание которой на народном предприятии «Карл Цейс Йена» ушло три года. С интересом наблюдаем за тренировками летчиков-космонавтов СССР В. Ф. Быковского и В. В. Аксенова.

«Голос далеких миров» рассказал о подготовке и проведении совмест-



ного советско-французского эксперимента «Снег-3», о том, какие трудности пришлось преодолеть советским и французским специалистам, готовившим эксперимент по изучению гамма-излучения Вселенной. Мы видим запуск спутника и счастливые лица людей, отправивших его в полет. Научное содержание фильма становится доходчивым благодаря удачным мультипликационным вставкам.

«Командировка на орбиту» получила серебряный приз X Московского международного кинофестиваля. О чем этот фильм? «Нештатная» (незапланированная) ситуация возникла во время работы летчиков-

*В президиуме вечера. Слева направо: секретарь киносекции И. П. Смольянова, режиссер Д. К. Антонов, председатель киносекции Н. И. Преображенский, заместитель председателя Совета «Интеркосмос» В. С. Верещетин*

Фото А. А. Задикьяна

космонавтов СССР А. А. Губарева и Г. М. Гречко на орбитальной станции «Салют-4» — отказал солнечный телескоп. Космонавтам понадобилось призвать на помощь все свое умение и находчивость, чтобы выйти из «безвыходного» положения. В дело пошли даже медицинские инструменты. Этот фильм подтвердил: как бы хороши ни были автоматы, они не могут полностью заменить человека. Всем, конечно, запомнились слова Г. М. Гречко: «Самое тяжелое — это ответственность перед всеми, особенно перед Главным конструктором». И зрители облегченно вздохнули, когда космонавты справились с непослушным «солнечным зайчиком». И еще одно: всем стало ясно, что полеты в космос — тяжелая работа и слабым (в прямом и переносном смысле) там делать нечего.

Вечер был интересным, и хочется верить, что киносекция Московского Дома ученых еще не раз доставит удовольствие тем, кто придет на встречу с космосом.

Е. И. БАЛАНОВ



Президент Ассоциации любительской астрономии Финляндии  
доктор О. ВИЛХУ

## 60 лет любительской астрономии

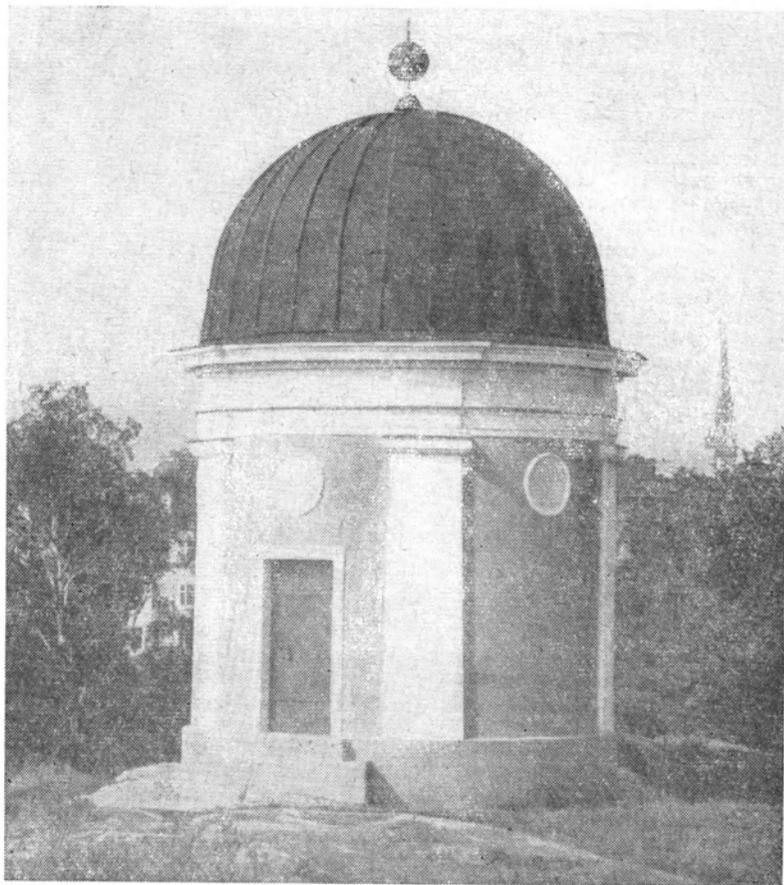
### ПЕРВАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ

Огромные социальные, экономические и культурные преобразования, начавшиеся в России после Великой Октябрьской социалистической революции, оказали сильное влияние на общественную жизнь Финляндии. Маленькая и униженная провинция царской России получила из рук революции независимость и суверенитет. Большое значение для судьбы Финляндии имела деятельность вождя революции В. И. Ленина, чье имя навсегда останется в истории нашей страны.

Принятие в декабре 1917 года Декларации о независимости активизировало культурную и научную жизнь в Финляндии. Вскоре после этого знаменательного события группа астрономов собралась у Ю. Вайсэлэ (впоследствии академика). Они обсудили возможность создания в стране ассоциации, объединяющей астрономов-любителей (URSA), сформулировали принципы ее деятельности. Однако гражданская война в Финляндии прервала работу ассоциации на два года. Ее деятельность возобновилась в апреле 1920 года. С этого момента любительская астрономия в Финляндии перестала быть делом частных лиц, а приобрела общественный характер.

Многие известные финские астрономы возглавляли работу URSA. Это — профессор В. А. Хейсканен (1921—1927 и 1937—1947), профессор И. Бундсдорф (1927—1937), доктор Э. Суксдорф (1947—1956), профессор П. Калая (1956—1964), профессор

Перевод с английского Э. В. Эрмы.



Я. Гуоминен (1964—1970). Профессор Я. Гуоминен много сделал для укрепления связи профессиональной астрономии с любительской.

В последние годы ряды URSA пополнились многими новыми членами. Это — результат все возрастающей роли науки в развитии общества и влияния научно-технической революции на жизнь людей. Особенно активно вступает в ассоциацию моло-

дежь, которая следит за достижениями в области астрономии и хочет приобщиться к научной работе. Полет в космос первого человека — космонавта Юрия Гагарина был воспринят членами URSA с большим энтузиаз-

■  
*Обсерватория URSA в Хельсинки, построенная в 1926 году*

## В Финляндии



мом. После этого замечательного события космонавтика и космические исследования заняли достойное место в деятельности ассоциации.

### ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ URSA

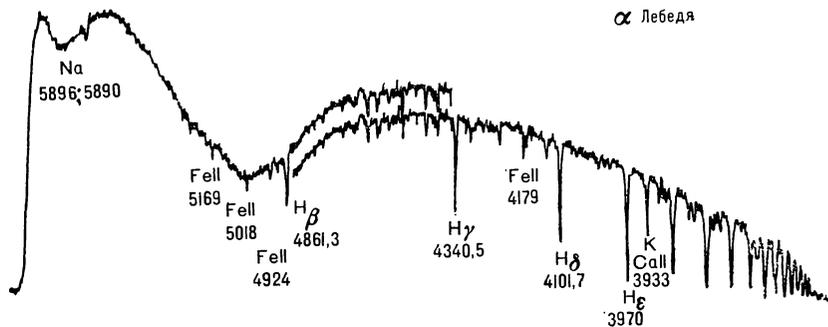
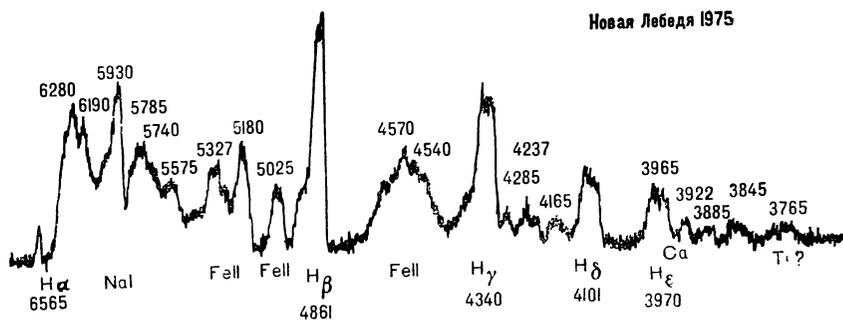
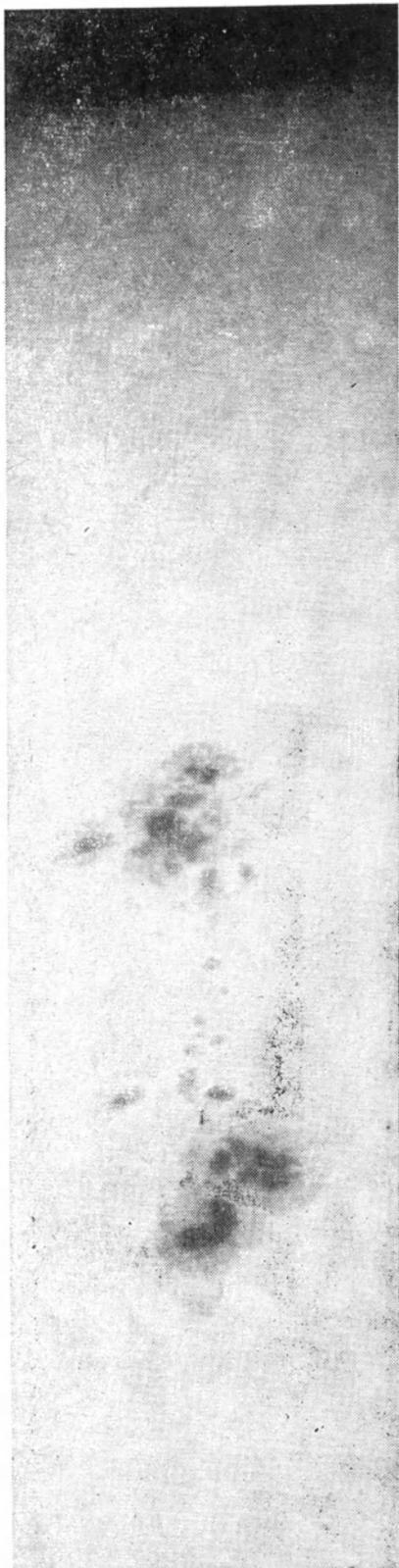
Членом Ассоциации любительской астрономии Финляндии может стать любой житель нашей страны. В настоящее время URSA насчитывает

свыше 1500 членов — главным образом представителей молодежи. Практически все финские астрономы — также члены ассоциации, они оказывают большую помощь в организации ее работы.

Помимо основной наблюдательной базы в Хельсинки, URSA создала 13 местных организаций в других городах. Действуют отделение URSA в Турку, общества «Сатурн» в Куопио,

«Сириус» в Ювяскюля, «Арктос» в Оулу, «Природа» в Карья. Эти отделения ассоциации имеют собственный бюджет, обсерватории, открытые для широкой публики.

■  
*Юные посетители обсерватории в Хельсинки. Обсерватория располагает 135-миллиметровым рефрактором (слева) и 200-миллиметровым рефлектором (справа)*



☀  
Солнечные пятна 6 августа 1975 года. Снимок сделал член URSA К. Кайла на 135-миллиметровом рефракторе

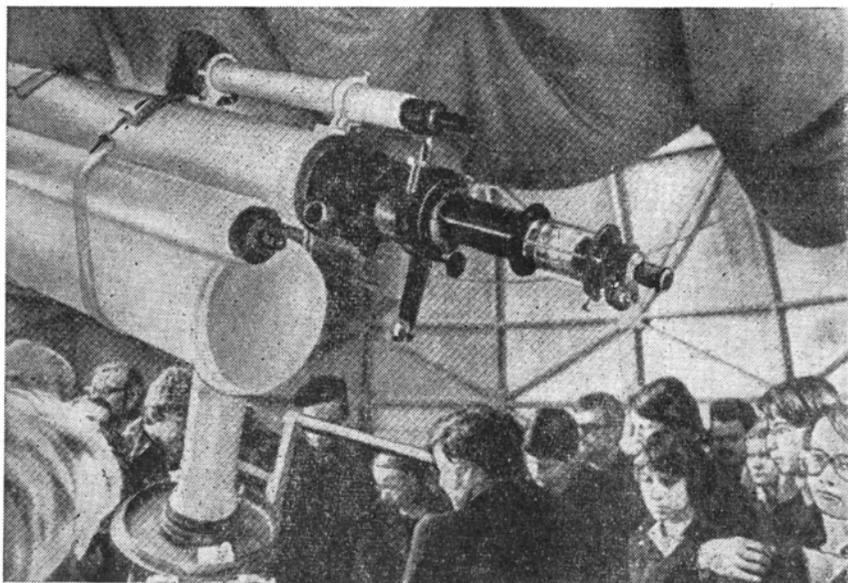
☀  
Спектры Новой Лебедя и Денеба, полученные членом URSA К. Кайла на 200-миллиметровом телескопе с объективной призмой

Деятельность местных организаций в распространении научных знаний трудно переоценить. В отделениях URSA можно наблюдать небо в телескоп и получить некоторые сведения о небесных телах и явлениях. В настоящее время еще многие люди находятся под сильным влиянием антинаучной массовой информации (гороскопы, «летающие тарелки» и т. д.). Поэтому распространение подлинно научных астрономических идей, изложенных в увлекательной форме, имеет большое значение для формирования научной картины мира. URSA

пытается воздействовать и на преподавание астрономии в школе. В 1974 году ассоциация провела специальный семинар, посвященный этому важному вопросу. Материалы семинара были переданы министру образования.

URSA издает журнал «Tähdet ja Avaruus» («Звезды и Космос»). Кроме научных статей, интересных членам ассоциации, журнал предполагает в дальнейшем печатать доступную широкой публике информацию об актуальных проблемах астрономии. На финском языке пока не издается ни один научно-популярный журнал, в котором сообщалось бы о достижениях естественных наук. Журнал «Tähdet ja Avaruus» стремится восполнить этот пробел, по крайней мере, в области космических исследований. Сейчас уже многие библиотеки и школы выписывают журнал.

До настоящего времени URSA выпустило восемь книг, в которых содержатся практические советы для астрономов-любителей, но этого явно недостаточно. Готовится к выходу в свет книга о черных дырах, публикация которой на редкость актуальна. Дело в том, что у многих людей сложилось странное представление об этих удивительных объектах. Такое представление возникло после выпуска нескольких переводных книг, где были развиты мистические концепции о черных дырах. Судя по опыту издательской работы URSA, в Финляндии легче напечатать книги, посвященные «летающим тарелкам», «гуманоидам» и т. п., чем подлинно научным проблемам. Ассоциация считает издательскую работу очень важной и отдает ей много сил.



URSA, как и многие другие ассоциации в Финляндии, не имеет официального положения в министерстве или в Академии наук. Это — общественная организация, которая приобрела влияние и репутацию благодаря своей активной деятельности. Средства URSA получает не из официальных источников, а в основном от членов общества и от распродажи книг и журнала.

Долгое время в ассоциации вся административная и хозяйственная работа выполнялась в общественном порядке. Но по мере развития URSA возникла необходимость в постоянном сотруднике, к которому можно было бы обратиться за помощью.

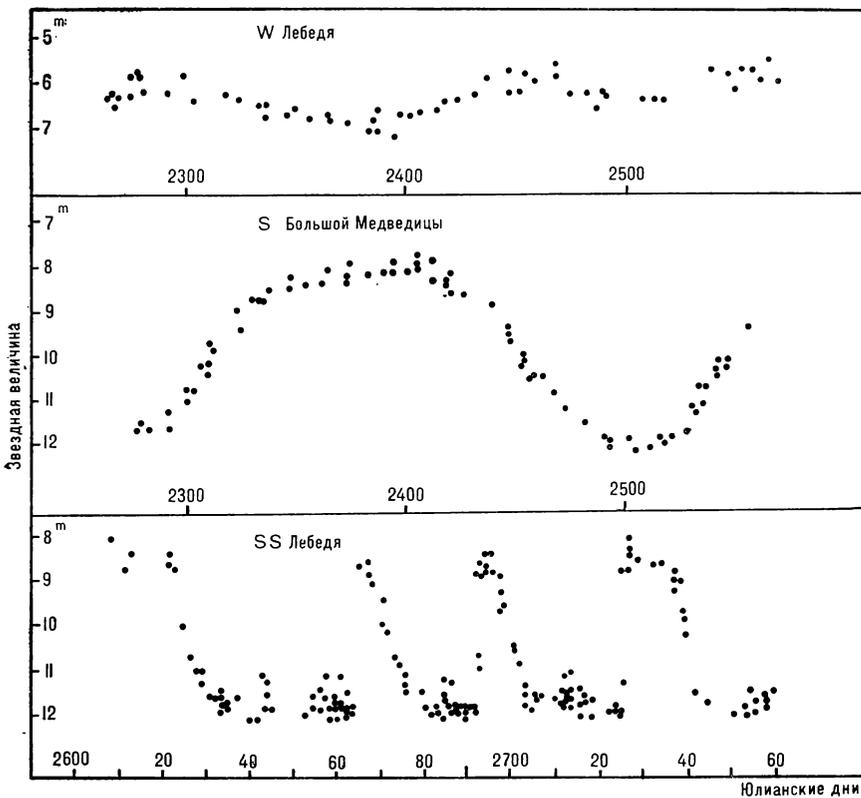
## ДНИ АСТРОНОМИИ

URSA организует ежемесячные встречи, на которые помимо членов ассоциации могут приходиться все желающие. Во время таких встреч астрономы-профессионалы и любители читают лекции по различным проблемам астрономии. В зависимости от темы лекции и, конечно, предшествовавшей ей рекламы, на собраниях присутствуют от 30 до 200 человек. Перед финскими любителями астрономии выступали и советские ученые.

Например, член-корреспондент АН СССР А. А. Боярчук рассказывал о химическом составе звезд, ученый секретарь Астрономического совета АН СССР кандидат физико-математических наук Э. В. Эргма — о деятельности Всесоюзного астрономо-геодезического общества при Академии наук СССР.

Ежегодно URSA проводит Дни астрономии, на которые приглашаются все любители астрономии Финляндии. В 1976 году Дни астрономии состоялись в Лахти, где несколько сот астрономов-любителей участвовали в заседаниях семинаров и рабочих групп. Они смогли осмотреть выставку телескопов, изготовленных любителями. В Дни астрономии внимание широкой публики привлекают популярные лекции. Осенью 1977 года Дни астрономии проходили в Ювяскюля. Этот город называют финскими Афинами, поскольку Ювяскюля — один из центров образования в Финляндии.

■  
*Участники Дней астрономии у 250-миллиметрового телескопа отделения URSA в городе Лахти*



**ЗАРУБЕЖНЫЕ СВЯЗИ**

В Ассоциации любительской астрономии Финляндии функционируют пять секций: переменные звезды; планеты; гокрытие звезд Луной и малые планеты; метеоры; Солнце, кометы и полярные сияния. Из них самая активная — секция переменных звезд. Она издает информационный бюллетень «Мира», в котором рассказывает, как наблюдать переменные звезды, и публикуются результаты наблюдений. Финские наблюдатели работают в тесном контакте с секцией переменных звезд в Швеции. Результаты наблюдений метеоров посылаются в Астрономическую ассоциацию Великобритании, а наблюдения покрытий звезд Луной — в Лондон, в Управление известного ежегодника «Nautical Almanac».

URSA — член Международного союза любителей астрономии и Сканди-

*Кривые блеска нескольких переменных звезд. Визуальные наблюдения проводились под руководством члена URSA К. Келломаги*

навского союза любителей-астрономов.

Осенью 1976 года URSA организовала экскурсию в Пулковскую обсерваторию. Семьдесят восемь участников экскурсии осмотрели обсерваторию и прекрасные памятники Ленинграда. Они выразили горячую благодарность академику А. А. Михайлову и другим сотрудникам, которые познакомили их с научной деятельностью Пулковской обсерватории.

URSA расширяет свои международные контакты, и особенно с астрономами-любителями Советского Союза. Сотрудничество между СССР и Финляндией основано на историческом Соглашении о дружбе и взаимной помощи, подписанном в 1948 году. Позже этот документ был дополнен специальными соглашениями о сотрудничестве во многих областях науки, техники и культурного обмена (в том числе и в области астрономии). Это — хорошая и прочная основа для совместной работы астрономов-любителей Советского Союза и Финляндии.

**Ли́ра**

В древности люди полагали, что небеса источают нежнейшие звуки. Платон в своей «Республике» писал что на небесных сферах обитают сирены. Они поют на разные голоса, которые вместе звучат как сладкогласый оркестр. Цицерон утверждал, что «небо неподвижных звезд должно исполнять партию верхних нот». К небесному оркестру древние не преминули поместить на небо и один из первых земных музыкальных инструментов — лиру. Ее изобретение мифология приписывает Гермесу — вездесущему, многоликому олимпийскому богу, крылатому вестноосцу, покровителю торговли, хранителю путников и пастухов.

Родился Гермес в Аркадии. В гроте горы Киллены жил он вместе с матерью — плейдой Майей. Едва научившись ходить, Гермес выбрался из грота и перед входом увидел черепаху. Поймал ее и из панциря, натянув на него черепашки сухожилия, сделал лиру.

Первой проделкой хитроумного Гермеса было похищение пятнадцати коров из стада Аполлона. Долго искал Аполлон коров, да так и не смог найти. Прибегнув к искусству гадания, он узнал имя вора. Аполлон пришел к гроту Майи и обвинил Гермеса в краже. Гермес все отрицал. Тогда Аполлон вытащил его из колыбели и заставил пойти к их отцу Зевсу, чтобы тот разрешил спор. Зевс велел Гермесу вернуть похищенных коров. С Олимпа Аполлон и Гермес отправились в Пилос, где в одной из пещер были спрятаны коровы. Пока Аполлон их выгонял, Гермес, усевшись на камне, играл на своей лире. Дивные звуки очаровали Аполлона. Он отдал

Гермесу коров в обмен на чудный инструмент.

Игрой на кифаре — инструменте, родственном лире, прославился великий певец Орфей. Он пел под аккомпанемент кифары столь искусно, что деревья и скалы приходили в движение. Его удивительное пение смягчило даже владыку подземного мира Аида. Случилось так, что нимфа Эвридика, супруга Орфея, умерла от укуса змеи. Орфей был глубоко опечален и искал утешения в музыке. Одиноко бродил он по берегу Стикса, воспевая Эвридику. И бог Аид разрешил Эвридике выйти из подземного царства, но при одном условии. Гермес поведет Орфея, за ним последует Эвридика, и на всем пути из царства мертвых Орфей не должен оглядываться назад, на Эвридику. Путь был таким долгим, что Орфей не сдержал слова и оглянулся. Потеряв навсегда любимую, Орфей с той поры не обращал внимания ни на одну из женщин, и разгневанные этим вакханки однажды напали на него и растерзали. Останки Орфея вместе с золотой кифарой они бросили в реку, которая вынесла их в море к острову Лесбос. Там и звучали пре-

красные песни Орфея. Позже сладкозвучную лиру Орфея боги вознесли на небо и превратили в созвездие.

Согласно другому мифу, среди звезд помещена лира Амфиона. Амфион так дивно играл на злато струнной кифаре, подаренной ему самим Гермесом, что при строительстве оборонительных сооружений вокруг города Фивы каменные глыбы под чарующие звуки музыки сами складывались в несокрушимую стену...

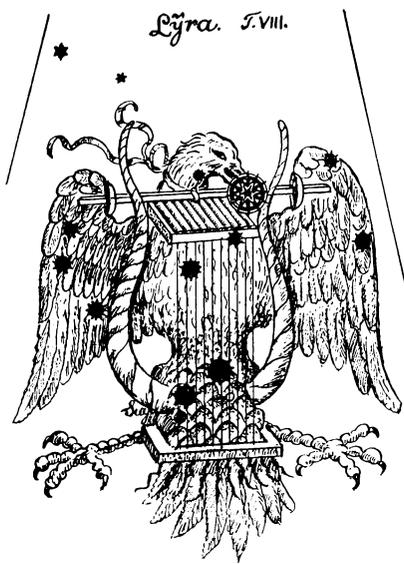
С давних пор на звездных картах рядом с лирой изображался коршун: то он держит ее в когтях, то голова коршуна украшает лиру. Такой рисунок созвездия, как полагают, — дань еще догреческому, финикийскому происхождению его названия. По преданию, финикийский герой Гаркал (прототип Геракла) подвергся нападению трех птиц, одна из которых отождествлялась с созвездием Лиры. Поэтому арабы называли созвездие Падающий Коршун, древние аккады — Буревестник, греки — Лесной Сокол. Известно и такое название созвездия, как Черепаха, связанное с легендарным происхождением лиры. У созвездия много и других наименований: Струна (Fidicula), Плеть (Lura), Песня (Canticum), Наблон — финикийская арфа, Уркучилай — баран, на попечении которого находились небесные овцы древних перуанцев.

И. И. НЕЯЧЕНКО

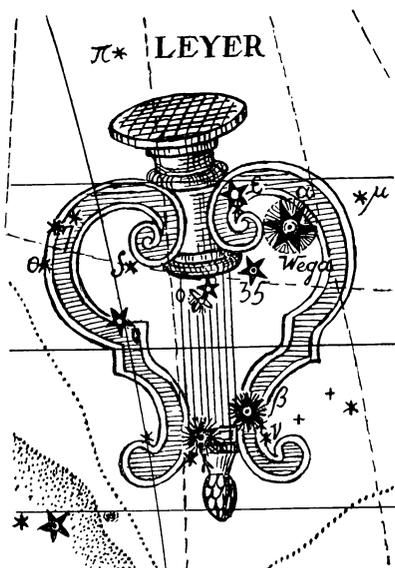
■  
Созвездие Лиры из «Уранометрии» И. Байера (1654 г.)

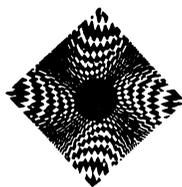
■  
Созвездие Лиры из звездного атласа, вышедшего в Эдинбурге (XIX в.)

■  
Созвездие Лиры из немецкого звездного атласа (XIX в.)



Лейер





ФАНТАСТИКА

П. Р. АМНУЭЛЬ

## Капли звездного света

Я расскажу сон.

Высоко к небу поднялся замок. Он смотрел на мир щелками глаз-бойниц. Я стоял на самой высокой башне, а сверху мне улыбалось голубое солнце. Ослепительное, ярче неба. Лучи его касались моих плеч, ладоней, и я ловил теплый солнечный свет...

Я открыл глаза и понял, что наблюдений сегодня не будет. Потолок был серым, без теней и резвящихся бликов — за окном молочным киселем сгустился туман. Было зябко, хотелось лежать и читать детектив.

Замок и голубое солнце... Замок вспоминался смутно, но голубизна солнца, неправдоподобная, фантастическая, так и стояла перед глазами.

Я растолкал Валеру, поставил на плитку чайник. Мы пили почти черную от неимоверного количества заварки жидкость, и Валера произносил традиционный утренний монолог:

— Опять спектры... доплеровские смещения... считаешь, считаешь, а толку...

Идти на работу ему не хотелось, он с удовольствием посидел бы со мной, жалуясь на жизнь. Валера был похож на студента, обалдевшего от занятий перед сессией. Его медлительность раздражала нашего шефа Саморукова. Он весь кипел, но сдерживался, потому что придрататься было не к чему — работал Валера добросовестно.

Я остался дома, разложил на столе схему микрофотометра. Вчера под вечер в лаборатории потянуло пальным — прибор вышел из строя.

Повесть печатается в сокращенном виде.

Нужно было найти причину поломки. Пальцы мои двигались вдоль тонких линий чертежа, а мысли были далеко.

Я никак не мог привыкнуть к новому месту работы. Три недели я в обсерватории, и три недели нет покоя. То у солнечников горит прибор: «Костя, посмотри, у тебя больше практики...» То на малом фотоэлектрическом телескопе отказывают микромодули: «Костя, на выход!» То Саморуков ведет наблюдения на четырехметровом телескопе: «Костя, посиди-ка до утра». На заводе микроэлектроники, где я работал после окончания института, все было стабильно и четко, как фигура Лиссажу, — свой пульт, своя схема, своя задача. А я ушел. Не надоело, нет. Но месяца два назад на завод пришел Саморуков. Вычислитель «Заря», который был ему нужен, все еще находился в ремонте. Саморуков полчаса стоял за моей спиной, смотрел, как я впаиваю сопротивления. «Почему бы вам не перейти к нам?» — предложил он. Убедить Саморуков умел. Так я и оказался в обсерватории. Присматриваться к работе я начал уже здесь, в горах, вступив в должность старшего инженера. Все казалось мне необычным, новым, интересным, а тут еще сегодняшний сон, как зовущая мечта.

Я натянул свитер и вышел из дому, окунувшись в холодное молоко. Туман оказался не таким уж густым, я различал даже кроны деревьев на вершине Медвежьего Уха — небольшой горы, к подножию которой прилепился обсерватория. Смутно вырисовывалась башня четырехметрового, отделенная от поселка узким овражом.

Из тумана выступила долговая фигура, сутулая, нелепо размахивающая длинными руками.

— А у нас по утрам туман, — пропел Юра Рывчин, поравнявшись со мной.

Юра — наш аспирант, то есть аспирант нашего шефа.

— Какой-то остряк, — продолжал Юра, — написал в рекламном проспекте обсерватории, что у нас двести семьдесят ясных ночей в году. А туманы весной и осенью? — Вот тебе сотня ночей, и еще столько же ясных наполовину. Получается, что год у нас длится суток шестьсот, как на Марсе...

В лаборатории горел свет: то ли не выключили с вечера, то ли включили по случаю тумана. Поломка микрофотометра оказалась непростой, и когда я сделал, наконец, последнюю пайку, свет лампочки над моей головой скорее угадывался. Стоял такой ослепительно яркий августовский полдень, будто звезда из моего сна неожиданно появилась на земном небе.

Я вышел из лаборатории и увидел Ларису. Первое, о чем я подумал: замок и солнце! Должно же что-то случиться сегодня... Лариса вместе с Юрой шли по коридору навстречу мне. На ее лице было знакомое мне с детства ироническое выражение, светлые волосы волнами разбросаны по плечам. Она даже не взглянула на меня, а Юра, пройдя мимо, повернулся и посмотрел внимательно — представляю, какое у меня было лицо. Я медленно пошел за ними, и только теперь в моей черепной коробке возникли первые вопросы: Откуда? Как? Почему?

Лариса здесь. Мы учились вместе с пятого класса. Обожание мое было молчаливым. После десятого класса, когда мы учились уже в разных вузах, я изредка приглашал Ларису в кино, ни на что не надеясь. Я ждал чего-то, а Лариса ждать не собиралась. На втором курсе библиотечного факультета она благополучно вышла замуж за журналиста местной газеты. Новости о Ларисе я воспринимал очень болезненно. Узнал от знакомых, что у нее родилась дочь, назвали Людочкой. Муж стал завотделом писем...

За поворотом коридора Валера, сонно прищурясь, изучал стенгазету «Астрофизик». Я остановился рядом.

— Валера,— спросил я,— с кем пошел Юра?

— А, барышня?...— отозвался Валера.— Наша библиотечка Лариса. Вернулась из отпуска.

Та-ак... Лариса работает здесь.

— Тебя шеф звал,— сообщил Валера.

Я побрел на второй этаж, в длинный и узкий, как труба, кабинет Саморукова. Шеф взглянул на меня из-за своего стола, такого же длинного и неуклюжего, как сама комната, сказал:

— Я попросил бы вас понаблюдать сегодня в ночь. Нужно отснять Дзету Кассиопеи. Последний спектр с высокой дисперсией. Мое твердое убеждение — коллапсар есть.

Шеф искал коллапсары — странные звезды, увидеть которые принципиально невозможно. Это — мертвые звезды, они отжили свой век, видели рождение Галактики, но в далекой своей юности были ослепительно горячими.

К звездам, как и к людям, старость подкрадывается незаметно. Холоднее становятся недра, с возрастом звезда пухнет, толстеет. Она светит красным холодным светом, а в самом ее центре зреет плотное и горячее и очень-очень маленькое гелиевое ядро — предвестник скорого угасания, и конец наступает.

Миллиарды лет живет звезда, а смерть наступает ее в неуловимую долю секунды. Была звезда — и нет ее. Яростно раскинул огненные руки алый факел, разметал планеты, испепелил астероиды, сжег пыль. Далеко от места трагедии, на маленькой планете Земля люди смотрели в небо, где пламенела звезда-гостья — сверхновая. Тяготение сдавило, смяло, стиснуло звезду в такой плотный комок материи, что даже свет, неспособный ни секунды устоять на месте, оказался пойманным в ловушку. Тяжесть... Все кончилось для звезды, осталась только вечная неустрашимая тяжесть.

Черными дырами назвали астрофизики звездные останки. Но Саморуков не любил это название, носящее отпечаток обреченности, и предпочитал говорить по-старинке: «Мы ищем коллапсары». Шеф искал коллапсары в двойных звездных системах, где только одна звезда погибла, а вторая живет и может помочь в поисках.

Судя по наблюдениям, Дзета Кассиопеи тоже двойная система. Но одна из ее звезд не видна. «Это коллапсар», — утверждает Саморуков. Сегодня ночью он хочет это доказать. А я буду глядеть в трубу-искатель, держать голубую искорку на перекрестии прицела, чтобы она не вышла за пределы поля.



Наблюдения... Я не мог избавиться от благоговейного трепета при этом слове. Сразу представлялось огромное небо, огромные звезды, колоссальных размеров серп Луны над западным горизонтом. И сознание собственной незначительности перед всем этим великолепием. Уже три недели я участвую в наблюдениях, но каждый раз встречаюсь с небом будто впервые.

Лариса не удивилась, увидев меня. Разве что в глазах засветилось женское любопытство.

— Здравствуй, Костя. Ты здесь на экскурсиях?

— Я здесь работаю,— сообщил я.

— Вот как? — удивилась Лариса.— Значит, недавно. Три недели? Саморуков переманил? Он умеет. Сильная личность. Работа нравится? А я с мужем развелась. Здесь почти год.

Телескоп еще спал, когда я поднялся в башню. Он вел жизнь зоркого филина, ночной птицы, и, устав, поутру закрывал свой единственный глаз и мирно дремал, греясь под солнцем. Он не любил, чтобы его тревожили днем. Тогда он делал вид, что у него течет масло в подшипниках, перегреваются моторы, шумел сильнее обычного и успокаивался, когда закрывался купол и в башню опять спускалась темнота.

Ночи он любил. Поворачиваясь на оси, он пытался выглянуть наружу, искал свою звезду и долго рассматривал ее, широко раскрыв глаз. Звезда завораживала его, он мог любоваться ею часами и не уставал.

Телескоп был старательной и умной машиной, он обладал мозгом — программным устройством с большой оперативной памятью — и знал многие звезды по именам. Он сам отыскал для меня звезду Саморукова — голубой субгигант Дзету Кассиопеи.

Вовсе не было необходимости следить за объектом в искатель. Никто из операторов и не следил. Но сегодня я был один, Валера обещал прийти попозже, и я сидел, задрал голову и прильнув глазом к стеклу окуляра.

Я смотрел на Дзету Кассиопеи и вдруг понял, что ее-то я и видел во сне. Я увидел, как медленно разбухает звезда, превращаясь в голубой диск. Ей стало тесно в темном озерце окуляра, и она выплеснулась наружу, лучи ее стекали по моим ресницам и застывали, не успев упасть в подставленные ладони.

Я немного скосил глаза и увидел планету. Планету в чужой звездной системе. Она висела неподалеку от диска звезды и была похожа на тусклый розовый серп, пересеченный неровными полосами. Планету окутывали облака, клокочущие и бурлящие. Розовые полосы были лишь просветом в тучах. Поверхность планеты тоже вся кипела, мне даже показалось, что я вижу взрывы. И еще мне показалось, будто светлый серпик протянулся от планеты к звезде.

Почему-то в этот момент я подумал о Саморукове. Я не заметил в системе ничего похожего на коллапсар. Надо будет сказать об этом шефу... Да нет же, что я скажу? Михаил Викторович, сегодня мне явилось видение Дзеты Кассиопеи?.. Я не сплю, черт возьми! Вот теплое стекло окуляра, а вот холодная труба искателя. Под куполом сумрачно, лампа у пульта выхватывает из темноты лишь стул и полуоткрытую дверь на внешнюю круговую площадку.

Внизу послышались шаги — двое поднимались по лестнице, будто духи подземелья, пробирающиеся к звездному свету. В желтом неверном свете возникли Валера и Юра.

— Юра, — спросил я, — ты видел в телескоп планеты?

— Не стремлюсь,— махнул рукой Рывчин.— В детстве глядел на Сатурн.

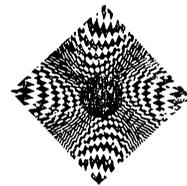
— Я не о том. В других звездных системах. Например, у Дзеты Кассиопеи.

— Какие планеты? Три недели у телескопа, и ты еще не стал скептиком? Читай учебник, а то будешь, как Сергей Лукич...

Сергей Лукич Абалакин, шеф второй группы теоретиков, был притчей во языцех. Он защитил кандидатскую лет пятнадцать назад, и этот труд настолько подорвал его силы, что с тех пор Абалакин не опубликовал ни одной работы. Вряд ли я смог бы стать похожим на Абалакина. Не тот характер. Да и астрофизику Абалакин знал, конечно, как свои пять пальцев. Он был умным человеком, но оказался не на своем месте. Ему бы преподавать в университете, учить других — вот его назначение. Саморуков ведь тоже работал у Абалакина, пока не получил собственную группу.

Закончилась экспозиция, и Валера полез в люльку за кассетой. Я расписался в журнале наблюдений и пошел спать.

На дворе было морозно. Я посмотрел в зенит, но не нашел созвездий — мое знание астрономии еще не возвысилось до такой премудрости. Нечего было и пытаться отыскать Дзету Кассиопеи. Но глаза сами сделали это. Взгляд будто зацепился за что-то в небе. Засветилась, замерцала далекая голубая искорка. Она набухла, как почка на весеннем дереве, и я увидел темные водовороты пятен на ее поверхности. А планету не видел — дымка окутывала ее, но я знал, чувствовал, что она рядом со звездой, бурная и горячая.



У Людочки расшнуровался ботиночек, и мы остановились. Людочка болтала ногой, сидя на невысоком пне, и я никак не мог попасть шнурком в отверстие.

— Сиди спокойно, — строго сказал я.

Мы бродили по лесу уже больше часа — обычная наша прогулка перед заходом солнца. Лариса неохотно отпускала со мной дочку. За месяц мы с Людочкой подружились, и Ларисе это почему-то не нравилось.

Едва мы добирались до перекрестка, где условно начинался лес (здесь росли ежевичные кусты), Людочка останавливалась, заглядывала мне в глаза и тихо говорила:

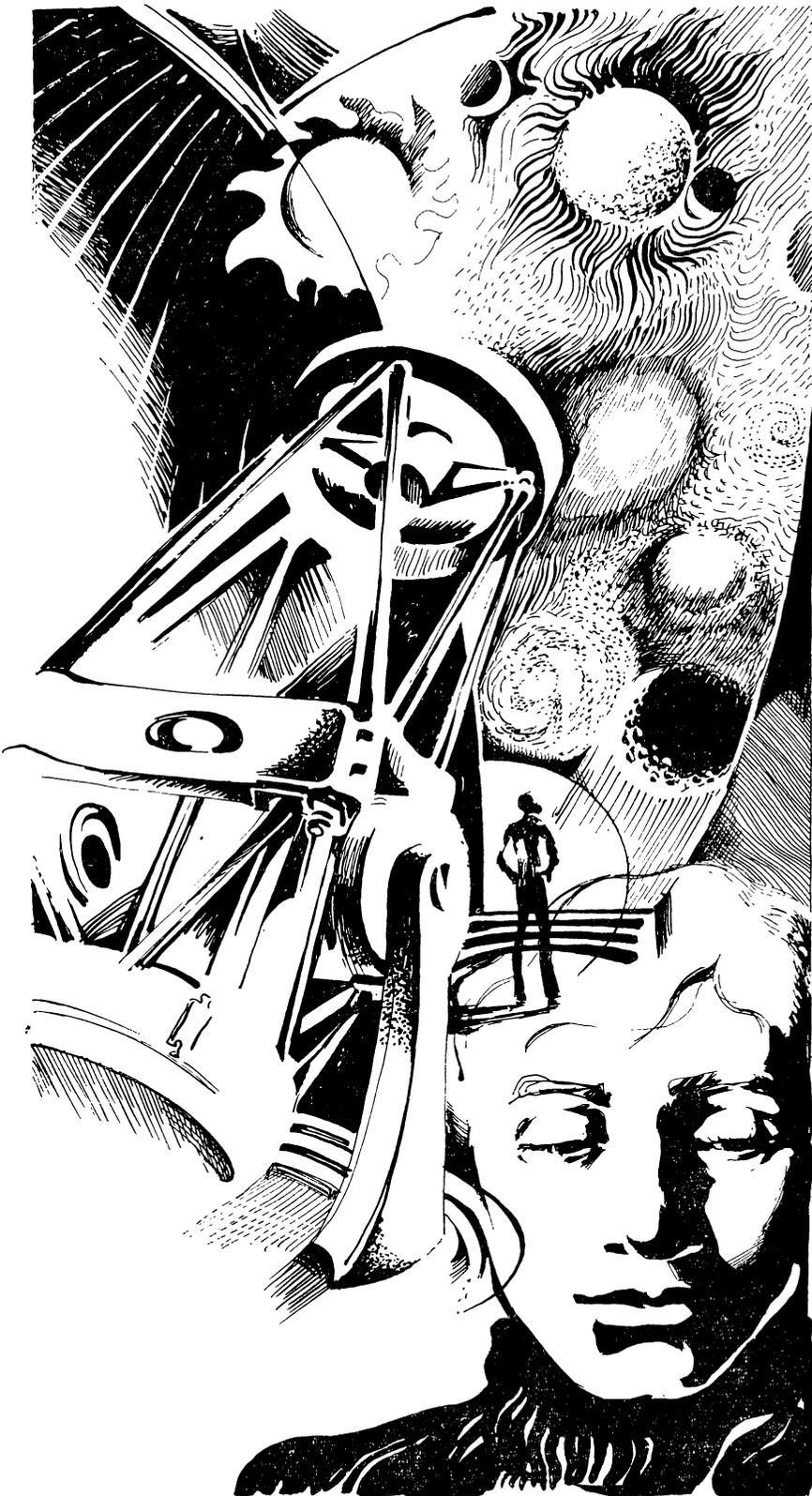
— Ты видел опять?

Мы садились друг перед другом на два пенька, и я рассказывал сон. Рассказывал сказку. Рассказывал то, что было на самом деле.

— Сегодня была совсем другая звездочка, — говорил я, не заботясь о чистоте терминологии. — У нее мягкие золотистые лучи, совсем как твои косички. И она очень грустная, потому что живет одна. У других звезд есть дети-планеты, а у этой нет. А мне очень хочется увидеть планету... И еще надо, чтобы мне поверили... Никто ведь не видит, а я вижу.

— Волшебники всегда все видят, — сказала Людочка.

Какой из меня волшебник? Когда месяц назад я увидел планету в системе Дзеты Кассиопеи, я думал, что так и надо. У каждой профессии есть свои странности и к ним нужно привыкнуть — вот и все. Звезды я видел теперь почти каждую ночь — в телескоп или во сне. Дзета Кассиопеи являлась мне в голубом ореоле коро-



ны, и из ночи в ночь я замечал, как лучики ее то укорачиваются, будто втягиваются звездой, то удлиняются и напоминают щупальца кальмара. Эти лучики иногда достигали розовой планеты, и тогда на ее серпике вспыхивали оранжевые искры.

На восьмую или девятую ночь я разглядел нечеткие тени на склонах планетных кратеров и понял, что звездное вещество выжгло на планете огромные ямы. На десятую ночь наблюдений я, напрягая зрение до рези в глазах, различил на склонах кратеров движущиеся точки. Наверное, это были животные. Стада их скапливались у вершин кратеров — они пили звездную теплоту, раны на теле планеты были для них лакомым угощением.

Я был уверен, что на следующую ночь смогу сосчитать, сколько ног у этих тварей, но утром на вершину Медвежьего Уха поднялся туман. Над обсерваторией нависли хмурые тучи. Два дня не было наблюдений. Юра не выходил от шефа — они заканчивали статью. Валера дремал в лаборатории, подложив под голову «Теорию звездных атмосфер». Над ним висела табличка: «Тихо! Наблюдатель спит!»

Я одолел половину общего курса астрофизики, когда убедился в простой истине, которую, впрочем, знал и раньше: никто никогда чужих планетных систем в телескоп не видел и видеть не мог. Нет такого физического закона. Я уже не ждал откровений. Я всегда считал себя трезвым практиком и вовсе не был готов к встрече с невероятным...

Книгу мою накрыла широкая ладонь, и я увидел перед собой Саморукова. Шеф прочитал название книги, полистал ее без любопытства.

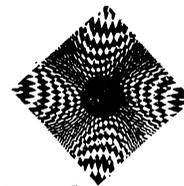
— Что вы сделали за два дня? — спросил он, ни к кому конкретно не обращаясь.

— Погода... — промямлил Валера.

Я кивнул. Конечно, нет погоды, все приборы в порядке.

— Так ли? — усомнился Саморуков. — Я, Костя, не любитель чтения. Работа ценится по результату, а не по тому, много ли человек знает.

— Если мало знаний, какой может быть результат? — парировал я.



ФАНТАСТИКА

— Чепуха, — усмехнулся Саморуков. — Два дня вы штудировали пулковский курс, и он ничего не прибавил к вашим знаниям микроэлектроники. В молодости, когда много энергии, нужно стремиться больше делать самому. Потому я и пригласил вас к себе: ваш начальник на заводе сказал, что вы думающий инженер. Таким я вас и хочу видеть. Посредственный астрофизик мне не нужен.

Он сказал все, что хотел, и решил, что терять еще хоть одну секунду бессмысленно. Через секунду Саморукова в лаборатории не было.

Тот день был пятницей. Вечером ушел в город автобус, и Валера с Юрой поехали домой. Я остался, и мне повезло. Были отличные ночи, очень морозные для конца сентября и кристально-чистые. Телескоп казался фотонным звездолетом на стартовой площадке. Он и был звездолетом, на котором я каждую ночь уходил в странствие. Я начал считать свои звездные экспедиции — в те ночи состоялись тринадцатая и четырнадцатая. Я был единственным членом экипажа.

Центр Звездоплавания задал мне курс к далекому синему Алгенибу. Я слетал за пятьсот световых лет и вернулся к рассвету, привезя восемь спектрограмм для Саморукова и томительные воспоминания для себя. Алгениб — звезда довольно яркая, и мне не пришлось долго ждать. Голубая точка на кресте нитей стала надвигаться на меня, распухая и превращаясь в неистовую звезду. Я еще не видел такого буйства: языки протуберанцев уносились в пространство на многие звездные радиусы и вдруг неожиданно взрывались. Худо при-

ходило тогда трем безжизненным крошечкам-планетам, которые, будто утлые челны, то и дело ныряли в пламенные валы, а когда протуберанец уносился дальше, планеты светились, как угли, выброшенные из огня.

Под утро, когда я вышел из башни телескопа, я увидел на востоке розовую капельку Марса и подумал, что еще не пытался разглядеть детали на наших, солнечных, планетах. Марс, не мигая, смотрел на меня. Взгляды наши скрестились.

Я ждал откровения. Думал, что увижу такое, чего просто не могло получиться на крупномасштабных снимках межпланетных станций. Но Марс поднимался все выше и нисколько не рос, не желал расти. Заболели глаза, начало ломить в затылке, выступили слезы. Неудача.

Уже засыпая под холодными лучами зари, я все повторял, будто нашел зацепку к разгадке тайны: «Я вижу звезды и не вижу Марса. Звезды далеко, Марс близко. Одно вижу, другое нет. Почему? Почему?»

Звездолет должен был стартовать в двадцать два часа. Экспедиция предстояла трудная, и на первом этапе сам шеф взялся вести мой корабль. Звездочка была слабой, пятнадцатой величины, и Саморуков доверял мне еще не настолько, чтобы выпускать одного на такой объект. Сложность заключалась именно в слабости звезды — автоматика дает наводку по координатам, но это значит, что в окуляре искателя появляется около двух десятков звезд примерно равной яркости и до сотни — более слабых. Они разбросаны в поле зре-

ния, как горох на блюде, и ты не знаешь, какая горошина твоя. Искать ее нужно по неуловимым приметам. Ювелирная работа, от которой начинают мелко дрожать руки и слезиться глаза.

На пульте зажглась сигнальная лампочка и одновременно под полом загудело, дрожь прошла по ногам. Включилась экспозиция, заработал часовой механизм. Звездолет стартовал.

— Так и держите, — сказал шеф, выпрыгнув из люльки наблюдателя.

Он поглядел из-за моей спины на показания приборов.

— Хорошо, — сказал он. — Будьте внимательны, Костя, сегодня важный объект. Спокойной ночи.

Когда дверь на галерею захлопнулась, я пошел к телескопу. Отыскал наблюдательную люльку, залез в нее и поехал вверх. В окуляре искателя было сумрачно и пусто, темное озерцо медленно колыхалось, и на дне его я едва разглядел с десятков неярких блесков. Я выключил подсветку — нити пропали, и тогда там, где по моим предположениям остался центр, грустно улыбнулась желтоватая звездочка. Слабая, немощная, она даже мерцала как-то судорожно.

Не знаю, почему мне вдруг пришлось в голову поглядеть в главный фокус. Там, на самой верхушке трубы, куда сходились отраженные четырехметровым зеркалом лучи, тоже была окулярная система. И была маленькая кабина для наблюдателя в самой трубе телескопа, около его верхнего края. В кабине приходилось сгибаться в три погребели, чтобы не загоразживать от зеркала света звезд и глядеть в окуляр, — это уже не пятьде-

сят сантиметров искателя, а все четыре метра, гигантская чувствительность! Слабенькая моя звездочка в главном фокусе, наверное, полна сил.

Люлька медленно выдвигалась на телескопических захватах, я еще не научился хорошо управлять ею и поднимался толчками. Звезды в прорези купола скакали с места на место, и от этого кружилась голова. Верхний край трубы очутился у меня под ногами. В пятнадцати метрах под мной ловило звездный свет главное зеркало. Представилось, как я перелезаю в кабину, как теряю равновесие... Это было мимолетное, но неприятное ощущение. В следующую секунду я уже стоял обеими ногами на мягком полу наблюдательной кабины. Слабо светился пульт, и окулярная панель располагалась не над головой, а перед глазами, смотреть было удобно, хотя и непривычно. Я выключил подсветку пульта, и мой звездолет устремился в непроглядную черноту.

Я окунулся в звездный океан. Не в озерцо, как в искателе, а в огромное море. Стартовые двигатели отключились, и мы неслись в пространстве по инерции. Я смотрел на ту звезду, что находилась в центре. Она была ярче других, и мне показалось, что она неудержимо приближается, будто звездолет мой мчится на недопозволенной скорости, нарушая все правила межзвездного движения.

И я увидел. Все осталось по-прежнему, но я уже научился отличать этот момент узнавания. Момент, когда звезда из точки превращается в диск.

Звезда была старой. Глубокие черные морщины прорезали ее диск па-

раллельно экватору. Морщины болезненно стягивались.

Наверное, к людям и к звездам смерть приходит именно так. Неуловимо меняется лик: только минуту назад черные полосы кружились на звездном диске, и вот они застыли, замороженные, образовав странный и грустный узор. А от полюсов, будто судороги, поползли к экватору. Похоже было, что волны звездного вещества перекатываются с места на место. Боковым зрением я разглядел две планеты — сначала оранжевую искорку, потом зеленую. Зеленая искорка превратилась в серп с длинными рогами, протянувшимися от звезды. У меня захватило дух.

Я увидел огромные синие океаны, белый серпантин облаков, закрученных в кольца. Между ними желтовато-зелеными пятнами пестрела суша.

На границе света и тени вдруг ярко полыхнуло. Пламя разрасталось и тускнело, и что-то проявилось в нем. Я напряг зрение, но от рези в глазах не в силах был разглядеть подробности. Только общее впечатление: гигантский, в полматерика, диск медленно поднимался в космос.

Почему я решил, что это звездолет? Потому ли, что ждал его: ведь если гибнет звезда, все живое должно спастись? Строить огромные корабли и лететь к другим звездам, искать новую родину, чтобы вечно помнить о старой. Едва видимый шлейф пламени тянулся за диском... Улетают.

Я перестал следить за полетом диска, потому что на какую-то секунду был вынужден закрыть глаза. Боль прошла по нервам к затылку, как по проводам, и сконцентрировалась там. Когда я опять взглянул в окуляр, то звездолета уже не было. Я представил себе, как те, кто остался, кто не смог или не захотел покинуть дом, смотрят сейчас в небо, а над горизонтом встает ущербное светило, чтобы последний раз рассеять темноту. И миллионы глаз одновременно, на тысячу лет раньше меня, видят, как начинает вздуться звездный шар, медленно и неотвратно, как набухают, будто вены, темные морщины.

Мой звездолет висел неподвижно в далеком космосе, экипаж собрался

# Почтовые миниатюры, посвященные первой женщине-космонавту



у иллюминаторов и смотрел на гибель звезды. Смотрел и ничего не мог поделать, ничем не мог помочь.

И, будто сопровождающая грандиозную агонию, грянул набат. Я не сразу догадался, что это всего лишь зуммер известил об окончании экспозиции. Полет закончился, база дала приказ о немедленном возвращении.

Я посмотрел вверх. В двух метрах надо мной чернел срез купола, а над ним уже посерело небо. Нужно было срочно вынуть кассету. Лягушка повисла рядом со мной, как посадочная ступень ракеты, вызванная на орбиту спутника, чтобы доставить на Землю экипаж вернувшегося из дальней разведки космолана... «Теперь уже не смолчать,— размышлял я.— Нужно сказать шефу, потому что такое нельзя упускать. Там, вдали, гибнет звезда, следующей ночью она может исчезнуть навсегда. Ни звезды, ни планет — хаос и смерчи. Подпишу журнал наблюдений и пойду к шефу,— решил я, укладывая кассету в шкаф,— вот только отдохну».

Дома я свалился, как подкошенный, не раздеваясь. Закрыв глаза, я успел подумать, что самая страшная катастрофа, если она так безмерно далека, оставит нас холодно-любопытным, не больше. Там мечутся живые существа, гибнет все, огонь слизывает сушу, океан кипит. А нам важно описать и понять.

(Продолжение в следующем номере)

Рисунки А. КОВАЛЕВА

Около двух десятилетий продолжается эра пилотируемых полетов в космос. Сменилось несколько поколений космических кораблей, полеты усложнились, стали более длительными. Однако событие, связанное с запуском кораблей «Восток-5» и «Восток-6», в истории космонавтики занимает особое место: «Восток-6» пилотировала В. В. Терешкова — первая женщина, побывавшая в космосе.

Продолжая филателистическую лептоспись космической эры, советская почта отметила этот групповой полет выпуском многочисленных марок и других филателистических материалов. Ему было посвящено немало и специальных почтовых гашений. 18 июня 1963 года, спустя два дня после запуска космического корабля «Восток-6», поступила в обращение первая марка с портретом его командира и знаменательной надписью: «Космический корабль «Восток-6». 16.VI.1963. Первая в мире женщина-космонавт В. В. Терешкова». Вскоре появились и другие марки, рассказавшие о новом достижении советской космонавтики. Всего в нашей стране на эту тему было выпущено около 35 марок и других филателистических материалов. Пожалуй, наиболее интересна серия из двух марок, выполненных в виде горизонтальной цепки и составляющих как бы одно целое, символизирующее групповой полет двух космических кораблей. На них изображены портреты В. Ф. Быковского и В. В. Терешковой в гермошлемах на фоне космического пейзажа и показаны орбиты кораблей «Восток-5» и «Восток-6». Здесь же приведены даты запуска и посадки кораблей.

Космический полет В. В. Терешковой отметили почтовые ведомства многих стран. В Албании, Болгарии, Венгрии, Гвинее, ГДР, Иордании, Камеруне, Кубе, Монголии, Польше, Румынии, СРВ, Чехословакии и некоторых других странах издано около 100 марок и почтовых блоков.

В Венгрии и ГДР такие серии издавались трижды, а в Болгарии и Румынии — четырежды. Все зарубежные почтовые миниатюры были не только многочисленны, но и отличались значительным разнообразием. Наряду с марками во многих странах (Болгария, Венгрия, Румыния, Иордания и др.) поступили в обращение почтовые блоки. Оригинальные по сюжету и блестяще выполненные полиграфически блоки Венгрии и Румынии представляют собой целую гамму знаков почтовой оплаты — зубцовые, беззубцовые, разной формы, с надпечатками. Некоторые надпечатки рассказывают о визитах В. В. Николаевой-Терешковой в зарубежные страны.

В 1973 году наша страна отмечала 10-летний юбилей полета В. В. Николаевой-Терешковой. Министерство связи СССР выпустило тогда почтовый блок и специальную одностороннюю авиапочтовую карточку с оригинальной маркой. Было также организовано специальное почтовое гашение в Москве, Звездном городке, Ярославле.

Юбилейный блок, миниатюрный, изящный, состоит из трех марок. На нем надпись: «10-летие полета первой в мире женщины-космонавта В. В. Николаевой-Терешковой». На первой — сугубо космической — Валентина Владимировна в гермошлеме на фоне корабля «Восток-6», на вто-

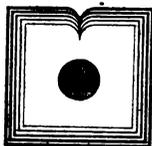


рой — она с дочерью, а на третьей — В. В. Николаева-Терешкова — общественный деятель, один из руководителей международного демократического женского движения.

Сравнительно недавно (в 1973 году) поступила в обращение советская почтовая карточка с оригинальной маркой. Не каждому коллекционеру посчастливилось стать ее обладателем. Она очень интересна и по исполнению, и по сюжету. К тому же она документальна, что высоко ценится филателистами. На открытке воспроизведена ракета с космическим кораблем на стартовой площадке. Сюжет марки — многоплановый портрет В. В. Николаевой-Терешковой в гермошлеме, старт ракеты и космический корабль в полете.

**В. А. ОРЛОВ**





КНИГИ  
О ЗЕМЛЕ  
И НЕБЕ

## «Популярная океанография»

Так называется книга, которую выпустил Гидрометеиздат в 1977 году. Автор книги — профессор Нью-Йоркского университета П. Вейль начал свои исследования с экспериментальной ядерной физики. Затем он занимался геологией нефтяных месторождений и пришел к изучению химической океанографии. «Мой предшествующий интерес к химической устойчивости океана и исследованию плотностной стратификации океана,— пишет П. Вейль в предисловии,— привел меня к гипотезе о происхождении и первоначальном развитии жизни в море. Я продолжаю исследования глубинной циркуляции и одновременно занимаюсь изучением влияния деятельности человека на окружающую среду мелководных бассейнов. Мое настоящее отношение к проблемам окружающей среды обуславливает необходимость исследований на стыке нескольких дисциплин». Последнее и определило направление исследований Вейлем океана и план построения его книги. Знание физики, химии, геологии и биологии позволило автору осветить не только проблемы океанографии, но и некоторые вопросы смежных дисциплин — метеорологии, картографии, географии, геологии, химии и биологии.

В книге шесть частей. В первой, названной «Обзор», автор знакомит с пространственно-временными масштабами изучения океана. Здесь приводятся общие сведения о нашей планете, ее геологической истории, влиянии человека на природу, о картографическом изображении поверхности Земли. Автор уделяет внимание даже единицам измерения, которыми пользуются при изучении суши и океана.



Эти несколько разделов как бы выпадают из темы, которой посвящена книга. И, возможно, их стоило бы опустить в русском издании, как была опущена глава по истории океанографии.

Вторая часть «Земля как тепловая машина» изобилует сведениями о климате Земли, свойствах и динамике атмосферы. Здесь автор обсуждает роль солнечной энергии в формировании важнейших особенностей океаносферы как самостоятельной природной оболочки земного шара. Особый интерес представляют разделы, посвященные взаимодействию океана и атмосферы, а также циркуляции океанических вод.

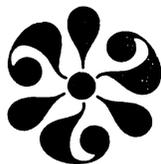
«Земля под океаном» — так называется третья часть «Популярной океанографии». Она отражает геомор-

фологию и геологию океана. В ней рассматривается рельеф дна, процессы разрушения материков и береговой зоны, а также влияние этих процессов на морфологию дна. Правда, геология океана здесь представлена только с точки зрения популярной сейчас теории дрейфа материков.

Четвертая часть книги «Соль в море» — одна из наиболее интересных. Автор дает представление об океанической воде как универсальном растворителе, сопоставляет химический состав океанических и речных вод, подробно обсуждает круговорот углерода в океане, рассматривает, как формируется солевой состав океанических вод и какова его роль в зарождении жизни на океанских глубинах.

«Жизнь в море» — пятая часть книги. В ней дается описание не только различных видов живых организмов (планктон, нектон, бентос, водоросли), но и условий их существования. Вейль рассказывает о фотосинтезе, формировании и изменении биологической продуктивности в океане, о влиянии на нее вертикального перемешивания и выноса питательных веществ при подъеме вод. Несколько разделов посвящены распространению жизни в океане, миграции, влиянию человека на океан.

Шестая часть — «Морская среда». Это тоже одна из интересных частей книги, но, к сожалению, она лишена необходимой строгости построения. Автор пишет, что здесь он сделал попытку «...частичного синтеза путем иллюстрации различных типов окружающей среды». Коралловые рифы служат примером взаимодействия сообщества организмов с географиче-



ОТВЕТЫ  
НА ВОПРОСЫ  
ЧИТАТЕЛЕЙ

ской средой в тропиках. Эстуарии (широкие устья рек, впадающих в океаны и моря) представлены в свете особенно активного влияния человека на природу. Рассматривается циркуляция вод в средиземных морях и Мировом океане, особый акцент делается на перемещении глубинных вод. Здесь также говорится о влиянии океана на формирование и изменение климата всей нашей планеты.

«Популярная океанография» — книга, несомненно, интересная и нужная, тем более что в ней отражены взгляды крупного иностранного ученого, с которыми всегда полезно познакомиться.

Большое достоинство «Популярной океанографии» — лаконичность и ясность изложения, четкая рубрикация и, конечно, обилие иллюстраций.

«Популярная океанография» содержит 500 страниц текста, богато иллюстрированного схемами и графиками, картами и фотографиями. Она рассчитана на широкий круг читателей. Книга может быть использована многими для самообразования. Именно с этой целью автор снабдил каждый ее раздел вопросами и упражнениями, которые облегчают усвоение прочитанного материала.

Большой труд, вложенный группой советских океанографов под руководством члена-корреспондента АН СССР А. Ф. Трешникова, которые перевели книгу на русский язык и подготовили ее к печати, заслуживает высокой похвалы. Можно поздравить и Гидрометеорологическое издательство с выпуском интересной научно-популярной книги.

Доктор географических наук  
В. Н. СТЕПАНОВ

**Космическое тело вошло в пылевое облако. Что произойдет при этом с его скоростью: будет уменьшаться, останется постоянной или начнет увеличиваться?**

В. А. ГАЙДЕНКОВ  
(г. Армавир)

По просьбе редакции на этот вопрос отвечает профессор В. В. РАДЗИЕВСКИЙ.

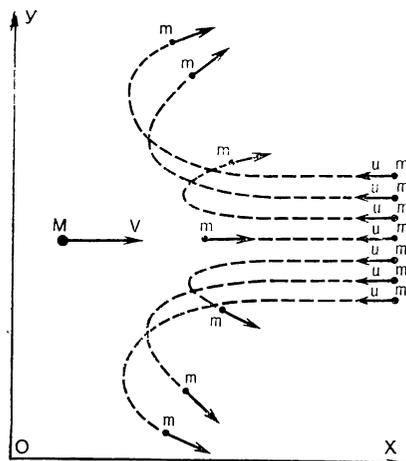
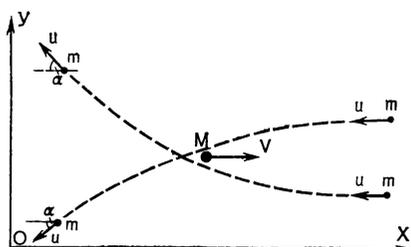
Проблема взаимодействия звезд с пылевыми облаками рассматривалась многими учеными. Однако в популярной форме результаты ее исследования не излагались, хотя они представляют интерес, поскольку такое взаимодействие может как тормозить, так и ускорять движение самой звезды.

Приступая к изложению физической природы взаимодействия звезд с космической пылью, прежде всего необходимо оговориться, что мы не будем учитывать результаты прямого столкновения звезды с пылевыми частицами. Совершенно ясно, что столкновения «в лоб» могут только тормозить движение. Но в космосе эффекты трения в обычном понимании этого явления совершенно ничтожны по сравнению с «трением» бесконтактным, обусловленным силовым взаимодействием звезд с космической пылью.

Чтобы понять физический смысл бесконтактного трения, необходимо вспомнить известную из элементарной физики теорему о сохранении количества движения изолированной системы тел. Упомянутая теорема утверждает, что если спроектировать

скорости всех тел на любую ось, а затем умножить величину каждой проекции скорости на массу соответствующего тела, то сумма полученных произведений сохраняется неизменной.

Для простоты рассмотрим взаимодействие звезды только с двумя пылинками. Пока будем пренебрегать действием ее излучения на пылинки, то есть будем считать звезду достаточно холодной. Пусть звезда имеет массу  $M$  и движется со скоростью  $V$  вдоль оси  $OX$ , а две пылинки, каждая массой  $m$ , движутся навстречу звезде с одинаковыми начальными скоростями  $-u$ . Знак «минус» означает, что пылинки перемещаются против положительного направления оси, и потому проекции их скорости на эту ось будут отрицательными (см. рисунок). Пусть в начальный момент ни одно из трех тел не имеет проекции скоростей на оси  $OY$  и  $OZ$ . Очевидно, полное количество движения системы  $Q = MV - 2mu = \text{const}$ . По мере сближения со звездой скорость пылинок возрастает, а затем снова уменьшается. Но к тому моменту, когда она достигнет своего начального значения, направления движения пылинок изменятся вследствие кривизны их траекторий. Теперь уже обе пылинки будут иметь равные и противоположные проекции скоростей на ось  $OY$ , так что сумма проекций количества движения на эту ось по-прежнему окажется равной нулю. Проекция же скорости пылинки на ось  $OX$  уменьшится, и каждая будет составлять  $-u \cos \alpha$ . Таким образом, полная проекция количества движения на ось  $OX$  теперь записывается:  $MV -$



—  $2 m u \cos \alpha = Q$ . Но поскольку величина  $Q$  не изменилась, а второй член левой части этого равенства уменьшился, значит уменьшился и ее первый член, а следовательно, и скорость звезды  $V$ . На звезду как бы действует тормозящая сила. Эта си-

*Изменение траекторий двух пылинок с массой  $m$ , движущихся навстречу холодной звезде  $M$ . Скорость движения звезды  $V$  уменьшается в результате взаимодействия звезды с пылинками*

*Изменение траекторий пылинок с массой  $m$ , движущихся навстречу горячей звезде  $M$ . Перед звездой образуется «пылевая завеса». Эти пылинки ускоряют движение звезды в направлении  $OX$ . Система излучает световое поле в сторону, противоположную пылевому облаку, поскольку пыль задерживает излучение. Это также способствует ускорению всей системы в направлении  $OX$*

ла, создаваемая всеми встречными пылинками, и называется силой гравитационного бесконтактного трения.

Представленная здесь картина резко меняется, если световое отталкивание, действующее со стороны горячей звезды на пылинки, превосходит силу их притяжения. В этом случае пылинки скапливаются впереди звезды, создавая своеобразную пылевую завесу. Звезда толкает перед собой пылевое облако, обуславливая его ускоренное движение, а облако, в свою очередь, подтягивает за собой звезду так, что вся система начинает двигаться ускоренно. Подобным образом летит фотонная ракета, у которой носовая часть имеет относительно низкую температуру, а с горячей кормы истекает поток фотонов, создавая реактивную двигательную силу. Такую систему уже нельзя считать изолированной. Она будет излучать в мировое пространство световое поле. Закон сохранения количества движения, записанный только для вещественных тел без учета массы поля, теряет в этом случае свою силу.

Итак, в результате взаимодействия с пылевым облаком достаточно холодная звезда испытывает торможение, горячая — ускорение, а у звезды с некоторой промежуточной температурой оба эффекта взаимно уравновешиваются. При какой именно температуре это происходит, точно сказать трудно, поскольку величина второго эффекта зависит от размеров и плотности пылинок и звезды. Такой «нейтральной» звездой, по-видимому, является наше Солнце — типичный представитель населения Млечного Пути.

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.

Ответственный секретарь кандидат педагогических наук Е. П. ЛЕВИТАН. Член-корреспондент АН СССР Г. А. АВСЮК, доктор географических наук А. А. АКСЕНОВ, кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, член-корреспондент АН СССР Ю. Д. БУЛАНЖЕ, доктор техн. наук А. А. ИЗОТОВ, доктор физ.-мат. наук И. К. КОВАЛЬ, доктор географических наук В. Г. КОРТ, доктор физ.-мат. наук Б. Ю. ЛЕВИН, кандидат физ.-мат. наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ, доктор физ.-мат. наук И. Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук К. Ф. ОГОРОДНИКОВ, доктор физ.-мат. наук Г. Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, доктор техн. наук К. П. ФЕОКТИСТОВ

Адрес редакции: 117049, Москва, В-49, Мароновский пер., 26  
Телефоны: 237-02-67, 237-59-93

Художественный редактор  
Л. Я. Шимкина

Корректоры: С. М. Веритэ,  
Т. Н. Морозова

Номер оформили: А. Г. Калашникова, В. И. Кноп, А. Н. Ковалев, Е. К. Тенчурина

Т-06140. Подписано в печать 24/III 1978 г. Сдано в набор 27/I 1978 г. Формат бумаги  $84 \times 108 \frac{1}{16}$  Бум. л. 3.0. Печ. л. 6.0 (10.08) + 1 вкл. Уч.-изд. л. 11,4. Цена 50 коп. Тираж 53 000 экз. Заказ 126.

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

(Продолжение. Начало на стр. 2—5.)

14 марта космонавты продолжали подготовку станции «Салют-6» к полету в автоматическом режиме и космического корабля «Союз-27» к возвращению на Землю, занимались физическими упражнениями, убрали помещения станции, работали с бортовой технической документацией. Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко фотографировали территорию Советского Союза, в частности, районы Байкало-Амурской магистрали.

15 марта экипаж орбитальной станции «Салют-6» выполнял заключительные операции по консервации бортовых систем и аппаратуры станции и готовил космический корабль «Союз-27» к возвращению на Землю. Космонавты включали и проверяли бортовые

системы и двигательную установку корабля, заканчивали укладку в спускаемый аппарат кассет с пленкой, полетной документации и других материалов проведенных исследований, а в бытовой отсек — использованного оборудования.

16 марта в 11 часов была произведена расстыковка корабля «Союз-27» и станции «Салют-6». После торможения корабля произошло разделение его отсеков, и спускаемый аппарат перешел на траекторию снижения. На расчетной высоте была введена в действие парашютная система, непосредственно у Земли сработали двигатели мягкой посадки, после чего спускаемый аппарат плавно приземлился в 265 километрах западнее города Целинограда.

Дальнейший полет орбитальной станции «Салют-6» продолжается в автоматическом режиме.

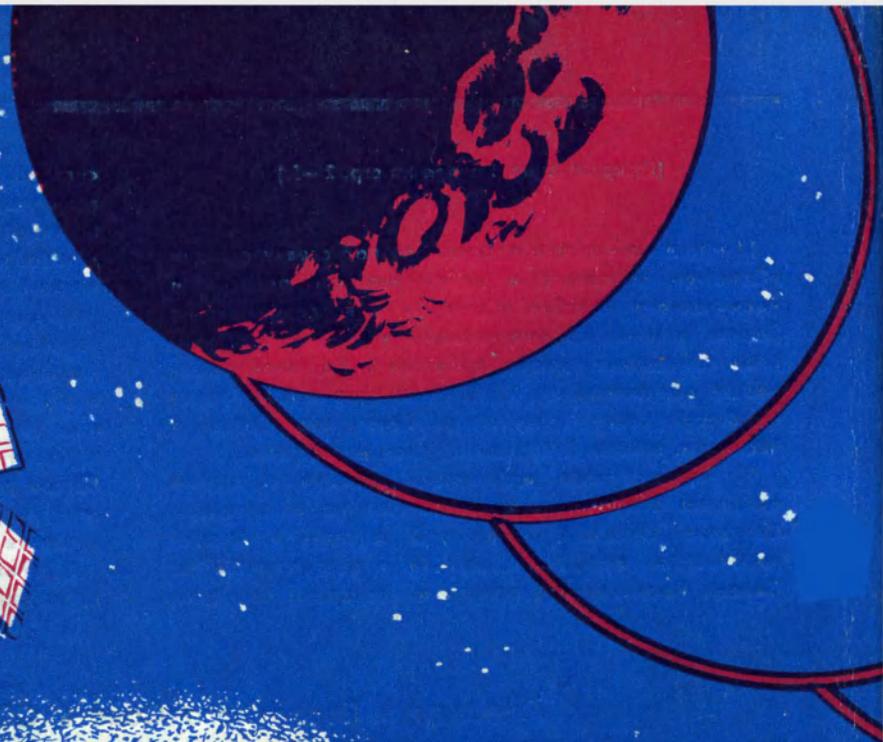
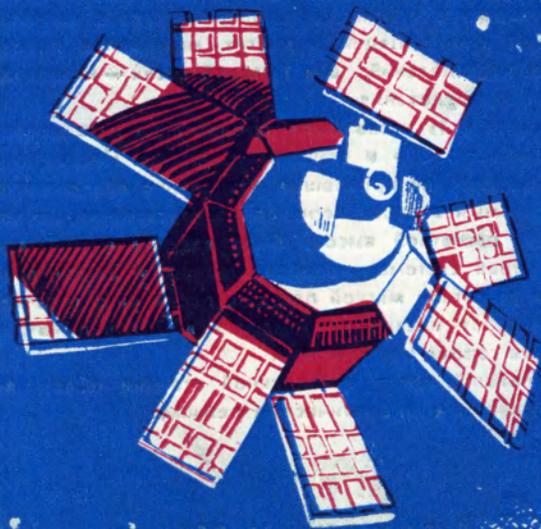
Президиум Верховного Совета СССР за успешное осуществление космического полета на орбитальном научно-исследовательском комплексе «Салют-6» — «Союз» и проявленные при этом мужество и героизм присвоил звание **Героя Советского Союза** летчикам-космонавтам СССР Юрию Викторовичу Романенко, Владимиру Александровичу Джанибекову и космонавту-исследователю гражданину ЧССР Владимиру Ремеку.

**Орденом Ленина и второй медалью «Золотая Звезда»** награждены Герои Советского Союза, летчики-космонавты СССР Георгий Михайлович Гречко, Олег Григорьевич Макаров и Алексей Александрович Губарев.

Президиум Верховного Совета СССР присвоил звание **«Летчик-космонавт СССР»** Юрию Викторовичу Романенко и Владимиру Александровичу Джанибекову.

Президент ЧССР товарищ Густав Гусак по предложению Президиума ЦК КПЧ и Правительства ЧССР присвоил летчикам-космонавтам гражданам СССР товарищам Ю. В. Романенко, Г. М. Гречко и А. А. Губареву почетное звание **«Герой ЧССР»**, товарищу Владимиру Ремеку, космонавту-исследователю, почетное звание **«Герой ЧССР»** и почетное звание **«Летчик-космонавт ЧССР»** за успешное осуществление космического полета на орбитальном научно-исследовательском комплексе «Салют-6» — «Союз» в международном экипаже и проявленные при этом мужество и героизм.

11 апреля 1978 года Генеральный секретарь ЦК КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР товарищ Л. И. Брежнев вручил в Кремле высокие награды Советского Союза участникам 96-суточной героической эпопеи в космосе.



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“

ЦЕНА 50 КОП  
ИНДЕКС 70336