



Земля и Вселенная

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА ●

1/86

Навстречу XXVII съезду КПСС

КПСС считает, что в современных внутренних и международных условиях всесторонний прогресс советского общества, его поступательное движение к коммунизму могут и должны быть обеспечены на путях ускорения социально-экономического развития страны. Это - стратегический курс партии, нацеленный на качественное преобразование всех сторон жизни советского общества: коренное обновление его материально-технической базы на основе достижений научно-технической революции; совершенствование общественных отношений и в первую очередь экономических; глубокие перемены в содержании и характере труда, материальных и духовных условиях жизни людей; активизацию всей системы политических, общественных и идеологических институтов.

Из проекта новой редакции
Программы КПСС

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

Земля и Вселенная

• ЯНВАРЬ • ФЕВРАЛЬ • 1/86

В номере:

На орбите «Салют-7»
Козловский Е. А.— Кольская сверх-
глубокая
Ржига О. Н.— Атлас планеты Венера
Черепащук А. М.— SS 443: новые
результаты, новые проблемы
Береговой Г. Т., Глазков Ю. Н.—
Подвиг, рожденный на земле
Бронштейн В. А.— Серебристые облака

ЛЮДИ НАУКИ

Памяти Кирилла Федоровича Огород-
никова
Маркин В. А.— Владимир Юльевич
Визе

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

Шевченко В. В.— Новые исследова-
ния Солнечной системы
Логинов В. Ф., Федорович Г. В.—
Солнечный контроль геофизических
явлений

ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ

Романовский Е. А., Панасюк
М. И.— Юбилей института ядерной
физики МГУ

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

Корякин В. С.— Земли-призраки
Карманов Б. И.— Первые шаги к
звездам

ЭКСПЕДИЦИИ

Пономарева Л. А.— На Сейшельских
островах

2 АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

5 Витязев В. В.— Пленум СПАК в
13 Алма-Ате 85

21 ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ

30 Станкевич И. И.— Телескопострои-
38 тели обмениваются опытом 88

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

44 Мартыненко В. В., Левина А. С.—
47 Активность Майских ануарид в
1985 году 89
Полное лунное затмение в ночь с 4 на
5 мая 1985 года 94

ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ

53 Неяченко И. И.— Близнецы 96

58 МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРЫ В ПРАКТИКЕ ЛЮБИТЕЛЯ

Белый Ю. А.— Преобразование астро-
номических координат 98

КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

62 Орлов В. А.— На марках — космиче-
ские корабли-спутники 102

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

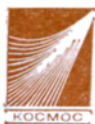
74 Хлебников В. И.— Открывая теорию
относительности для себя 104

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

80

Новые книги (12, 52, 61, 73, 87, 103); Как движется облака нейтрального водорода? (37); Эребус снова активен (67); Новое издание «Карты Луны» (84); Сверхзвезда или ядро звездного скопления? (93); Всесоюзная научная школа в Абастумани (97); Акустическое изображение морского дна (101); Фотографии кометы Галлея (108); Солнце в августе — сентябре 1985 года (111); В 335 — кандидат в протозвезды? (112).



На орбите «Салют-7»

[хроника полета: 1 октября —
21 ноября 1985 года]

1 октября 1985 года программа работ экипажа (В. В. Васютин, В. П. Савиных и А. А. Волков) включала регламентные профилактические мероприятия с отдельными системами станции, визуальные наблюдения земной поверхности, технические эксперименты. Командир — В. В. Васютин и космонавт-исследователь — А. А. Волков прошли медицинское обследование.

2 октября 1985 года в 13 ч 16 мин московского времени была осуществлена стыковка спутника «Космос-1686» с орбитальным пилотируемым комплексом «Салют-7» — «Союз Т-14». Взаимный поиск, сближение, причаливание и стыковка выполнялись автоматически и контролировались Центром управления полетом и экипажем орбитального комплекса — космонавтами В. В. Васютиным, В. П. Савиных и А. А. Волковым. Спутник был пристыкован к станции со стороны ее переходного отсека. Программой полета пилотируемого комплекса «Салют-7» — «Союз Т-14» — «Космос-1686» предусматривались испытания оборудования, агрегатов и элементов конструкции спутника, дальнейшая отработка методов управления сложными ор-

битальными комплексами больших габаритов и масс, а также проведение научных исследований и экспериментов. Спутник «Космос-1686» доставил на станцию оборудование, аппаратуру, различные грузы, необходимые для обеспечения дальнейшего функционирования пилотируемого комплекса.

В последующие дни экипаж занимался профилактическими работами с отдельными бортовыми системами, проводил технические эксперименты с целью изучения характеристик атмосферы вблизи пилотируемого комплекса. Кроме того, всестороннее обследование сердечно-сосудистой системы прошел бортинженер В. П. Савиных, у которого завершался четвертый месяц пребывания в невесомости. По программе космического материаловедения на технологической установке «Пион» проводился эксперимент, имевший целью дальнейшее изучение процессов тепло- и массопереноса в жидких средах в условиях микрогравитации. Космонавты выполняли визуальные наблюдения и съемку акваторий Черного и Каспийского морей, отдельных районов республик Средней Азии. Значительная часть рабочего времени экипажа была отведена геофизическим экспериментам, выполняемым в рамках обширной программы исследования природных ресурсов Земли и изу-

чения окружающей среды. Проводились визуальные наблюдения и съемка территории Советского Союза в средних и южных широтах, отдельных районов акватории Мирового океана, а также операции по расконсервации спутника «Космос-1686», контрольные проверки научной аппаратуры, эксперименты по космической биологии, очередные серии измерений параметров атмосферы вблизи комплекса, занятия физическими упражнениями. Значительное место в программе работ экипажа было отведено комплексным исследованиям земной поверхности, включающим визуальные наблюдения, фотосъемку и спектрометрирование. Районы геофизических исследований — Прибалхашье, Северный Казахстан, Аральское и Каспийское моря, Кавказ. С помощью прибора «Мария» была выполнена очередная серия измерений потоков высокоэнергетических электронов и позитронов в целях изучения механизмов генерации этих частиц в околоземном космическом пространстве. По плану медицинского контроля космонавты прошли обследование, заключавшееся в определении биоэлектрической активности сердца.

10 октября был завершен первый этап эксперимента по сбору метеоритного вещества в космическом пространстве. Этот эксперимент прово-

Продолжение. Начало в №№ 4—6, 1982; №№ 1, 4—6, 1983; №№ 1—5, 1984; №№ 5, 6, 1985.

дится с использованием созданной советскими и французскими специалистами аппаратуры, установленной на внешней поверхности станции В. А. Джанибековым и В. П. Савиных во время выхода в открытый космос. В дальнейшем космонавты выполнили несколько серий визуальных наблюдений и съемки различных территорий Советского Союза и акватории Мирового океана. В. В. Васютин, В. П. Савиных и А. А. Волков провели также большое количество экспериментов по определению спектральных и оптических характеристик земной атмосферы. По программе космического материаловедения на установке «Пион» был завершен очередной цикл экспериментов, направленных на дальнейшее изучение процессов тепло- и массопереноса в жидких средах в условиях микрогравитации. Исследовались, в частности, возможности управления термокапиллярными течениями с помощью переменных температурных полей.

15 октября распоряжением экипажа были предусмотрены геофизические и астрофизические исследования, контрольные проверки отдельных систем станции, занятия физическими упражнениями. На установке «Биогравистат» начались эксперименты по культивированию высших растений в условиях космического полета при создании искусственной силы тяжести.

В последующие дни программа работ космонавтов включала медицинские обследования, геофизические, астрофизические, технические и биологические эксперименты. По плану медицинского контроля был выполнен эксперимент «Спорт»,

цель которого — оценка эффективности влияния физических тренировок различной интенсивности на состояние здоровья и работоспособность космонавтов в длительном орбитальном полете. 18 октября В. В. Васютин, В. П. Савиных и А. А. Волков измеряли массу тела, провели оценку состояния мышц, нагрузки на которые в условиях невесомости незначительны. Экипаж выполнил несколько серий съемки земной поверхности и атмосферы, продолжил эксперименты по изучению механизмов генерации высокоэнергетических электронов и позитронов в радиационных поясах Земли и околоземном космическом пространстве. Завершилась серия экспериментов на установке «Биогравистат» — исследовалось развитие высших растений в условиях искусственной гравитации, создаваемой с помощью портативной центрифуги.

С 19 по 21 октября большая часть рабочего времени была отведена съемкам земной поверхности и исследованиям атмосферы. 22 октября экипаж выполнил еще несколько серий съемки суши и моря с использованием многозональной фотокамеры МКФ-6М и широкоформатного аппарата КАТЭ-140, различной спектральной аппаратуры. Цель эксперимента «Аэрозоль» — получение новой информации о серебристых облаках, газовом составе атмосферы, ее оптических и спектральных характеристиках. Вышли на завершающую стадию эксперименты по сбору метеоритного вещества в околоземном космическом пространстве. В космических оранжереях «Оазис», «Вазон», на установке «Био-

гравистат» продолжались биологические исследования.

В последующие дни космонавты продолжили эксперименты по измерению характеристик атмосферы вблизи комплекса, выполняли контрольные проверки приборов и аппаратуры, занимались профилактическими работами с бортовыми системами и оборудованием. Были продолжены также визуальные наблюдения и съемка различных участков суши и акватории Мирового океана.

29 октября в программу дня включили контрольные медицинские проверки, работу с технической документацией, подготовку научной аппаратуры и приборов к предстоящим экспериментам. Значительное место в работе В. В. Васютина, В. П. Савиных и А. А. Волкова отводится экспериментам по программе исследования природных ресурсов Земли и изучения окружающей среды.

5 ноября космонавты провели цикл визуальных наблюдений и фотографирование отдельных районов суши и акватории Мирового океана, выполнили эксперименты по дистанционному зондированию земной атмосферы для определения ее аэрозольного профиля и газопылевого загрязнения. С помощью прибора «Мария» была начата еще одна серия измерений потоков высокоэнергетических электронов и позитронов в целях изучения механизмов генерации этих частиц в околоземном космическом пространстве. В соответствии с планом медицинских обследований космонавты выполнили ряд биохимических исследований, дали оценку состояния мышц.

Программа полета в даль-



Экипаж пилотируемого комплекса «Салют-7» — «Союз Т-14» — «Космос-1686»: (слева направо) бортинженер В. П. Савиных, командир В. В. Васютин и космонавт-исследователь А. А. Волков

нейшем включала медико-биологические исследования, геофизические, астрофизические и технические эксперименты, контрольные проверки систем и научной аппаратуры станции. Было проведено комплексное обследование космонавтов; исследовалось, в частности, состояние сердечно-сосудистой системы как в покое, так и с имитацией гидростатического давления. Последнее выполнялось с использованием пневмовакуумного костюма «Чибис», в котором за счет перепада барометрического давления создается прилив крови к нижней части тела и тем са-

мым имитируется земное притяжение. Проведен также эксперимент по оценке динамики изменения состава газовой среды в жилых отсеках орбитального комплекса «Салют-7» — «Союз Т-14» — «Космос-1686». 15 ноября и в последующие дни экипаж продолжил геофизические исследования, позволяющие получить дополнительную информацию о природных ресурсах Земли и состоянии окружающей среды. Космонавты занимались систематизацией результатов экспериментов, физическими упражнениями на велоэргометре и «бегущей» дорожке.

Работа экипажа орбитального научно-исследовательского комплекса «Салют-7» — «Союз Т-14» — «Космос-1686» была завершена 21 ноября 1985 года. В этот день в 13 ч 31 мин московского времени космонавты Владимир Васютин, Виктор Савиных и Александр Волков

возвратились на Землю.

Спускаемый аппарат корабля «Союз Т-14» совершил посадку в заданном районе в 180 километрах юго-восточнее города Джезказгана.

В ходе двухмесячного полета экипаж выполнил большой объем исследований земной поверхности и атмосферы, астрофизические, технологические и технические эксперименты, медико-биологические исследования.

Длительный полет космонавтов на борту орбитального комплекса прекращен в связи с заболеванием Владимира Васютина и необходимостью его лечения в стационарных условиях.

Орбитальный комплекс «Салют-7» — «Космос-1686» продолжает полет в автоматическом режиме.

(По материалам ТАСС)

Продолжение следует



Кольская сверхглубокая

В эпоху интенсификации промышленного производства изучение глубинного строения Земли приобретает все большую актуальность. Оно становится принципиально важным для наращивания запасов минерального сырья. Но обнаружить месторождения на большой глубине — довольно трудная задача, решение которой зависит не только от технических возможностей проникновения в земные недра. Необходимо также знать строение недр на глубине, научиться понимать суть происходящих там процессов, четко представлять закономерности распределения полезных ископаемых. Глубинные слои Земли привлекают ученых еще и потому, что здесь зарождаются современные тектонические движения, землетрясения и вулканизм, отсюда поступают мощные потоки тепла. Земные недра — это источник и многих других явлений, так или иначе влияющих на жизнь и деятельность людей.

Целенаправленное изучение глубинных зон на территории СССР началось в 60-х годах. Главные его задачи — это, во-первых, разработка фундаментальных и прикладных проблем геологии с тем, чтобы выявить закономерности распространения полезных ископаемых; во-вторых, решение проблемы прогноза и оценки ресурсов минерального сырья. Задачи эти решаются в рамках крупной комплексной программы, важнейшим элементом которой является исследование континентальной коры с помощью сверхглубоких скважин.

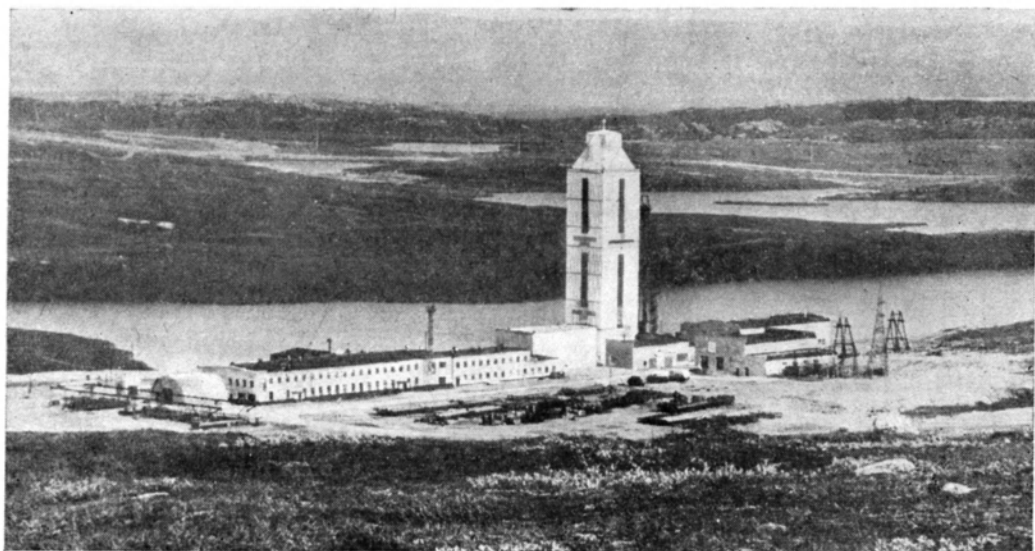
Одной из первых таких скважин стала Кольская сверхглубокая скважина, к концу 1985 года превысившая глубину 12 км. Проводка скважины осуществлялась с применением только отечественных прогрессивных технических средств и технологий, признанных во всем мире и обеспечивающих нашей стране приоритет в бурении сверхглубоких скважин. Успех бурения на Кольском полуострове — большое достижение отечественной науки и техники. Рассказывает о нем министр геологии СССР Е. А. Козловский.

Кольская скважина бурится на территории Печенгского медно-никелевого рудного района Балтийского щита, сложенного древнейшими архейскими и протерозойскими кристаллическими породами. Аналогичные комплексы развиты и в других регионах земного

шара, так что материалы бурения Кольской скважины могут пролить свет на историю развития и строения древней континентальной коры всей нашей планеты.

Целевые задачи бурения скважины — получить информацию о вещественном составе и физических свойствах горных пород на больших глубинах; выяснить особенности геологических процессов, включая процессы рудообразования, и возможности залегания промышленных скоплений полезных ископаемых; изучить строение никеленосного комплекса и глубоких горизонтов земной коры; получить представление о геологической природе сейсмических границ раздела в континентальной земной коре; собрать данные о тепловом режиме недр, глубинных водных растворах и газах. Конечная же цель бурения — на основе полученной информации решить ряд фундаментальных проблем геологии, создать новую модель строения Земли и разработать более совершенные принципы прогноза месторождений полезных ископаемых, необходимых для удовлетворения потребностей в минеральном сырье на пороге XXI столетия.

Теория рудообразования, созданная до проходки Кольской сверхглубокой, основывалась на данных изучения конечных продуктов рудогенеза — месторождений. Приходилось, таким образом, решать обратную задачу — реконструировать возможный ход истории формирования полезных ископаемых. Разумеется, использовались и результаты исследований в районах современного вулканизма, и принципы физической химии. Однако все это не могло заменить прямых наблюдений тех процессов, которые протекают в земных недрах. В Кольской скважине была получена непосредственная информация о составе и физических свойствах пород, информация, имеющая важное значение для разработки прогноза скрытых месторождений фосфатного сырья, железных руд, меди и никеля, слюды и редких металлов.



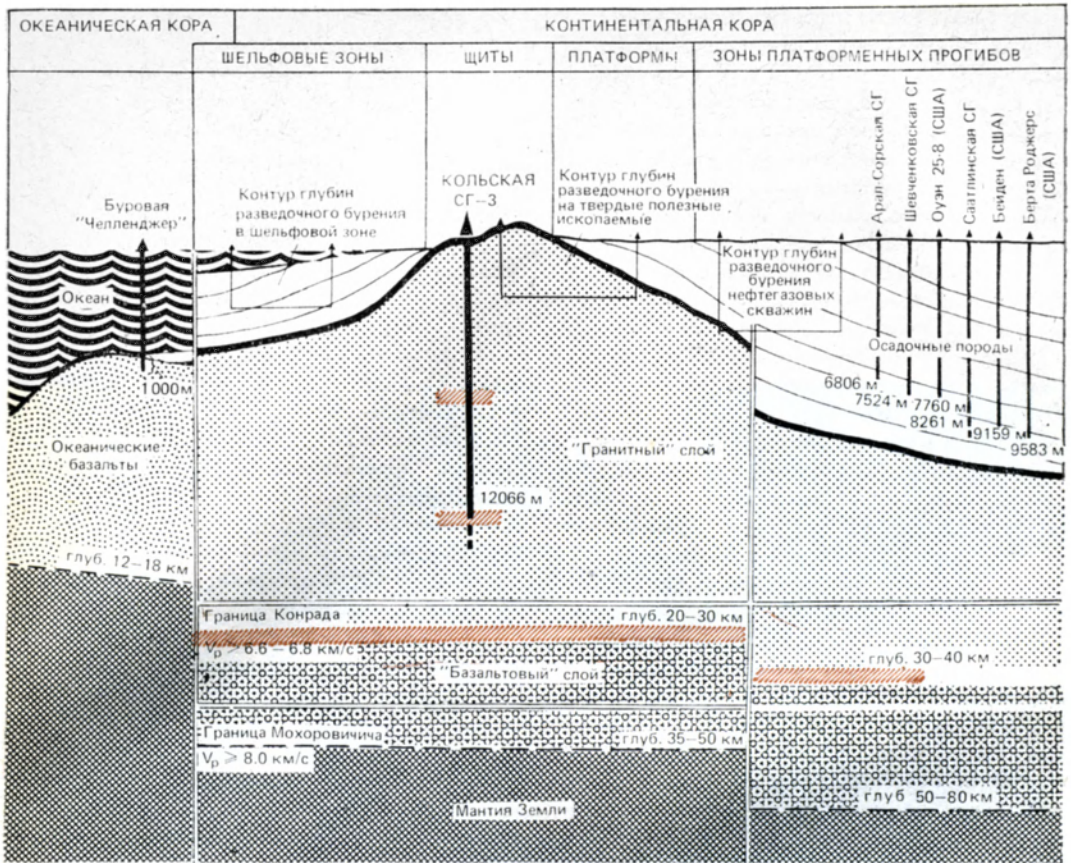
Кольская сверхглубокая. Буровая вышка соединена закрытой галереей с производственно-техническим корпусом и привышечным зданием. В производственно-техническом корпусе размещены инженерно-техническая служба и оборудование для ремонта буровой установки и инструмента. В привышечном корпусе находится буровое и энергетическое оборудование, установка для приготовления и очистки бурильного раствора

Какие же результаты проведенных в скважине исследований можно считать важнейшими? Здесь впервые в одном непрерывном разрезе удалось изучить породы, относящиеся к далекому прошлому Земли — интервалу геологической истории от 3 до 1,6 млрд. лет — и представленные протерозойскими и архейскими комплексами. Изучена метаморфическая зональность, установлены закономерные изменения состава пород и их физических свойств с глубиной, и в итоге построен первый достоверный вертикальный геолого-геохимический разрез докембрийской земной коры.

На обширном фактическом материале впервые удалось доказать, что в пределах древних кристаллических массивов имеются подземные воды и газы практически на всех достигнутых бурением горизонтах, с ростом глубины хлоридно-кальциевые воды сменяются гидрокарбонатно-натриевыми, а в газах

возрастает концентрация водорода и гелия и падает содержание углеводов.

Результаты бурения показали, что континентальная земная кора во всем вскрытом интервале глубин насыщена полезными ископаемыми и распределение различных типов минерализации объясняется последовательной сменой осадочных, магматических, метаморфических и гидротермальных процессов. На глубине 600—1100 м обнаружена низкотемпературная гидротермальная (пирит-халькопирит-пирротиновая) минерализация мантийного происхождения. Глубже, на уровне 1,5—2 км, открыт новый горизонт медно-никелевого оруденения. На глубине 6,5—9,5 км выявлены зоны низкотемпературного гидротермального оруденения (медные, свинцовые, цинковые, никелевые, серебряные), раньше считалось, что они встречаются только вблизи земной поверхности. Многочисленные рудные минеральные ассоциации, которые были найдены в породах разреза, говорят о том, что, возможно, они существуют и в виде промышленных скоплений. Это имеет неоценимое значение для развития учения о полезных ископаемых, для поиска в глубоких недрах новых рудных залежей. Принципиально важным здесь можно считать и вывод об исходном горизонтальном залегании никеленосных интрузий в Печенгском медно-никелевом рудном районе и их расчленении на отдельные



Схематический разрез земной коры.
Глубина Кольской скважины дана на конец 1985 года. Вверху справа приведены сравнительные глубины сверхглубоких скважин, пробуренных на территории нашей страны и за рубежом

фрагменты. Все это расширяет перспективы обнаружения медно-никелевых руд в Печенгской структуре и совершенно меняет критерии их поиска и оценки.

В Кольской сверхглубокой скважине выполнены многочисленные геофизические исследования, что позволило выяснить характер и природу физических полей — электромагнитного, акустического, радиационного, а также зависимость этих полей от вещественного состава, структурных особенностей и термодинамического состояния горных пород.

Было установлено, что изменение физических свойств горных пород и формирование геофизических границ в земной коре сильно зависит от напряженного состояния горных

пород, границы же резкого изменения напряженного состояния соответствуют ступенчатым изменениям температурного градиента и теплового потока в земных недрах. Такое перераспределение напряжений, по всей вероятности, обусловлено внутренними процессами в земной коре, главным образом процессами метаморфизации горных пород. Анализируя поля напряжений различного ранга, удалось обнаружить четко выраженную слоистость земной коры, которая связана с тем, что условия и механизмы деформации на различных глубинных горизонтах совершенно разные.

Синтез результатов комплексных геологических и геофизических исследований позволил сделать вывод: наклонные сейсмические границы, характерные для верхней части разреза, определяются главным образом границами геологических тел, то есть имеют вещественную природу. Однако в нижней части

разреза сейсмические границы — это уже не границы геологических тел, поскольку последние на глубине залегают обычно с крутым падением (угол падения около 60°). Эти пологие сейсмические границы не могут быть и границами метаморфических фаций, потому что начиная с определенных глубин метаморфическая зональность носит «пятнистый» характер. Пологие сейсмические границы нижней части разреза связаны с зонами катаклаза пород — деформации и раздробления их под действием тектонических движений. Так что, по-видимому, сейсмические границы имеют здесь физическую природу.

Одной из целей бурения Кольской скважины было пересечь «гранитный» слой земной коры, сложенный гранитогнейсами, и продолжить бурение в «базальтовом» слое (условное название, основанное на предположении, что этот нижний слой сложен базальтами). Граница «базальтового» слоя до сих пор определялась геофизическими методами. Считалось, что резкие изменения скорости сейсмических волн на больших глубинах в недрах как раз и означают смену «гранитного» слоя «базальтовым». Однако это оставалось всего лишь предположением, ведь в отличие от «гранитного» слоя, который часто представлен на поверхности Земли гранитогнейсами архейского возраста, «базальтовый» слой нигде не выходит на поверхность. И конечно, вскрытие скважиной этого гипотетического слоя вызвало большой интерес.

Кольская сверхглубокая впервые в мировой практике бурения пересекла границу резкого изменения скоростей сейсмических волн, однако вопреки ожиданиям никакого слоя, состоящего из базальтов, не обнаружили. В среднем состав пород ниже границы скачка скоростей сейсмических волн оказался примерно тем же, что и выше границы. Как выяснилось при анализе данных бурения, резкое изменение скоростей волн связано не с переходом от «гранитного» слоя к «базальтовому», а с разуплотнением (уменьшением плотности) горных пород на большой глубине. Разуплотнение обусловлено тем, что в процессе метаморфизма из минеральных гидратов выделяется вода. На глубине всего 2—3 км высвобождается около 2% по массе (или около 6% по объему) воды. Вместе с остаточной водой она распределяется внутри порового пространства в системе микротре-

щин. Ремобилизованная в процессе метаморфизма вода существенно влияет на ряд процессов, которые ведут к разуплотнению пород метаморфизируемой толщи и увеличивают в ней число «пустот». При входе сейсмических волн в зону разуплотненных пород скорость их уменьшается, а при выходе из нее — увеличивается.

Явление «гидрогенного» разуплотнения позволяет понять геологическую природу границ, отражающих сейсмические волны на больших глубинах; с принципиально новых позиций интерпретировать материалы региональных наземных и скважинных геофизических исследований не только на Балтийском щите, но и в других районах распространения древних кристаллических пород. Открытие это проясняет природу и происхождение гидротермальных флюидов, механизм образования тектонических нарушений, меняет представления о круговороте воды на континентах и о строении подземной гидросферы.

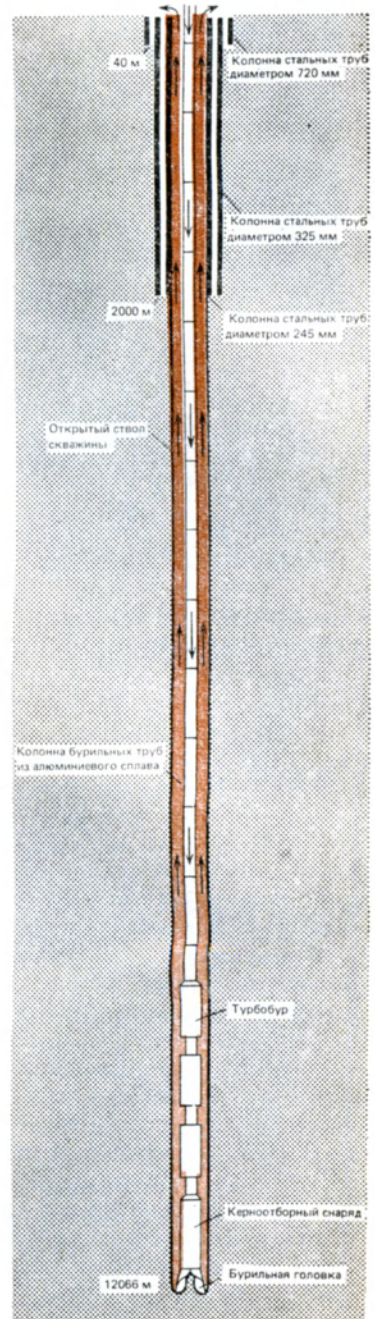
Интересными оказались и данные непосредственных измерений температуры на больших глубинах земных недр. Раньше считали, что в тектонически спокойных районах температура с глубиной растет незначительно. До бурения Кольской скважины предполагали: на глубине 10 км температура не превышает здесь 100°C . Однако реальная цифра оказалась почти вдвое выше (180°C). Исследована была также радиохимическая зональность урана, тория и калия, что явилось существенным вкладом как в разработку общей термической модели формирования земной коры, так и в решение конкретных проблем использования внутреннего тепла земных недр в хозяйственных целях. Изучение температурного режима недр позволило дать ответ на вопрос, который давно волнует ученых: каков вклад мантии и радиоактивного распада элементов в горных породах в общий поток тепла земных недр? Оказалось, что мантия Земли — основной источник тепла.

Как показало бурение, глубокие горизонты земной коры, считавшиеся раньше «мертвыми», в далеком прошлом активно участвовали в биологических процессах, происходивших в земных недрах. Данные изотопного анализа углерода позволили выделить два источника углекислого газа: первый связан с мантией и сосредоточен в архейских породах, второй имеет биогенное происхождение и



◀ **Схема геологического разреза, вскрытого Кольской сверхглубокой скважиной. Протерозой:**
а — авгитовые диабазы с прослоями теросеновых и пикритовых порфиритов, туфы и туффиты основного состава с платовыми интрузиями габбро-диабазов;
б — филлиты и алевролиты с прослоями туфов;
в — ритмично слоистые песчаники с прослоями алевролитов и филлитов; **г** — актинолитизированные диабазы с редкими прослоями туфов;
д — доломиты, аркозовые песчаники и серицитовые сланцы;
е — метабазиты;
ж — доломиты и полимиктовые песчаники;
з — диабазовые порфириты и сланцы;
и — конгломераты и гравеллиты.
Архей: **к** — биотит-плагиоклазовые гнейсы с высокоглиноземистыми минералами;
л — магматизированные и гранитизированные биотит-плагиоклазовые гнейсы с линзами магнетит-альфиболовых сланцев

▶ **Схема конструкции Кольской скважины. Стрелками указано направление потока бурильной жидкости, нагнетаемой и турбобуру**





Центральный пульт управления бурением
Кольской скважины

преобладает в породах протерозойского комплекса. В них к тому же найдены окаменевшие остатки микроорганизмов — микрофоссилий, возраст их исчисляется сотнями миллионов лет. Видимо, в древности на нашей планете были широко распространены биогенные процессы.

С помощью бурения земной коры удалось выявить вертикальную зональность в распределении деформаций: до глубины 4,5 км породы практически недеформированы, в слое от 4,5 до 6,8 км развиты сланцеватые породы. Для более глубоких горизонтов характерны преимущественно гнейсовидные породы. На этом фоне — по всему разрезу — встречаются локальные зоны раздробления, перетиранья и деформации пород, в которых протекали низкотемпературные гидротермальные процессы. Факты эти опровергают существовавший раньше взгляд, что на распространение

и внутреннее строение рудоносных трещинных структур влияет рост (с глубиной) всестороннего давления и что глубина распространения минерализованных зон брекчирования и трещиноватости не превышает 5 км. Данные бурения показывают: минеральные трещинные структуры распространены в недрах в 3—4 раза глубже, чем это следовало из теоретических расчетов.

Характер деформации горных пород, говорят результаты бурения, меняется в зависимости от того, каков геотермический режим в недрах Земли. В условиях слабых тепловых потоков из недр трещинные структуры могут формироваться довольно глубоко. Так, бурением Кольской скважины было установлено, что трещиноватость в породах не исчезает с глубиной, как считалось раньше; даже на глубине 6—8 км есть зоны трещиноватости пород. Эта информация имеет принципиальное значение для разработки теории разрывных деформаций в земной коре. В сочетании с другими геологическими наблюдениями она позволяет утверждать, что из-за вертикальных и горизонтальных перемещений даже на

больших глубинах могут возникать тектонические блоки, разрывные и складчатые структуры, благоприятные для рудоотложения. Более того, Кольская скважина предоставила исследователям реальные данные о физическом состоянии и свойствах горных пород на глубине более 10 км; была установлена их высокая проницаемость, а это важно для прогноза инженерно-геологических условий искусственно создаваемых подземных «пустот».

Общим итогом изучения материалов бурения Кольской скважины можно считать вывод об эволюции докембрийской континентальной земной коры возраста от 3 до 1,6 млрд. лет и создание ее объемной модели. В последние годы появляются все новые и новые доказательства того, что континентальная земная кора возникла в самом начале геологической истории и в течение архея—протерозоя прошла сложный эволюционный путь. Однако вопрос о химическом составе первичной земной коры остается дискуссионным. Одни исследователи среди древнейших кристаллических сланцев выделяют фрагменты «лунных» анортозитов и базальтов. Другие считают, что первичная кора представлена породами, образовавшимися при плавлении мантийного вещества,—базитами-гипербазитами и тоналитами. Третьи отводят главную роль в формировании земной коры процессам седиментации и выветривания, которые почти полностью уничтожили ранее существовавшую оболочку магматического происхождения.

Результаты бурения Кольской сверхглубокой и других скважин, пробуренных в кристаллическом фундаменте восточной части Русской плиты, дали возможность оценить альтернативные гипотезы и впервые на фактической основе подойти к решению обсуждаемой проблемы. Построенные глубинные разрезы, оказывается, имеют много общего в строении и составе слагающих их метаморфических комплексов, разрезы эти можно рассматривать как опорные компоненты условного единого глубинного разреза докембрия восточной части Восточно-Европейской платформы с суммарной вертикальной мощностью 15—25 км. Согласно новой модели архейская континентальная кора состоит из трех слоев: гранитногнейсового (до 15 км), гранулитогнейсового (15—30 км) и нижнего (30—40 км), представляющего собой протокуру.

Научное и практическое значение резуль-

татов, полученных с помощью Кольской скважины, трудно переоценить. Уникальный материал о состоянии и характеристиках земного вещества на больших глубинах позволяет существенно расширить возможности фундаментальных наук в прогнозировании минерально-сырьевой базы. Подобные исследования важны также и для изучения других планет Солнечной системы.

Результаты бурения Кольской сверхглубокой скважины — лишь один из итогов грандиозного эксперимента по изучению глубоких горизонтов континентальной земной коры. Другим важнейшим итогом, обеспечившим хорошие результаты научных исследований, нужно считать создание и успешную апробацию на практике ряда принципиально новых технических средств и прогрессивных технологических процессов бурения, а также разработку и освоение высокоэффективной геофизической аппаратуры. Наша промышленность освоила производство более 30 новых видов буровой техники, превышающих мировой уровень. Создана уникальная буровая установка, рассчитанная для проходки скважин до глубины 15 км с высокой степенью автоматизации процесса бурения. Проводка скважины идет опережающим открытым стволом с помощью турбинного способа бурения. Проходка до глубины 40 м осуществлялась долотом диаметром 920 мм с последующей обсадкой трубами диаметром 720 мм. Внутрь этой колонны опускалась колонна труб диаметром 245 мм. Ее не закрепляли и не цементировали. Далее бурили долотом диаметром 214 мм. Когда забой достиг глубины 5,3 км, начались частые вывалы породы из стенок скважины у отметки 1,8 км. Для их ликвидации подняли незакрепленную колонну труб диаметром 245 мм и разбурили ствол скважины от 40-метровой отметки до глубины 2 км долотом диаметром 394 мм. Затем опустили в скважину колонну съемных труб диаметром 245 мм.

При бурении используются высокопрочные термостойкие бурильные трубы из алюминиевых сплавов. Новый метод бурения позволил в 5—6 раз уменьшить металлоемкость конструкции скважины, на 50—60% сократить сроки ее строительства, обеспечить почти безаварийную работу, существенно повысить информативность внутрискважинных исследований и, наконец, оперативно контролировать все процессы бурения.

В Кольской сверхглубокой скважине специальными геофизическими методами впервые в мировой практике зарегистрировано более двадцати геофизических параметров, определяющих физические и некоторые технические показатели состояния ствола и бурового инструмента. Пришлось создавать специальные виды геофизической аппаратуры, способные выдерживать высокие давления и температуру и проводить непрерывные высокоточные измерения физических величин.

Бурение Кольской скважины имеет исключительно важное значение для реализации всей национальной программы изучения глубоких недр Земли. Успешная проводка этой скважины открывает этап качественно нового подхода к изучению глубоких горизонтов, позволяет определить перспективы повышения точности и достоверности геофизических работ, в том числе глубинного сейсмического зондирования. Материалы бурения скважины будут положены в основу дальнейшей разработки программы исследований по изучению глубинного геологического строения территории СССР.

Успех проводки Кольской сверхглубокой оказался возможным благодаря тесному сотрудничеству многих отраслей нашей промышленности, самоотверженной работе и мастерству непосредственных участников бурения — рабочих, инженеров и техников Кольской геологоразведочной экспедиции сверхглубокого бурения Министерства геологии СССР. В плодотворную деятельность по комплексному изучению глубинного строения, состава и развития земной коры на основе данных бурения большой вклад внесли коллективы научно-исследовательских институтов Министерства геологии СССР и Академии наук СССР. Научно-технические и практические результаты, вне всякого сомнения, станут полезными для дальнейшего развития минерально-сырьевой базы страны. Они сыграют важную роль в реализации обширной программы сверхглубокого бурения, которая призвана решить многие практические и научные задачи геологии в ближайшие десятилетия.

НОВЫЕ КНИГИ

О естественно-научных революциях

В 1985 году издательство «Наука» выпустило книгу известного советского астрофизика и историка науки Г. М. Иддиса «Революции в астрономии, физике и космологии». В ней автор рассматривает четыре глобальные естественнонаучные революции. Первая — «аристотелевская» (завершенная Аристотелем в IV в. до н. э., а начатая Анаксимандром в VI в. до н. э.), характеризующаяся переходом от эгоцентризма (или топоцентризма) к геоцентризму. Вторую революцию автор называет «ньютоновской», счи-

тая, что Ньютон завершил переход от геоцентризма к гелиоцентризму (и к бесконечной структурной иерархии космических систем), начатый Гераклидом Понтийским и Аристархом Самосским и в дальнейшем отмеченный выдающимися научными достижениями Коперника, Кеплера и Галилея. Третью революцию, «эйнштейновскую», завершил Эйнштейн, устранивший полностью центризм из описания окружающего нас мира. В настоящее время, по мнению автора, происходит четвертая, еще не завершенная «постэйнштейновская» революция, в которой делается «переход от данного мира к структурно неисчерпаемому множеству всевозможных квазизамкнутых миров, как подобных нашему, так и существенно отличных от него».

Считая, что «аристотелевская» революция «представ-

ляет собой своеобразный прототип последующих научных революций», автор посвящает ей самую большую (вторую) главу своей монографии.

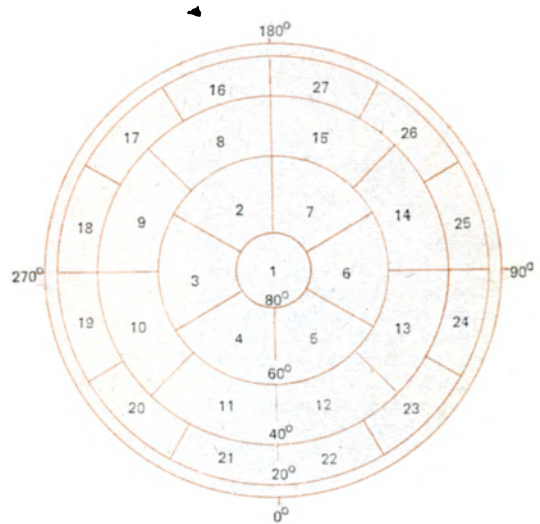
Во введении и в первой главе книги анализируются определение космологии и важнейшие естественнонаучные аспекты космологии, а также даётся описание упомянутых выше «четырёх закономерных последовательных революций в историческом развитии астрономии, физики и космологии».

Книга адресована тем, кто интересуется историей астрономии и физики.



Атлас планеты Венера

В Институте радиотехники и электроники (ИРЭ) АН СССР разработаны качественно новые методы построения карт с помощью ЭВМ. Совместно с Центральным научно-исследовательским институтом геодезии, аэросъемки и картографии (ЦНИИГАиК) ГУГК и Институтом прикладной математики (ИПМ) АН СССР ведется построение карт Венеры по данным радиолокационной съемки с космических аппаратов «Венера-15» и «Венера-16» [Земля и Вселенная, 1985, № 3, с. 2.—Ред.]. Участники эксперимента обязались к XXVII съезду КПСС построить фотокарты $\frac{2}{3}$ снятой территории, а предприятия ГУГК — издать две из них полиграфическим способом.



Вот так производилось разбиение снятой территории Венеры на отдельные фрагменты

— Как вам удалось сфотографировать Венеру? — воскликнул один из специалистов-астрономов, когда случайно увидел первую карту этой планеты, построенную по данным радиолокационной съемки с космических аппаратов «Венера-15» и «Венера-16».

И вправду, карта удивительно напоминала «обычную» фотографию небесного тела, сделанную из космоса сквозь прозрачную атмосферу. А ведь, повторяем, получена она была с помощью радиоволн!

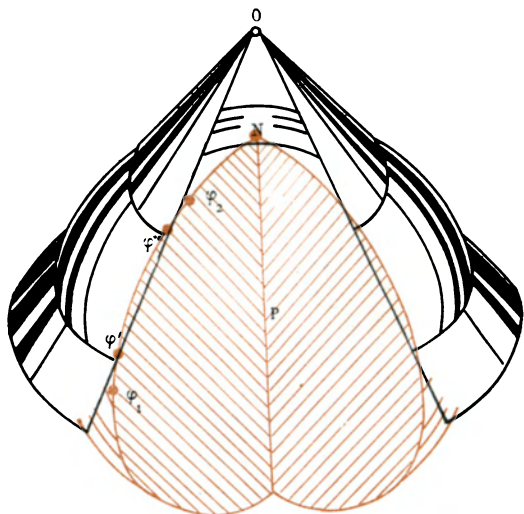
Все операции по созданию карты, включая синтез радиолокационных изображений поверхности Венеры по отраженному сигналу, перестроение их в определенную картографическую проекцию, устранение перспективных искажений, нанесение координатной сетки, горизонталей и надписей, впервые выполнены полностью цифровыми методами. Это обеспечило математическую точность карт и оперативность их получения. Если рисовать карты вручную, их изготовление затянулось бы на несколько лет.

В масштабе 1:4 000 000 общая площадь карты на всю снятую территорию Венеры должна превышать 7 м². Для работы удобнее серия карт меньшего формата, объединенных в атлас. Кроме того, при проектировании

значительной части сферы на плоскость возникают сильные искажения. По этой причине вся снятая территория разбита на фрагменты, и уже для каждого из них создается своя карта. Такой метод был предложен в Центральном научно-исследовательском институте геодезии, аэросъемки и картографии ГУГК.

Для большей части снятой территории удобной оказалась коническая проекция. Вершина конической поверхности (на эту поверхность и проецируется сфера) расположена над северным полюсом планеты.

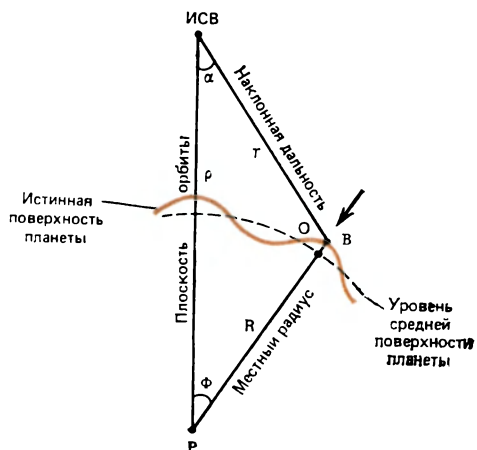
Вся площадь каждого фрагмента разбивается на точки, расстояние между которыми на поверхности Венеры составляет 800 м. В одном фрагменте, таким образом, их насчитывается около 10 миллионов. Чтобы определить яркость каждой точки фрагмента, вычис-



Проецирование сферы на коническую поверхность. Коническая поверхность сечет сферу по двум параллелям, носящим название стандартных. Стандартные параллели выбраны таким образом, чтобы проекционные искажения в поясе, ограниченном широтами φ_1 и φ_2 , были минимальными

ляют ее координаты по поверхности планеты, а затем находят ее положение на той полосе съемки, которая прошла в данном месте. Ближе к полюсу, где трассы космического аппарата сближаются, точка фрагмента попадает на несколько полос, что повышает достоверность определения яркости. При наложении фрагментов возникает «полосатость» изображения. Это неприятное явление устраняется довольно просто: полученное значение нормируется к среднему значению яркости, определенному сглаживанием яркости вдоль полос. Полученный фотоплан и служит основой для построения карты.

Полосы радиолокационного изображения, используемые при построении фотопланов, имеют перспективные искажения. Природа перспективных искажений оптических наблюдений хорошо известна: чем дальше объект от наблюдателя, тем меньше его угловые размеры. Но когда изображения получают радиолокационным методом, перспективные искажения имеют иную природу.



Стображение точек истинной поверхности на некоторой сфере.

Искусственный спутник

Венеры (ИСВ) движется перпендикулярно картинной плоскости относительно центра масс планеты P. Для построения радиолокационного изображения каждая точка истинной поверхности планеты (сплошная линия)

должна быть спроецирована на некоторую сферу (пунктир). Например, точка B отображается на этой сфере точкой O, и ее положению соответствует центральный угол Φ , характеризующий расстояние точки B относительно плоскости орбиты ИСВ. Величину угла Φ можно найти, решая треугольник, вершинами которого служат ИСВ, центр масс планеты P и точка B. Расстояние ИСВ от центра масс планеты P определяется элементами его орбиты. Расстояние точки B относительно ИСВ (наклонная дальность r) определяется радиолокационным методом при обработке отраженного сигнала. Чтобы найти угол Φ , характеризующий расстояние точки B относительно плоскости орбиты, надо знать еще местный радиус планеты R. При построении полос радиолокационного изображения поверхность Венеры считалась правильной сферой радиуса $R_0 = 6051$ км, и это служило причиной перспективных искажений

Можно показать, что величина перспективных искажений, определяемая смещением точек изображения, обратно пропорциональна синусу угла между направлением на данную точку и плоскостью орбиты. Этот угол зависит от ориентации электрической оси антенны радиолокатора бокового обзора. Для радиолокационной съемки с космических ап-

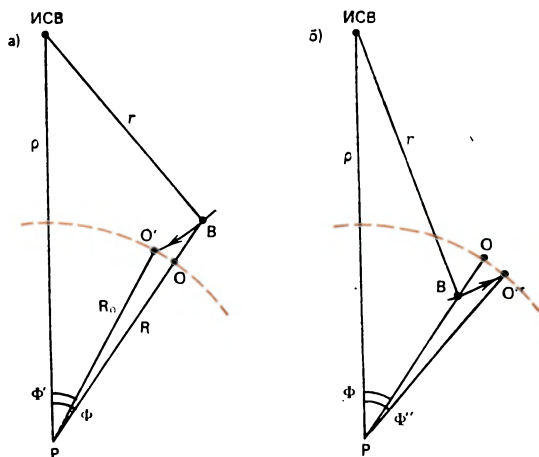
Неучет вариаций местного радиуса приводил к смещению отображаемой точки.

1) В случае возвышенности (точка В лежит выше точки О) наклонная дальность уменьшается и засечка радиусом r дает на средней поверхности точку O' вместо O . Точка O' расположена ближе к плоскости орбиты, чем точка O , и центральный угол Φ' меньше Φ .

2) В случае низменности (точка В лежит ниже точки О) наклонная дальность увеличивается, и засечка дает на средней поверхности точку O'' вместо O . Точка O'' расположена дальше от плоскости орбиты, чем точка O , и центральный угол Φ'' больше Φ .

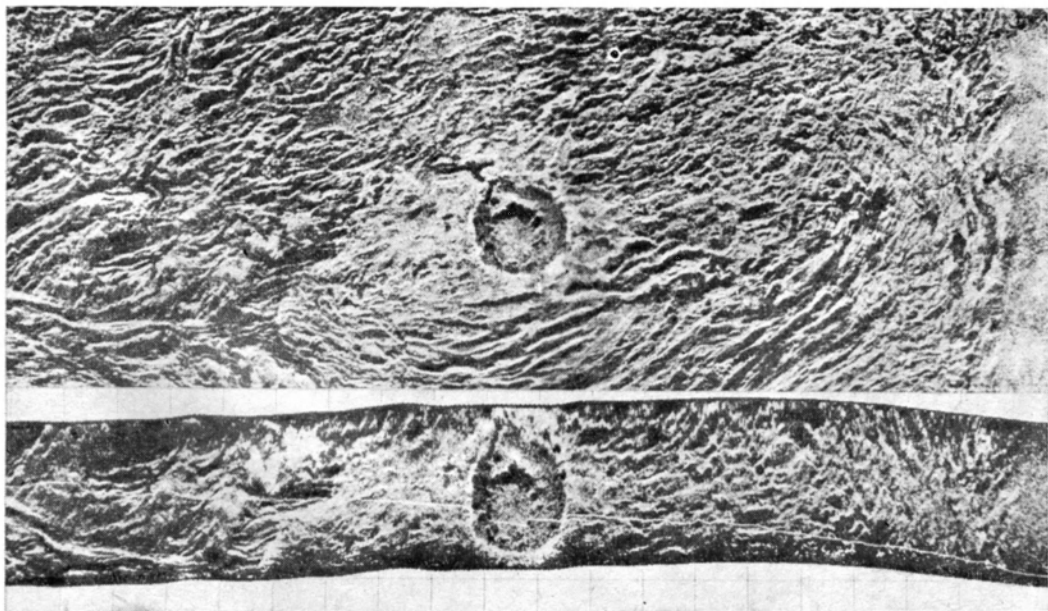
паратов «Венера-15» и «Венера-16» его величина составляла в среднем 10° . Поэтому смещение точек изображения на средней сфере примерно в 6 раз больше отклонения местного радиуса. Это смещение особенно значительно в горных местностях. Так, в районе Гор Максвелла, где высоты превышают 10 км, смещение достигает 60 км и более.

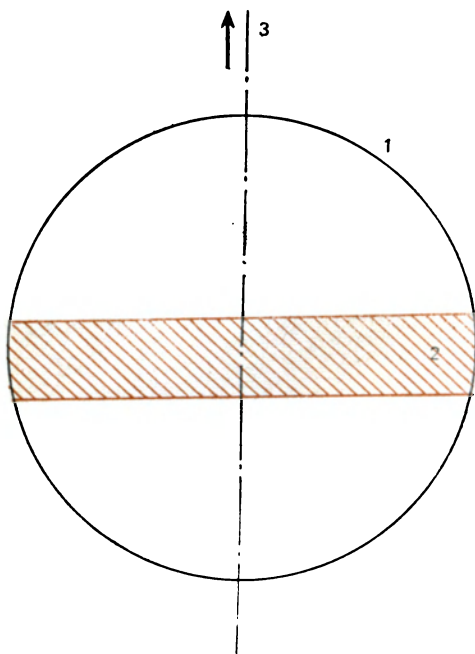
При построении фотопланов поверхности Венеры вносилась коррекция в положение точек по данным измерений радиовысотомера-профилографа. Это исключило необходимость заново перерабатывать первичный материал.



Горизонтали (линии высоты) наносились на фотоплан по данным радиовысотомера-профилографа. Точность радиовысотомера «Венеры-15» и «Венеры-16» была в 3—4 раза выше, чем у радиовысотомера американского космического аппарата «Пионер-Венера». Кро-

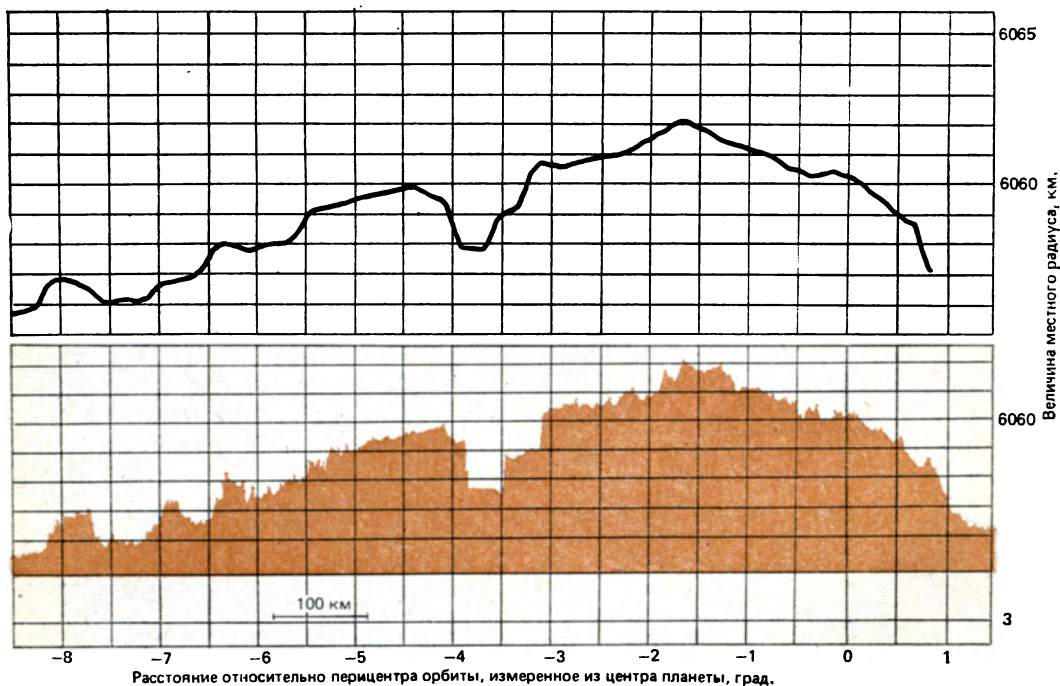
Изображение кратера Патера Клеопатры, расположенного на восточном склоне массива Гор Максвелла, до (внизу) и после (вверху) коррекции перспективных искажений





Размеры разрешаемого элемента поверхности планеты для радиовысотомера-профилографа при разделении отраженных сигналов только по запаздыванию (1) и по доплеровскому смещению частоты (2). Цифрой 3 обозначена трасса полета космического аппарата

Профиль высот поверхности планеты Венера в районе Гор Максвелла, полученный по измерениям космического аппарата «Венера-16» 17 января 1984 года: вверху — при разделении отраженных сигналов только по запаздыванию, внизу — также и по доплеровскому смещению частоты. По горизонтальной оси отложено угловое расстояние относительно перицентра орбиты космического аппарата, измеренное в градусах из центра планеты; по вертикальной оси — величина местного радиуса планеты в километрах. Трасса измерений прошла через Патеру Клеопатры. Уменьшение размеров разрешаемого элемента позволило увидеть, в частности, насколько круты внутренние стенки этого двойного кратера



ме того, у американцев высота измерялась примерно через 100 км по трассе полета, в то время как с «Венеры-15 и -16» — через каждые 3 км.

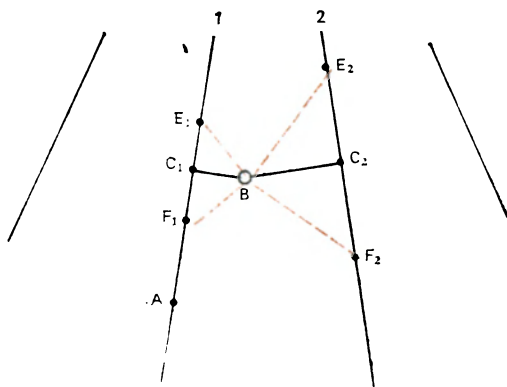
Первоначально при обработке отраженных сигналов использовали только разделение по запаздыванию, так что элемент разрешения поверхности, где измерялась высота, имел форму пятна диаметром 40—50 км — в зависимости от высоты космического аппарата. Но ведь можно разделять отраженные сигналы и по доплеровскому смещению частоты. Этот метод и был использован впоследствии, что позволило сузить элемент разрешения по трассе полета до 6—14 км.

При обработке измерений учитывалось возможное отклонение электрической оси антенны от местной вертикали (обычно такое отклонение не превышало $\pm 0,5^\circ$). Частота отраженного сигнала зависит от направления электрической оси антенны. Сравнивая среднюю частоту отраженного сигнала с вычисленным значением при совпадении электрической оси с местной вертикалью, нетрудно было уточнить ориентацию антенны.

Учитывалось также дополнительное запаздывание сигналов в плотной венерианской атмосфере из-за меньшей скорости распространения радиоволн, которая как бы «удлиняет» их путь. Над средней поверхностью атмосфера «увеличивает» путь на 260 м. Над возвышенностями дополнительное запаздывание уменьшается, над низменностями — увеличивается.

Трассы космических аппаратов, пересекающиеся вблизи полюса, на широте 30° , где оканчивалась съемка, расходились на 130—140 км. При построении карты высот и нанесении горизонталей на фотоплан тех точек, которые расположены непосредственно на трассах, брались сами измерения. Чтобы распространить данные на область между трассами, применялась интерполяция.

Методика интерполяции позволила выявить структуру Патеры Клеопатры. К западу от нее находится самая высокая область Венеры: здесь в овале протяженностью 400 км с севера на юг и 200 км с востока на запад уровень высот превышает 10 км (над сферой радиуса 6051 км). В северной части овала в 200 км от центра Патеры Клеопатры (долгота $2,3^\circ$, широта $65,9^\circ$) находится наивысшая точка — 11,5 км. К юго-юго-востоку от нее (долгота

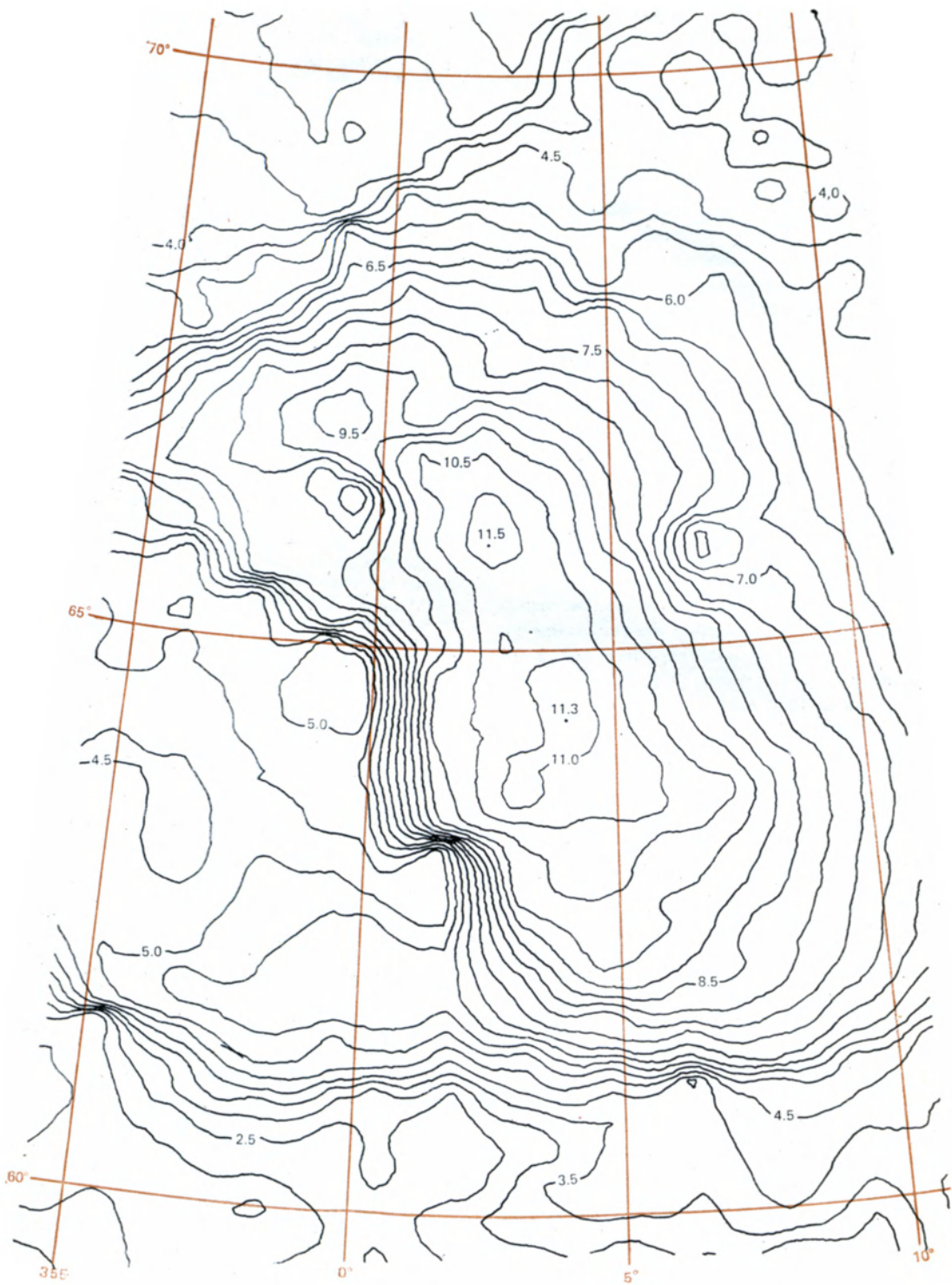


Интерполяция данных между трассами полета. Для некоторой точки В, расположенной между трассами 1 и 2, данные берутся с весовым множителем, величина которого обратно пропорциональна расстоянию точки В от трасс. Естественно считать, что на большом расстоянии на рельеф в данном месте могут влиять лишь крупные детали поверхности, а влияние мелких ограничено малым радиусом. В связи с этим данные измерений усредняются на некотором участке (E₁F₁, E₂F₂), длина которого тем больше, чем дальше от трассы находится точка

$3,9^\circ$, широта $64,4^\circ$) расположена вторая по высоте точка, ниже первой всего лишь на 200 м. Укажем для сравнения, что по данным радиовысотомера космического аппарата «Пионер-Венера» наивысшая точка Гор Максвелла — 11,1 км — отстоит на 220 км южнее (долгота $2,2^\circ$, широта $63,8^\circ$).

Как показывают горизонталей, северная часть возвышенности продолжается на запад, где высоты еще превышают 9 км. Наиболее резко высота убывает в юго-западном направлении. Здесь на протяжении 20 км она падает сразу на 4 км и средний уклон превышает 10° . С этой стороны Горы Максвелла сдавлены массивной плитой Плато Лакшми высотой около 5 км.

Нетрудно рассчитать, что при адиабатическом градиенте температуры венерианской атмосферы около 8° на 1 км, температура на вершине Гор Максвелла должна быть на 100° ниже, чем у подножия. Однако и здесь она будет чудовищной по сравнению с земными условиями — свыше $+350^\circ\text{C}$.



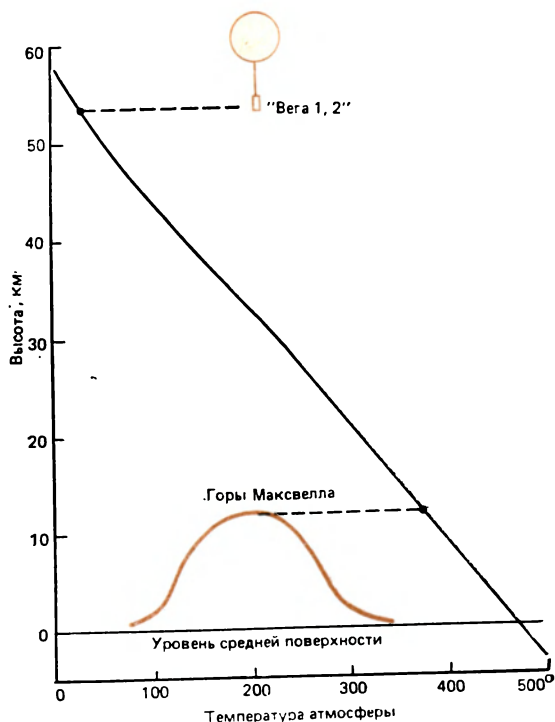
Характер изменений температуры с высотой в атмосфере Венеры

Впрочем, наши представления о приспособляемости живой материи к окружающей среде постоянно расширяются. Недавно в районе Галапагосских островов на дне Тихого океана были обнаружены источники с температурой воды 300°C . И что поразительно, в воде этих источников встречены живые организмы! Это наводит на мысль, что жизнь в каком-то примитивном виде могла бы существовать и на Венере.

Радиометр дециметрового диапазона волн, установленный на космических аппаратах «Венера-15» и «Венера-16», измерял интенсивность собственного радиоизлучения Венеры. При прохождении Гор Максвелла и других возвышенных областей он показывал понижение яркостной температуры на величину до 250 K . Это снижение яркостной температуры над горными областями было замечено и американскими исследователями, использовавшими данные радиовысотомера аппарата «Пионер-Венера». Однако такое падение яркостной температуры лишь частично можно отнести на счет понижения термодинамической температуры с высотой.

Американские ученые объясняют это явление наличием в горных районах каких-то минералов, резко уменьшающих излучательную способность горных пород в радиодиапазоне. По их оценкам, для наблюдаемого понижения яркостной температуры диэлектрическая проницаемость покрова горных районов должна достигать $20\text{--}30$. Такими свойствами обладают сравнительно редкие на Земле соединения железа и свинца с серой. Другое предположение состоит в том, что покров горных районов имеет высокую удельную электропроводность, какая, скажем, наблюдается у окислов железа.

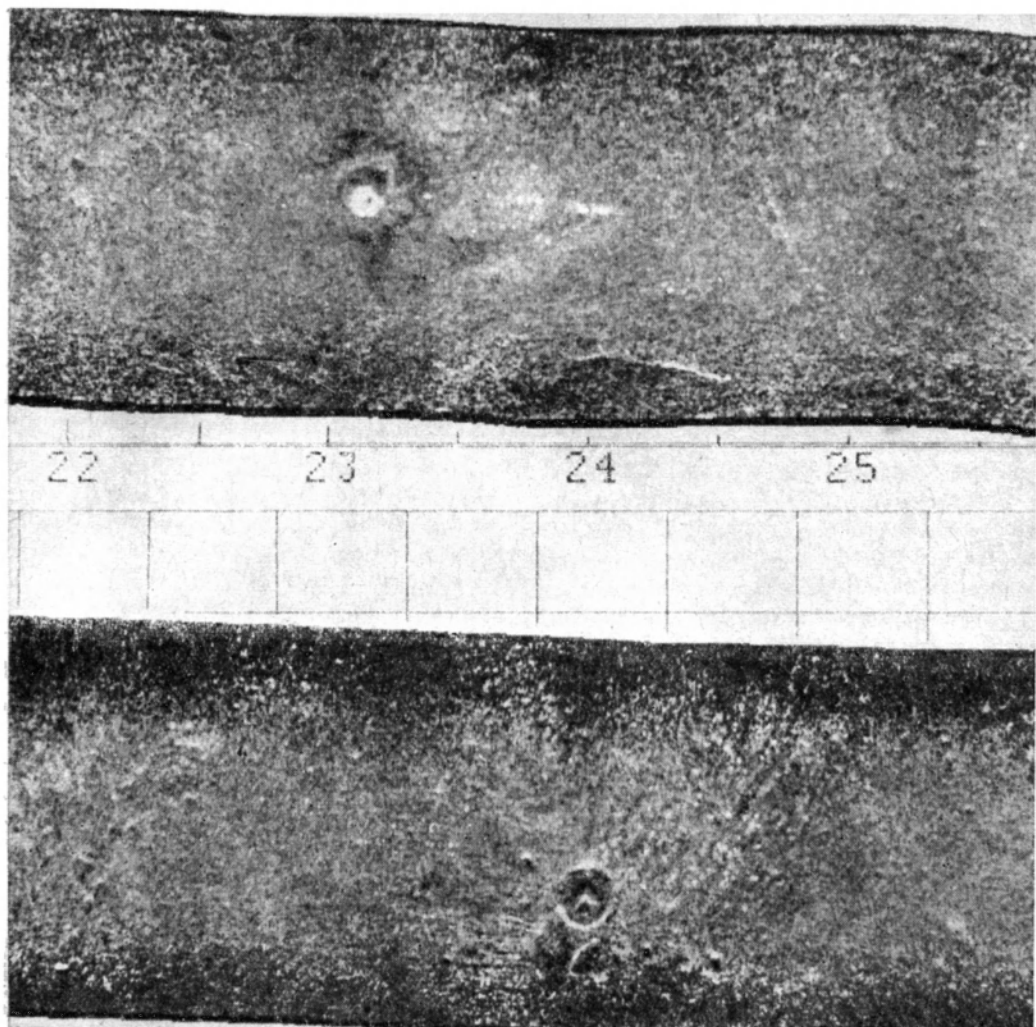
Безусловно, многие вопросы, связанные с наличием живой материи на Венере и минералогическим составом покрова горных обла-



стей, могла бы разрешить посадка в районе Гор Максвелла спускаемого аппарата с приборами для биологического и геохимического исследований.

Анализируя данные измерений космических аппаратов «Венера-15» и «Венера-16», ученые обнаружили на поверхности Венеры и другие интересные явления, вызванные аномальным характером отражения радиоволн. Так, когда сопоставили изображения двух кратеров ударного происхождения диаметром $15\text{--}20\text{ км}$, то оказалось, что у одного из них дно выглядит необычайно ярким. Это тем более удивительно, поскольку кратеры, хотя и отстоят друг от друга на 1000 с лишним километров, образовались на сходных по своей структуре и «гладкости» поверхностях и имеют очень много общего между собой. И все же для одного кратера уровень отраженного сигнала возрастает примерно в 10 раз по сравнению с окружающей местностью, а для другого — нет. Можно предположить, что структуры, образующие дно этого кратера, создают повышенное отражение радиоволн в сторону космического аппарата. Но

Высотный рельеф Гор Максвелла. Горизонталь идут с шагом 500 м от уровня средней сферы радиуса 6051 км



Два очень похожих кратера ударного происхождения, у одного из которых дно выглядит необычайно ярким

почему так происходит, пока установить не удалось.

Полет космических аппаратов «Венера-15» и «Венера-16» открыл на поверхности планеты множество признаков тектонической активности, сближающих Венеру с Землей. Однако мы по-прежнему не располагаем достоверными данными, что в настоящее время там происходят вулканические извержения, подобные извержениям земных вулканов. Орга-

низация новой космической экспедиции на Венеру позволила бы пролить свет и на эти вопросы.

Успешные полеты космических аппаратов «Вега» также позволяют надеяться, что в обозримом будущем «Утренняя звезда» откроет исследователям еще немало своих сокровенных тайн.





SS 433: новые результаты, новые проблемы

SS 433 — яркий пример того, как процесс аккреции вещества на релятивистский объект (вероятно, черную дыру) приводит к появлению узконаправленных выбросов сравнительно холодного вещества, движущегося со скоростями более четверти скорости света. Возможно, что такие же процессы аккреции приводят к появлению аналогичных выбросов в ядрах галактик и квазаров.

ОТКРЫТИЕ SS 433

В конце 70-х годов внимание ученых привлек объект, расположенный в созвездии Орла (Земля и Вселенная, 1980, № 1, с. 22; 1980, № 4, с. 20.— Ред.). В телескопы он выглядел совершенно незвучно — красная звездочка примерно 14 звездной величины. В каталоге, составленном С. Стефенсоном и Н. Сандулаком и содержащем объекты, в спектрах которых наблюдаются сильные эмиссионные линии, этот объект имел порядковый номер 433 и ничем не отличался от других.

Но в 1978 году английские и австралийские радиоастрономы отождествили с этим объектом компактный переменный радиисточник, расположенный внутри протяженной радиотуманности W 50, представляющей собой остаток вспышки сверхновой. Туманность зарегистрирована под номером 50 в каталоге радиисточников Вестерлунга. Примерно в то же время приборами, установленными на спутнике «АРИЭЛЬ» в области SS 433 был обнаружен рентгеновский источник.

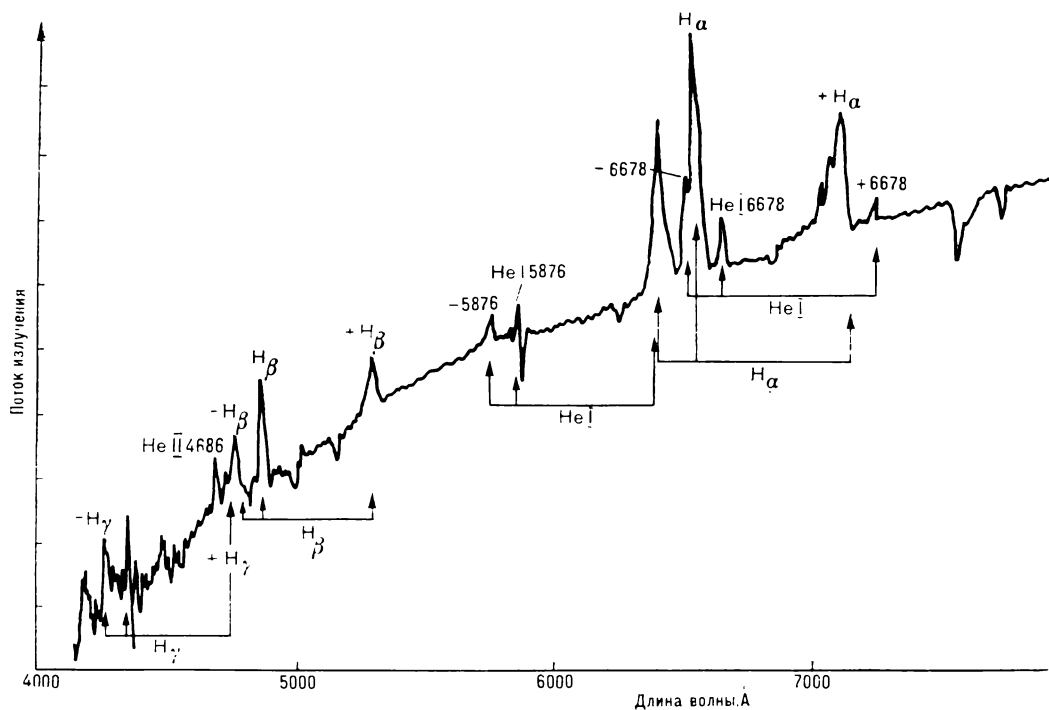
Вначале не было никакой уверенности, что все три источника (оптический, радио- и рентгеновский) представляют собой один и тот же объект. Но в 1978 году английские ученые Д. Кларк и П. Мардин доказали тождествен-

ность этих источников. А вскоре на 4-метровом рефлекторе Англо-Австралийской обсерватории они получили первый оптический спектр SS 433 с высоким разрешением. Спектр был очень сложен: помимо мощных эмиссионных линий водорода, гелия и других элементов, в нем присутствовали линии излучения, которые не удавалось отождествить ни с одной из известных линий химических элементов.

Работа Д. Кларка и П. Мардина привлекла внимание астрономов-спектроскопистов. В 1979 году группой американских исследователей под руководством Б. Маргона было опубликовано сенсационное сообщение о том, что в спектре SS 433 помимо стационарных линий наблюдаются две системы подвижных эмиссионных линий. Вообще сам факт смещения линий в спектре не вызвал бы удивления ученых. Ведь известны линии, которые смещаются в разные стороны, как, например, в спектре Крабовидной туманности. Там мы имеем возможность видеть оба края туманности, и так как передний край приближается, то линии в спектре смещены к фиолетовому концу спектра, а удаляющийся другой край дает смещение линий к красной части. Однако в спектре SS 433 линии были не только отклонены, но и перемещались по спектру на расстояния, достигающие ± 90 мкм, причем смещения происходят с периодом равным 164 дня! Каждая линия водорода и нейтрального гелия имеет два «спутника». Эти «спутники» скользят по спектру, а центр симметрии, относительно которого колеблются подвижные эмиссионные линии, смещен в красную часть спектра.

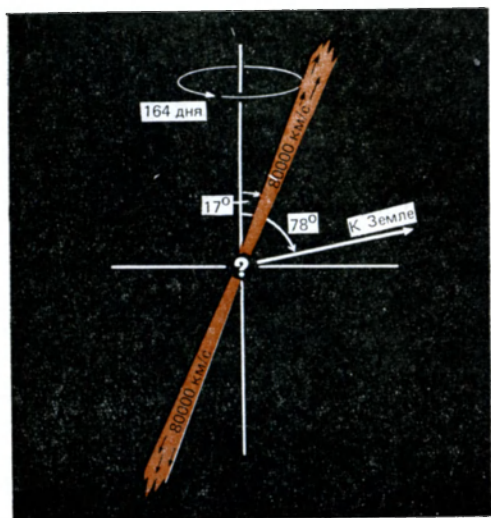
ИНТЕРПРЕТАЦИЯ НАБЛЮДЕНИЙ

Объяснение особенностей SS 433 было дано в 1979 году в рамках простой кинематической модели, разработанной, причем не-

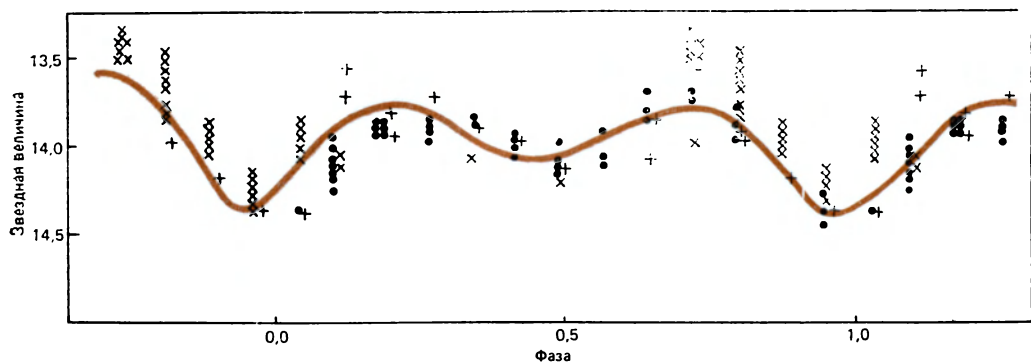


Оптический спектр SS 433. Видны сильные стационарные линии излучения водорода и ионизованного гелия (пики на кривой H_{α} , H_{β} и He I). Символами $-H_{\alpha}$, $+H_{\alpha}$ и $-He I$, $-He I$ обозначены подвижные эмиссионные линии-«спутники»

зависимо, рядом зарубежных астрономов. Согласно этой модели, подвижные линии формируются в **двух противоположно направленных узких газовых выбросах**, истекающих из центрального источника. Скорость вещества в выбросах достигает огромной величины — порядка $8 \cdot 10^4$ км/с, то есть около четверти скорости света! Температура в них сравнительно низка, всего порядка 10^4 К, о чем свидетельствует тот факт, что подвижные эмиссионные линии-«спутники» наблюдаются только у стационарных линий водорода и нейтрального гелия, а у линий ионизованного гелия таких «спутников» уже не наблюдается. Обе струи прецессируют с периодом 164 дня, причем угол конуса прецессии составляет около 20° , а ось симметрии этого конуса (ось прецессии) наклонена к лучу зрения земного наблюдателя под углом около 79° . Из-за прецессионного движения происходит изменение проекции скорости вещества на луч зрения, что и приводит, в силу эффекта Доплера, к **смещению подвижных эмиссионных линий**. Однако ввиду того, что скорость ве-



Первая кинематическая модель SS 433



Кривая блеска SS 433, полученная автором статьи. На основании этой кривой была построена современная модель

щества в струях сравнима со скоростью света, в данном случае «работает» не обычный, а **релятивистский эффект Доплера**, отражающий замедление хода времени в движущемся веществе струй относительно земного наблюдателя.

Наличие прецессионных движений у релятивистских выбросов наводило на мысль: объект SS 433 представляет собой **двойную систему** (Земля и Вселенная, 1981, № 6, с. 42.— Ред.). Одним из первых такое предположение высказал известный советский астрофизик И. С. Шкловский. И действительно, в конце 1979 года поступило сообщение канадских астрономов Д. Крэмптона, А. Каули и Дж. Хатчингса о том, что они обнаружили периодические доплеровские смещения узкого пика стационарной эмиссионной линии H_{α} . Амплитуда смещений равна ± 72 км/с, а их период — 13,1 дня. Предположив, что узкие компоненты стационарных линий H_{α} и H_{β} возникают в аккреционном диске, образующемся вокруг одной из компонент, канадские ученые определили массы компонент двойной системы. Их расчеты показали: SS 433 — **маломассивная** двойная система, в которой нормальная звезда имеет массу менее $1 M_{\odot}$, а масса релятивистского объекта (предполагаемой нейтронной звезды) также не более $1 M_{\odot}$. Как выяснилось позже, такая модель SS 433 оказалась ошибочной.

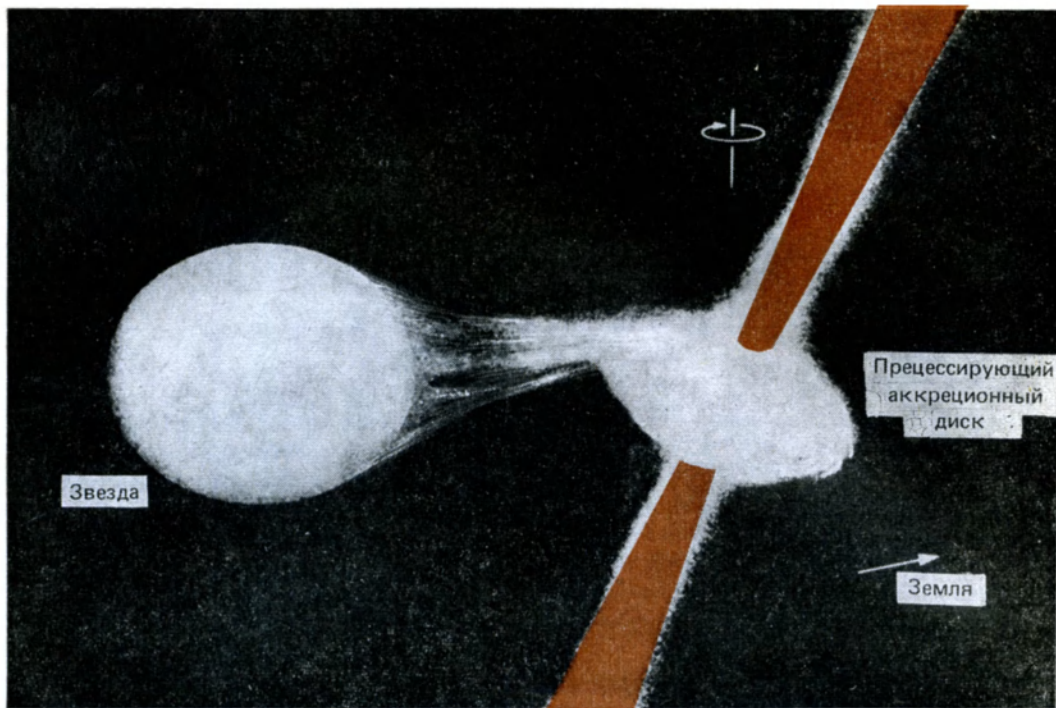
СОВРЕМЕННАЯ МОДЕЛЬ SS 433

Весной 1980 года автор данной статьи наблюдал SS 433 на телескопах обсерватории

Австралийского национального университета и обнаружил, что объект SS 433 — это **затменная переменная с периодом обращения 13,09 дня**. Сопоставление кривой блеска с кривой лучевых скоростей, построенной по узким эмиссионным пикам стационарных линий H_{α} и H_{β} показало, что в момент затмения аккреционного диска звездой газ, формирующий эти линии, удаляется от наблюдателя. Это позволяет заключить: узкие эмиссионные пики **не отражают орбитального движения компонент системы**, а формируются в газовых струях, истекающих из «нормальной» звезды по направлению к аккреционному диску. Что доказывает: прямое определение масс компонент системы SS 433 по кривой лучевых скоростей для стационарных линий H_{α} , H_{β} **невозможно**. Основой для построения модели такого резко пекулярного объекта, как SS 433, послужили данные классических оптических, в особенности фотометрических, наблюдений. Это еще раз подчеркивает, что классическая наземная астрономия и нетрадиционные радио- и рентгеновская астрономии взаимно дополняют, а не исключают друг друга. Обширные фотометрические наблюдения SS 433 были выполнены сотрудниками ГАИШа С. А. Гладышевым, В. П. Горанским, Н. Е. Курочкиным.

В 1980 году появилась публикация английских астрономов П. Мардина, Д. Кларка и П. Мартина, где они показали: излучение объекта SS 433 подвержено сильному межзвездному поглощению. По интенсивности полюс поглощения межзвездного вещества оценили расстояние до источника ($> 3,5$ кпк) и его болометрическую светимость (более 10^{39} эрг/с).

Поскольку болометрическая светимость



Современная модель SS 433

Энергия системы SS 433 превышает 10^{39} эрг/с, а на протяжении вспышек SS 433 уверенно наблюдались затмения как аккреционного диска нормальной звездой, так и звезды диском, то автор статьи пришел к выводу, что ни одна из компонент двойной системы **не может иметь массу менее солнечной**. Скорее всего SS 433 представляет собой **массивную затменную двойную систему**, состоящую из нормальной звезды спектрального класса O или B (и массой более $10 M_{\odot}$) и релятивистского объекта, окруженного оптически ярким аккреционным диском, прецессирующим с периодом 164 дня. Из центральных частей аккреционного диска вырываются релятивистские выбросы, перпендикулярные к плоскости диска и отслеживающие прецессию этой плоскости. Случайные отклонения выбросов от перпендикуляра к плоскости диска не превышают величины угла раствора струй (3°).

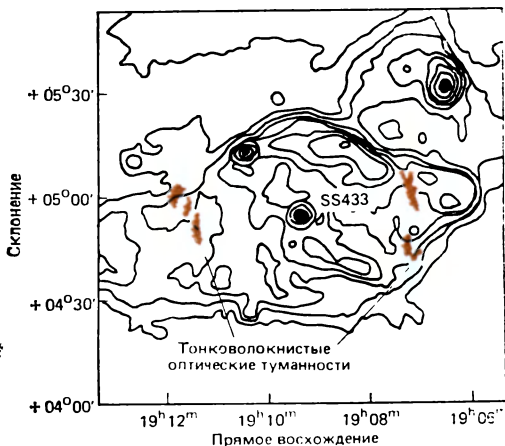
Газовые струи, истекающие из нормальной звезды к аккреционному диску, а также наличие горячего «пятна», образовавшегося в месте столкновения газовых струй с внеш-

ней границей диска, говорят о том, что вещество звезды должно истекать в очень бурном темпе ($10^{-1} M_{\odot}/\text{год}$). Это возможно только в случае, если звезда уже переполнила полость Роша (Земля и Вселенная, 1982, № 1 с. 27.— Ред.). Центральный релятивистский объект не в состоянии принять все вещество, поступающее в диск, и подавляющая часть этого вещества (более 99%) выбрасывается наружу от диска под действием давления излучения, превышающего силу гравитационного притяжения релятивистского объекта. Реализуется **режим сверхкритической дисковой аккреции** (Земля и Вселенная, 1985, № 2 с. 24.— Ред.). В таком режиме под действием давления излучения центральные части диска стремятся принять сферическую форму, у диска появляется мощная протяженная атмосфера. Именно эта атмосфера, то есть звездный ветер от диска, и ответственна за появление стационарного эмиссионного линейчатого спектра SS 433. Вполне возможно, что вещество ускоряется в струях до релятивистских скоростей давлением излучения сверхкритическом аккреционном диске, однако детали таких процессов пока не ясны.

Большая скорость поступления вещества

аккреционный диск, по-видимому, связана с тем, что нормальная звезда, в отличие от обычных рентгеновских двойных систем, находится на более поздней стадии эволюции. Длительность этой стадии всего порядка 10^1 — 10^2 лет, что и объясняет, почему объект SS 433 — пока единственный из обнаруженных рентгеновских двойных систем на такой стадии эволюции.

В решении вопроса о том, по какой причине аккреционный диск в системе SS 433 прецессирует, в последнее время также наметились некоторые идеи. Еще в 1972 году советский астрофизик Н. И. Шакура показал, что если плоскость аккреционного диска лежит в плоскости орбиты двойной системы, то он может прецессировать. У. Робертс (США) и автор статьи отметили: небольшая асимметрия взрыва сверхновой звезды, в результате которой образуется релятивистский объект, в некоторых случаях приводит к повороту плоскости орбиты двойной системы относительно оси вращения нормальной звезды. Поэтому после взрыва сверхновой и образования релятивистского объекта ось вращения нормальной звезды может быть ориентирована неперпендикулярно плоскости орбиты двойной системы. Это приведет к нарушению симметрии истечения вещества из нормальной звезды к релятивистскому объекту и может сформировать аккреционный диск, не лежащий в плоскости орбиты. Не исключено, что прецессия диска связана либо с вынужденной прецессией самого диска под действием притяжения нормальной звезды, либо диск отслеживает прецессию оси вращения нормальной звезды, которая прецессирует под влиянием притяжения релятивистского объекта. Такая картина прецессии аккреционного диска в системе SS 433 представляется вполне правдоподобной. В пользу этого свидетельствует тот факт, что в классических рентгеновских двойных системах (HZ Геркулеса, LMC X-4) также наблюдаются прецессионные эффекты. Подобные эффекты были недавно обнаружены Т. С. Хрузиной и автором статьи и у ряда массивных рентгеновских двойных систем (HD 77581, Центавр X-3, SMC X-1, HD 153919). По-видимому, прецессионные эффекты — это общее свойство большинства рентгеновских двойных систем, что естественно связать с влиянием взрывов сверхновых на параметры их орбит.



Радиоизображение туманности W 50, в центре которой расположен объект SS 433

Таким образом, удалось построить качественную модель объекта SS 433, которая может служить основой для определения физических характеристик этой «загадки века».

ПОДТВЕРЖДЕНИЕ МОДЕЛИ

Модель SS 433 как массивной двойной системы получила окончательное подтверждение в 1981 году, когда канадские астрономы Д. Крэмpton и Дж. Хатчингс построили кривую лучевых скоростей по эмиссионной линии HeII 4686 в спектре SS 433 (линия формируется в горячем аккреционном диске). Сравнение этой кривой с кривой блеска SS 433 позволило сделать вывод: эта кривая лучевых скоростей SS 433 отражает **орбитальное движение аккреционного диска в двойной системе**. Расчеты показали, что масса нормальной звезды в системе SS 433 превышает $10 M_{\odot}$.

В 1982 году сотрудники группы Дж. Каца (США) получили дополнительные доказательства того, что в SS 433 есть прецессирующий аккреционный диск. Изучив периодические отклонения лучевых скоростей подвижных эмиссионных линий от средних значений, ученые пришли к выводу: эти отклонения отражают **эффект нутации диска**, которая возникает под воздействием периодических возмущений со стороны нормальной звезды на внешние части диска. Такие возмущения вызываются движением звезды по орбите.

Существование узконаправленных релятивистских выбросов вещества в SS 433 непосредственно подтверждено оптическими, радио- и рентгеновскими наблюдениями туманности W 50, окружающей этот объект. На расстоянии ± 60 пк от SS 433 астрономы обнаружили слабые тонковолокнистые туманности, которые образовались в результате «сгребания» межзвездного газа веществом выбросов. По оптической светимости этих туманностей оценивается поток кинетической энергии выбросов. Поток оказался больше $6 \cdot 10^{39}$ эрг/с, то есть того же порядка, что и болометрическая светимость аккреционного диска!

Наличие прецессирующих релятивистских выбросов подтвердили наблюдения на радиоастрономической системе «Very Large Array» (США). Они показали: на расстоянии нескольких угловых секунд от SS 433 находится переменная (с периодом 164 дня) радиоструктура в виде двух противоположно направленных спиральных выбросов. Изучение таких радиовыбросов позволило определить параметры релятивистских прецессирующих выбросов, которые прекрасно согласуются с характеристиками, найденными из анализа подвижных эмиссионных линий. Кроме того, радиоданные дали возможность устранить некоторую неоднозначность в параметрах кинематической модели, определенных по подвижным линиям. Измеряя угловое перемещение отдельных деталей в радиовыбросах, удалось при известной линейной скорости вещества в выбросах ($8 \cdot 10^4$ км/с) определить и расстояние до SS 433. Оно равно 5 кпк.

Наиболее ярко влияние релятивистских выбросов на морфологию туманности W 50 проявилось в рентгеновских наблюдениях с борта орбитальной обсерватории «ЭЙНШТЕЙН». Рентгеновская светимость центрального источника W 50 (то есть самого источника SS 433) составляет порядка 10^{35} эрг/с и практически не подвержена эффектам затмений. Это говорит о том, что природа рентгеновского излучения SS 433 отличается от излучения обычных рентгеновских двойных систем. Если у последних рентгеновское излучение возникает при аккреции вещества на релятивистский объект, то в SS 433 рентгеновское излучение должно формироваться в результате столкновения вещества выбросов и звездного ветра системы с околос звездным веще-

ством в объеме, много большем, чем размеры орбиты двойной системы ($4 \cdot 10^{12}$ см).

После тщательной обработки рентгеновских наблюдений оказалось, что в туманности W 50 можно выделить две вытянутые в противоположных направлениях рентгеновские струи длиной до 100 пк. Эти струи совпадают с направлением радиовыбросов, они — результат взаимодействия релятивистских выбросов с межзвездной средой. Поток кинетической энергии вещества в выбросах, оцененный по рентгеновским данным, составляет порядка 10^{42} эрг/с.

Итак, удивительная машина, расположенная в центре аккреционного диска системы SS 433, перерабатывает почти со 100-процентным КПД тепловую энергию в кинетическую энергию направленного упорядоченного движения сравнительно холодного газа релятивистских выбросов, воздействующих на межзвездную среду на огромных расстояниях (до ± 100 пк). Ничего подобного ранее астрофизики не наблюдали, поэтому вполне понятно, что к объекту SS 433 приковано внимание астрономов и физиков всего мира.

РОДСТВЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ

Радиоастрономические наблюдения последних лет, выполненные с высоким угловым разрешением, позволили обнаружить, что в ядрах многих галактик и квазаров имеются протяженные узконаправленные выбросы плазмы (например, квазар 3C 273, галактика M 87, радиисточник Дева А и другие). У некоторых из них выбросы наблюдаются и в оптическом диапазоне (галактика M 87). В ряде случаев у выбросов есть явные признаки прецессии (например, у сейфертовской галактики NGC 1068). Иногда наблюдается лишь один выброс, второй (контрвыброс), гораздо меньший по яркости, — обнаруживается только при тщательных специальных поисках.

Недавно группа американских и канадских ученых рассчитала форму и яркость прецессирующих выбросов в проекции на картинную плоскость с учетом релятивистских эффектов. Сравнив теоретические проекции с наблюдаемыми формами выбросов в ядрах галактик и квазаров, авторы пришли к интересному выводу. Оказалось, что в ядрах галактик скорость вещества в выбросах составляет 0,2 скорости света, а период прецессии — поряд-

ка 10^6 лет; в то же время для квазаров получилось: отношение скорости вещества в выбросах к скорости света составляет 0,7, а период прецессии — около 10^4 лет. Таким образом, в ядрах галактик и квазаров из-за больших периодов прецессий все явления наблюдаются как бы в застывшем виде, в случае же объекта SS 433 все повторяется каждые 164 дня.

Объект SS 433 — яркий пример процессов аккреции вещества на релятивистский объект, порождающих выбросы и в виде сферически-симметричного звездного ветра с «обычными» скоростями в 10^3 — $3 \cdot 10^3$ км/с, и в виде таких экзотических проявлений, как узконаправленные релятивистские выбросы, в которых скорость холодной плазмы составляет $8 \cdot 10^4$ км/с. А может выбросы, наблюдаемые в ядрах галактик и квазаров, тоже следствия аккреции вещества на черную дыру, а их спиральная форма как и в случае SS 433 отражает прецессию аккреционного диска? Вещество в диск в этом случае способно поступать от звездного ветра многих звезд, пространственная плотность которых в центрах галактик весьма велика. Прецессия аккреционного диска в ядре галактики или квазара может быть связана с двойственностью ядра (в последнее время, например, появились указания на двойственность ядра нашей Галактики), и с влиянием гравитационных возмущений со стороны неоднородно распределенных звезд ядра галактики или квазара.

В последнее время стало ясно, что квазары представляют собой очень активные ядра галактик, поэтому наличие звезд в окрестностях ядер квазаров не вызывает сомнений. Все эти соображения являются лишь разумными предположениями, основанными на аналогии внешних проявлений. Требуются дальнейшие интенсивные исследования как ядер галактик и квазаров, так и объекта SS 433. Особенно важно то, что относительная близость SS 433 и наличие в нем затмений дают уникальную возможность детально изучить сверхкритическую аккрецию вещества на черную дыру и процесс ускорения вещества до релятивистских скоростей.

Дополнительные указания на сходство процессов, протекающих в ядрах галактик и в объекте SS 433, получены в 1985 году группой М. Ульриха и А. Боксенберга (Англия). В спектре ядра сейфертовской галактики NGC

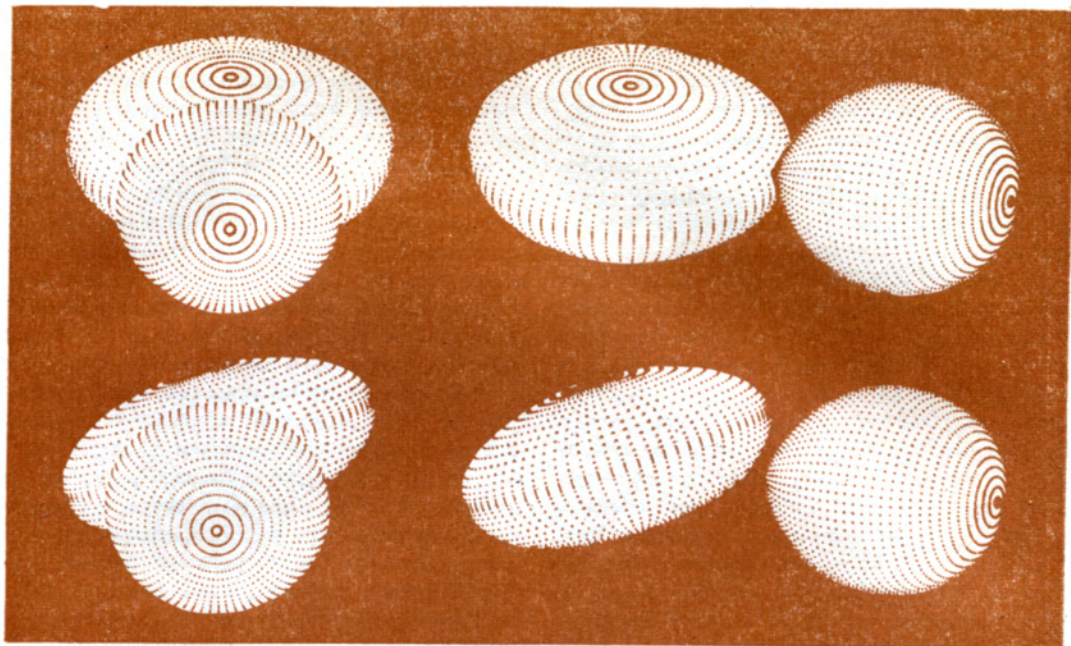
4151, по данным орбитальной обсерватории IVE, обнаружены две узкие эмиссионные линии вполне подобные подвижным линиям в спектре SS 433, с той лишь разницей, что непосредственно заметить перемещение подвижных линий в спектре ядра NGC 4151 невозможно, так как предполагается, что период прецессии достигает 10^6 лет. Следует подчеркнуть: у этой галактики были обнаружены и радиовыбросы. Все это делает очевидным огромное значение объекта SS 433 для понимания природы таких экзотических объектов, как ядра галактик и квазаров.

Выбросы и подобные им структуры наблюдаются также и у протозвездных и молодых звездных объектов, например у звезд типа Т Тельца. Скорость вещества в выбросах здесь составляет порядка десятков и сотен км/с. Одной из причин того, что выбросы у таких объектов узконаправлены, может служить наличие толстого фокусирующего диска вокруг истекающего центра, который представляет собой сжимающуюся под действием сил гравитации газовую протозвезду.

Интересно, что радиовыбросы наблюдаются также и у рентгеновского источника Скорпион X-1 — маломассивной рентгеновской двойной системы с аккрецирующей нейтронной звездой. Значит, процессы ускорения и коллимации вещества в выбросах способны осуществляться не только в случае аккрецирующей черной дыры, но и в случае нейтронной звезды. Поэтому есть основания предполагать, что образование выбросов на сверхкритической стадии аккреции не зависит от природы центрального объекта, а определяется в основном газодинамическими процессами во внутренних частях аккреционных дисков.

SS 433 — НОВАЯ ЧЕРНАЯ ДЫРА?

Для выяснения природы SS 433 принципиальное значение имеет оценка массы релятивистского объекта. Оценить массу нормальной звезды в системе SS 433 можно по ее цвету, видимой звездной величине и расстоянию до нее. Но сильное межзвездное поглощение делает эту оценку весьма ненадежной. Массы компонент системы определяют по линиям поглощения в спектре нормальной звезды. Но пока обнаружить их в SS 433 не удается. Это, видимо, связано с



Картина затмений аккреционного диска нормальной звездой и звезды диском в системе SS 433 для разных фаз прецессионного 164-дневного периода (построена с помощью ЭВМ).

Видна приливнодеформированная фигура нормальной звезды и прецессирующий толстый аккреционный диск, окружающий релятивистский объект (возможно, черную дыру с массой около $60 M_{\odot}$).

Приведены разные фазы прецессии аккреционного диска

тем, что яркий аккреционный диск «замывает» излучение нормальной звезды. Или линии поглощения просто «залиты» эмиссионными линиями, формирующимися в мощном звездном ветре.

Существует еще один способ определения массы релятивистского компонента: анализируя кривые блеска, можно найти отношение масс компонент $\left(\frac{M_x}{M_v}\right)$. За 6 лет фотометрических наблюдений SS 433 в Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга накоплен обширный материал, позволивший построить подробные орбитальные кривые блеска в разных фазах прецессионного периода. А. В. Гончарский, Э. А. Антохина и автор статьи разработали

методы интерпретации кривых блеска рентгеновских двойных систем с использованием сложных моделей таких систем. В моделях нормальная звезда имеет форму поверхности Роша, аккреционный диск вокруг релятивистского объекта наклонен к плоскости орбиты и прецессирует. Учитывается также и геометрическая толщина диска (точнее, диска вместе с протяженной атмосферой), а также прогрев нормальной звезды излучением диска. Во всех случаях расчеты показывают: масса релятивистского объекта заведомо больше $4 M_{\odot}$. Это дает основание предполагать, что релятивистский объект в системе SS 433 — черная дыра.

Наилучшее согласие теоретических и наблюдательных кривых блеска получается в двух равноправных случаях — когда масса релятивистского объекта (M_x) равна $8 M_{\odot}$ и $60 M_{\odot}$. Но в моделях с $M_x=8 M_{\odot}$ должны происходить почти полные затмения аккреционного диска нормальной звездой, а как показывают наблюдения, эмиссионная линия Hell 4686 не пропадает в спектре SS 433 ни при каких фазах орбитального и прецессионного периодов. Следовательно, модель с массой релятивистского объекта $M_x=60 M_{\odot}$ более предпочтительна. Параметры системы для нее таковы: $M_v=50 M_{\odot}$, $M_x=60 M_{\odot}$, от-

носительная толщина диска 0,5, температура в полярных областях аккреционного диска от $4 \cdot 10^4$ К до 10^5 К при температуре нормальной звезды от $16 \cdot 10^3$ К до $3 \cdot 10^4$ К (этот диапазон температуры отражает неопределенность, связанную с большим межзвездным поглощением). Болومترическая светимость аккреционного диска составляет соответственно от $5 \cdot 10^{39}$ до $2 \cdot 10^{41}$ эрг/с.

Подводя итоги, можно сказать: релятивистский объект в системе SS 433 — скорее всего массивная черная дыра с массой порядка $60 M_{\odot}$. А поскольку представление о туманности W 50 как об остатке взрыва сверхновой кажется наиболее вероятным, то мы имеем прямое доказательство, что в SS 433 черная дыра образовалась в результате взрыва сверхновой, а не путем «тихого коллапса». Следовательно, SS 433 дает ценнейшую информацию и для теории эволюции массивных звезд на самых поздних стадиях.

НЕРЕШЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ

В ходе дальнейших исследований SS 433 ученым предстоит решить еще немало проблем. Остановимся на некоторых из них.

Прежде всего необходимо выяснить механизм ускорения относительно холодной плазмы до релятивистских скоростей. Как может газ, двигаясь со скоростью в $8 \cdot 10^4$ км/с, оставаться сравнительно холодным (температура порядка 10^4 К)? Ведь при таких громадных скоростях течение сильно неустойчиво, и малейшие возмущения должны турбулизовать газ, что неминуемо приводит к формированию ударных волн, сильной диссипации энергии и разогреву движущейся плазмы до температур в миллионы градусов. Это тем более удивительно, поскольку согласно последним данным группы Б. Маргона, а также данным, полученным в САО АН СССР группой И. М. Копылова, подвижные эмиссионные линии в спектре SS 433 хаотично меняют свою интенсивность в течение суток и часов, что говорит о нестационарности процессов в релятивистских выбросах. Вещество в них движется, по-видимому, непрерывно, а в виде отдельных облаков, причем изменения профилей подвижных эмиссионных линий происходят зеркально симметрично для синей и красной линий. Это свидетельствует о том, что облака выбрасываются из одной компакт-

ной области, вероятно из центральной части сверхкритического аккреционного диска. Поразительно также и то, что поток кинетической энергии упорядоченного движения выбросов превышает 10^{39} эрг/с и близок к болومترической светимости аккреционного диска. Таким образом, при аккреции энергия, выделяемая в виде упорядоченного движения газа, близка к тепловой энергии. Наконец, как могут центральные части аккреционного диска коллимировать движение газа со столь малым углом расходимости (менее 3°)? Все эти вопросы ждут своего решения.

Надо также понять, почему аккреционный диск прецессирует со столь высокой регулярностью с периодом 164 дня. Хотя и наблюдаются хаотические отклонения от среднего значения прецессионного периода, достигающие величины ± 16 дней с характерным временем 1—2 года, все же стабильность и регулярность прецессионных эффектов в системе SS 433 кажется поразительной. Изучить механизмы, вызывающие прецессию аккреционного диска в системе SS 433 особенно важно ввиду того, что явно выраженные следы прецессии наблюдаются и в выбросах некоторых ядер галактик и квазаров.

Для теории эволюции массивных тесных двойных систем очень важно выяснить, почему в системе SS 433 после заполнения нормальной звездой своей полости Роша не сформировалась общая оболочка, а образовался сверхкритический аккреционный диск.

Остается нерешенной и проблема происхождения оптических и радиовспышек с характерным временем порядка нескольких суток. Природа этих вспышек пока неясна, хотя обнаружено, что радиовспышки запаздывают относительно оптических на 1—2 дня, появление же оптических вспышек коррелирует с увеличением ширины стационарных эмиссионных линий от 1000 до 3000 км/с.

Вопросов и проблем, связанных с исследованием объекта SS 433, еще очень много. Однако уже сейчас ясно, насколько сильно изучение SS 433 стимулирует развитие астрофизических исследований в самых разнообразных областях — от физики звезд до релятивистской астрофизики и физики внегалактических объектов.

Начальник Центра подготовки космонавтов
имени Ю. А. Гагарина
дважды Герой Советского Союза
летчик-космонавт СССР
кандидат психологических наук
Г. Т. БЕРЕГОВОЙ
Герой Советского Союза
летчик-космонавт СССР
кандидат технических наук
Ю. Н. ГЛАЗКОВ



Подвиг, рожденный на Земле

Со 2 октября 1984 года станция «Салют-7», выведенная на околоземную орбиту 19 апреля 1982 года, находилась в режиме автоматического полета. В течение пяти последующих месяцев с нею проводились контрольные сеансы радиосвязи. Но вот в очередном сеансе обнаружилась неисправность в одном из блоков радиосистем станции, через который проходят радиокоманды с Земли... Космонавты В. А. Джанибеков и В. П. Савиных на корабле «Союз Т-13» отправились к станции, чтобы устранить неполадки. Об их ответственной и сложной работе на борту «Салюта-7» рассказал Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР, профессор К. П. Феоктистов в статье «Мужество „Памиров“», опубликованной 5 августа 1985 года в газете «Правда». Предлагаемая читателям статья Г. Т. Берегового и Ю. Н. Глазкова продолжает начатую тему. Но ракурс повествования здесь несколько иной: в центре внимания — подготовка космонавтов к необыкновенному полету, те проблемы, которые встали на Земле перед учеными, конструкторами и инженерами в связи со случившимся на станции «Салют-7».

Трудна дорога в космос. И если человек в экстремальных ситуациях еще ни разу не отказывал, не тушевался, то созданная им сложнейшая техника, увы, порой давала сбой. Порог надежности... Он повышается с каждым разом, но он существует, и с этим приходится считаться. Ведь давно известен шуточный афоризм: «Что может сломаться — ломается». К сожалению, в этих словах заключена доля горькой истины. Чем сложнее и, казалось бы, совершеннее техника, тем она капризнее. К тому же надо учитывать, прямо скажем, враждебное и необычное окружение, в котором она работает: глубокий вакуум, значительные перепады температур, невесо-

мость и множество разных других факторов, отсутствующих на Земле.

НЕМНОГО ИСТОРИИ

Вспомним полет космического корабля «Восход-2». Отказал автомат ориентации для обеспечения посадки. Тревожно было за космонавтов, но именно они-то и спасли дело. Командир корабля Павел Иванович Беляев взял на себя управление кораблем, соориентировал его, космонавты включили двигатель на торможение. А потом началось томительное ожидание — уверены были П. Беляев и А. Леонов в правильности своих решений и действий, а мысль все-таки сверлила: точно ли сориентирован корабль, туда ли направлен тормозной импульс, в конце концов действительно ли к Земле летит корабль? А. Леонов потом вспоминал, с каким нетерпением они ожидали наступления перегрузки — явного признака входа в атмосферу. Наблюдали за пылинками, которые безмятежно плавали в кабине корабля... Начнут пылинки прижиматься к стенке — значит, появилась пусть совсем слабенькая, но уже перегрузка, значит, корабль «зацепился» за атмосферу и вскоре начнет врываться в нее, теряя огромную скорость, стало быть, впереди посадка на Землю. Так и произошло.

Или взять реализацию американской программы «Меркурий»... Специалисты по космической технике встретились с немалыми трудностями. В одном из полетов автомат, контролирующий спуск аппарата, начал подавать ложные команды, и потребовалось немало ухищрений, чтобы «обмануть», обойти

это упрямое программное устройство и произвести посадку. В другом случае обнаружилось слабое крепление теплозащитного щита, прикрывающего и сберегающего корабль и космонавта от огромных температур, которые возникают при торможении в атмосфере.

С 1971 года в космосе начали работу орбитальные станции. Продолжительность космических полетов человека значительно возросла. Но и тут, увы, не обходилось без «ЧП». В одном из полетов сброшенная антенна диаметром в десять метров зацепилась за элементы конструкции станции «Салют», закрыв стыковочный узел. Космонавты вышли в открытый космос и отбросили ее, обеспечив дальнейшее выполнение программы. В другой раз пришлось ремонтировать объединенную двигательную установку. Американская орбитальная станция «Скайлэб» была выведена на орбиту, но не раскрылась одна из солнечных батарей, сорвало противометеоритный экран. Станция перегревалась от Солнца. Астронавтам пришлось приложить много усилий, чтобы спасти станцию.

И таких, как мы говорим, нестандартных ситуаций и в советской, и в американской пилотируемой космонавтике было немало. Разумеется, конструкторы предусматривают способы резервирования различных систем, повышения их надежности и долговечности. Но... космос преподносит новые сюрпризы. О самом последнем из них и хотелось бы рассказать поподробнее.

«МОЛЧАЩАЯ» СТАНЦИЯ

Закончилась очередная экспедиция на орбитальной станции «Салют-7», космонавты Л. Д. Кизим, В. А. Соловьев и О. Ю. Атьков славно потрудились: шесть выходов в открытый космос — почти сутки в черном безмолвии, выполнена серия экспериментов и исследований, осуществлен ремонт объединенной двигательной установки. И вот трудный полет позади...

Космонавты благополучно приземлились, а станция продолжала свой марафон, отсчитывая сотни тысяч километров пройденного пути. Теперь ею управляет только наземный «экипаж» — Центр управления полетом. Станция послушно выполняла команды с Земли, накапливая научную информацию к прилету следующего экипажа.



Это уже стало традицией: перед полетом космонавты посещают Музей-квартиру В. И. Ленина в Кремле. На снимке (слева направо): дважды Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР В. А. Джанибеков и Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР В. П. Савиных

Фотохроника ТАСС

В тот день все шло обычно, и вдруг... хитросплетения линий на регистраторах телеметрии превратились в прямые линии, информация с дисплеев исчезла, сигналов от станции не стало. Приняли решение — выдать на борт станции необходимые команды. Станция никак не реагировала. Беспокойство превратилось в мрачную уверенность: связь со станцией потеряна.

Наземный вычислительный комплекс, тренажеры, стенды — все использовали, чтобы разобраться в возникшей ситуации. А она была на редкость сложная, трудно поддающаяся однозначному разрешению. Земля,

но и вопросы сыпались, как из рога изобилия. Какая температура будет на станции? И сохранится ли при этом работоспособность систем? А если на борту случилось короткое замыкание, какая атмосфера в таком случае ждет космонавтов? А если?.. Таких вопросов возникло множество, и все эти «если» необходимо точно обосновать, что-то отбросить как беспочвенную фантазию, а что-то, наоборот, принять, и даже не в качестве рабочей версии, но зная наверняка: именно это и случилось на борту станции. В итоге многое удалось интерпретировать верно, хотя некоторая неоднозначность все же сохранилась. Так, например, на всякий случай решили дать экипажу в полет противогазы, и это несмотря на то, что, специально устраивая короткие замыкания в блоках некоторых систем и изучая газовый состав после этих «пожаров», реальной опасности вроде бы не обнаружили.

Теперь предстояло решить главную проблему — стыковку с молчащей станцией. Было

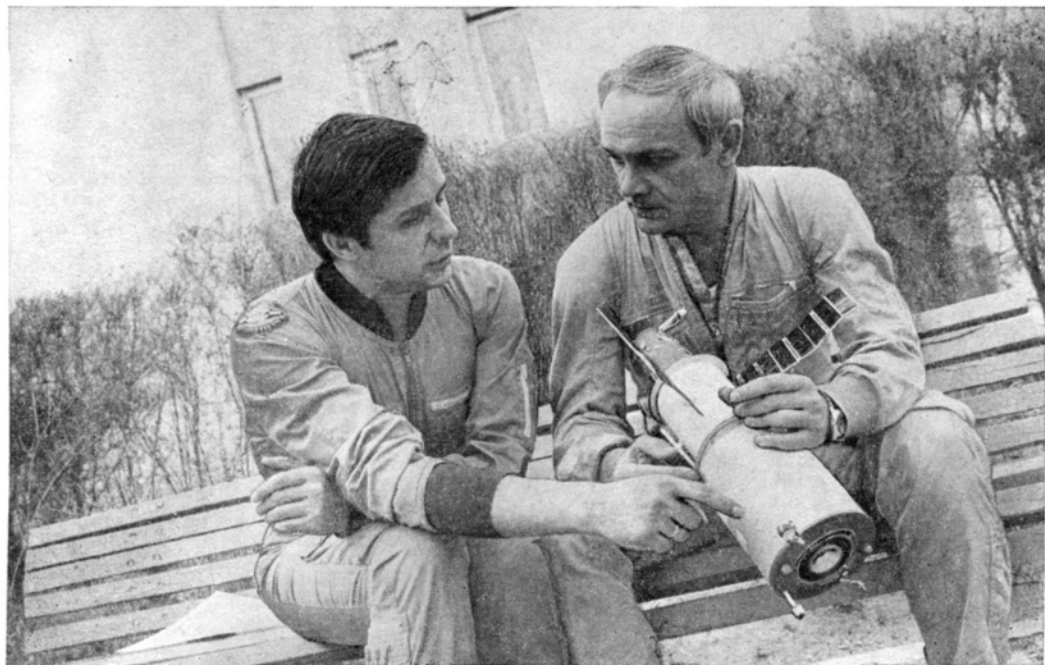


Центр управления полетом лишились возможности точно определять параметры орбиты станции, иными словами, привычная, традиционная схема сближения, причаливания и стыковки, основанная на использовании радиотехнических систем и двигательных установок транспортных кораблей и станции, стала просто невозможной. Значит, невозможной стала и автоматическая сборка на орбите.

Что делать? Выход только один — автоматика должна заменить человек. Экипаж должен сближаться с молчащей станцией, состыковаться с ней, устранить неисправность и продолжить программу научных исследований и работ, столь нужных стране, нашему народному хозяйству.

ЧТО ПРОИЗОШЛО?

Моделирование множества гипотетических ситуаций и реальных факторов помогало готовиться к этой трудной и необычной работе,



Все дни перед стартом до предела насыщены занятиями и тренировками: ведь впереди — труднейший, ответственный полет... На снимке: В. П. Савиных и В. А. Джанибеков во время предполетной подготовки на космодроме Байконур

Фотохроника ТАСС

ясно, что сближаться со станцией и причаливать к ней придется без «встречной» ориентации, то есть станция не будет поворачивать свой стыковочный узел навстречу транспортному кораблю, не будет ему помогать в этом сложном и ответственном маневре. Надо сближаться, затем состыковаться... А как? Станция-то — не стабилизирована! А какое движение совершает она вокруг центра масс? Вращается или совершает колебания относительно устойчивого положения? С какими угловыми скоростями? Ориентация станции на момент аварии известна, двигатели с тех пор не включались — вот и вся априорная информация. Расчеты показывали: станция вращается в диапазоне угловых скоростей в десятые доли радиуса за секунду, движение ее в пространстве сложное, экипажу непросто будет выйти кораблем к стыковочному узлу — для этого нужно выписать замысловатую фигуру и, добившись синхронного облета, попасть, штан-

гой в воронку стыковочного узла. А радиус ее всего-навсего 40 сантиметров!.. И вот к такой невероятной стыковке надо подготовить экипаж, уверенность в его умении должна быть почти абсолютной...

Инженеры-конструкторы, специалисты Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина, Центра управления полетом взялись за интересную, трудную и очень ответственную работу. Тщательно взвешивались возможности каждого прибора. Предполагалось, что баллистики серией корректирующих импульсов с помощью бортовой вычислительной машины выведут корабль в окрестности станции, на расстояние 2—3 километра, а дальше... надежда только на космонавтов.

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Итак, первое, что требовалось сделать после баллистических коррекций — километров с десяти увидеть станцию. В принципе это нетрудно: станция в лучах Солнца сверкает, как ярчайшая звезда. Ярчайшая на фоне черного космоса. В том-то и дело! Значит, траектория движения корабля должна стать такой, чтобы станция смотрелась на фоне космоса, а не на фоне Земли. И чтобы космо-



навт к тому же наблюдал станцию в лучах Солнца, то есть Солнце находилось бы сзади и его лучи не попадали в иллюминатор, не слепили бы космонавта и не мешали ему искать станцию. Но мало просто отыскать ее, необходимо точно знать, как движется корабль относительно станции.

Такой метод, который сочетал бы прогнозируемое движение, рассчитываемое бортовым вычислительным комплексом, с данными визуальных наблюдений космонавтов, был найден, но он требовал оптического прибора для точного измерения направления на станцию. Если нанести в оптическом приборе риски, как в бинокле,— можно будет определять расстояние до станции, благо ее собственные размеры известны. Однако станция вращается, так что нетрудно и ошибиться, измеряя дальность (особенно на больших рас-

стояниях, когда тяжело оценить угол разворота), а ведь точность в этом случае должна быть высокой. Вот почему на борту корабля установили еще один прибор—лазерный дальномер. Но все это хорошо, пока станция на свету и ее отчетливо видно, а если в погоне за станцией экипаж окажется на ночной стороне, в тени Земли? Тогда нужен новый прибор—ночного видения. И он, естественно, тоже появился на борту корабля.

Постепенно обрисовался контур системы управления, и активнейшее звено в нем—экипаж: командир и бортинженер. Члены этого маленького коллектива, взаимодействуя друг с другом, не просто работают с приборами и вычислительной машиной, они еще облачены в скафандры! Как все это будет выглядеть в комплексе? Как лучше всего разместить приборы? Вопросам нет конца, и на все нужно дать исчерпывающие ответы.

После долгих проб на комплексном тренажере и стендах нашли оптимальное расположение приборов, органов наблюдения и управления. С полной нагрузкой работали вычислительные машины, перебирая варианты возможных траекторий, условий, освещенности, положений станции. В результате были получены не только усредненные параметры, но и экстремальные. Учитывая все это, разработали основные принципы пилотирования.

Затем определили группу космонавтов, имевших опыт автоматических и ручных стыковок, и попробовали «летать» с ними. На глазах рождалась новая методика работы экипажа. Много часов провели у тренажеров и стендов специалисты, конструкторы, инженеры, космонавты, и вот—плод их многодневного труда: несколько страничек текста, состоящего из сокращений, цифр, символов,—долгожданная инструкция по пилотированию.

К ПОЛЕТУ ГОТОВЫ!

Настало время отбирать космонавтов, которым будет поручен этот ответственный полет. Естественно, отбор шел по многим критериям, но все они в итоге сводились к нескольким, главным. Первое—нужен большой опыт стыковок; второе—необходимо до тонкостей разбираться в космической технике, вплоть до электрических и монтажных схем; третье—экипаж обязан суметь произвести ремонт; четвертое—от космонавтов потребу-

ется недюжинная воля, мужество, ювелирное мастерство и, конечно, крепкое здоровье.

Среди «претендентов» таких было немало, но выбрали двоих — В. Джанибекова и В. Савиных. Инструкторский состав тоже подобрали из самых опытных специалистов. Отладили тренажную и стендовую базу, все работало безукоризненно. Началась подготовка. Это была необычная работа, сочетающая в себе и тренировки, и творческий поиск. Готовя экипаж, моделировали различные условия, включая и наиболее сложные.

«Наземные полеты» проходили примерно так.

...Экипаж занял свои места в кабине тренажера, инструкторы — за пультом управления тренировкой.

— Готовы к сближению, — доложил Джанибеков.

— Готов, — слышим голос Савиных, это он подтверждает свою готовность командир экипажа.

Здесь, на пульте инструктора, слышно и видно все, что делают и о чем говорят космонавты, даже тогда, когда они не имеют условной связи с Землей. Так нужно, ведь взаимодействие друг с другом тоже очень важно — и с точки зрения эргономики, и с точки зрения психологии, а в особенности — для понимания, сколь правильны и оптимальны бортовые инструкции, разработанные для этого полета. Если что-то сделано плохо или недостаточно продуманно, это сразу проявится в переговорах космонавтов между собой, требуя дополнительных обсуждений и скрупулезного анализа.

— Даю пуск, — раздается голос инструктора по режиму сближения.

Зашелестел магнитофон, замигали индикаторы приборов, на оптическом экране засветилась точка — это станция, к ней-то и надо подлететь.

— Станцию наблюдаю, характер движений по иллюминатору... привожу станцию в центр, — командир спокоен и уверенно управляет кораблем.

Результат его действий видим на экране. Светлая точка остановилась и побежала в центр, где и замерла.

— Измерение дальности.

— Готов.

На «борту» идет работа по программе: Джанибеков готовит к измерению расстояния



И вот все тренировки позади. Экипаж космического корабля «Союз Т-13» к старту готов. Командиром корабля назначен В. А. Джанибеков, а бортинженером — В. П. Савиных.

Скоро об их подвиге на орбите узнает весь мир...

Фотохроника ТАСС

лазерный дальномер, а Савиных настраивает пульт ввода информации в бортовой вычислительный комплекс, он общается сейчас с машиной, ведя с нею диалог.

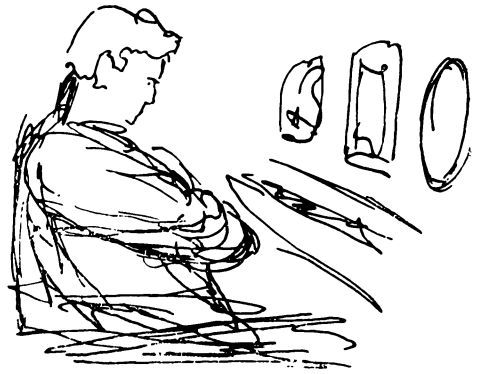
— Отсчет, 1500.

— Принял.

Это означает, что расстояние до станции, измеренное Владимиром, 1500 метров, и эту величину Виктор включил в свои вычисления.

Работа ладится, но инструктор усложняет тренировку, имитируя отказ лазерного дальномера.

— Отсчет, ноль, — слышим голос Владимира, — пробую еще раз.



— Отсчет, ноль; отсчет, ноль... Перехожу на оптический канал...

Тренировка закончена. Разбор полета.

День ото дня совершенствовали свою работу космонавты. День ото дня росла уверенность в успехе задуманного, в правильности принятых решений. Заключительные тренировки подтвердили сухие цифры среднестатистических результатов занятий экипажа. Лишь в нескольких случаях из ста может случиться непредвиденное, говорили расчеты. Значит, можно лететь!

СТАНЦИЯ И ЧЕЛОВЕК

Стыковка... Что ждет экипаж после нее? Как будет работать на станции? Ведь мало ли что... И к этому подготовили космонавтов. Прогнозы, самые худшие предположения реализовались на тренировках, макетах, стендах. Учили экипаж забору воздуха из станции в специальные анализаторы для проверки его состава на токсичные примеси. Разрабатывали технологию работ при хорошей атмосфере и плохой, при отсутствии электропитания. Вариантов накопилось множество. Но самый заветный был, конечно же, такой: экипаж переходит в станцию и возвращает ее к жизни. А для этого надо произвести ремонт и профилактику ряда систем. Тщательно подготовили космонавтов и к этим работам. Экипаж умел почти все. «Почти» — потому что всего, как ни старайся, не учесть, а вот основные

предстоящие трудности были в первом приближении ясны.

Станция может очень негостеприимно встретить своих хозяев. Поэтому предусмотрели возможность пребывания космонавтов в течение нескольких суток в транспортном корабле (а в общей сложности его ресурсы были рассчитаны на восемь суток полета). Продумали инструмент, аппаратуру, чтобы прозванивать электрические цепи. Снабдили экипаж фонариками, если на станции будет темно... Предвидя возможный холод, сшили теплые комбинезоны, положили шерстяные шапочки, теплые перчатки, теплую обувь. «Вам бы еще валенки»,— шутили друзья. И все-таки кое-что забыли. Например, обычный термометр, а он, как потом оказалось, очень бы пригодился...

Что еще? Научили сближаться и стыковаться в самых сложных условиях, научили ремонтировать, научили работать в открытом космосе, научили, научили... Все, хватит, кажется, все умеют. Нет не все. Надо еще потренироваться совместно с Центром управления полетом, ведь именно с ним будут взаимодействовать космонавты, находясь на орбите. Наконец и это позади...

Наступил день старта — 6 июня 1985 года. На 8 июня была запланирована стыковка.

Пригодилось все, чему учили, пришлось даже сделать больше, чем предполагали.

Стыковка прошла просто мастерски. Мы все, затаив дыхание, слушали из космоса

уверенные голоса наших коллег. Неторопливые реплики командира, делающего замеры и сообщающего их бортинженеру. Виктор в это время вводит данные в машину, занят расчетами, контролируя процесс сближения. И наконец, вот она, станция, рядом!

«Остановив» на расстоянии 200 метров корабль, Джанибеков как бы присматривался к станции. Замечал буквально все: и цвет теплоизоляции, и положение солнечных батарей, и условия освещенности. А они оказались не лучшими. Центр управления ловил каждое слово космонавтов, их доклады сейчас заменяли язык объемной телеметрии. Оценив вращение станции, экипаж принял решение подождать — станция сама повернется как надо, сама «подставит» стыковочный узел транспортному кораблю, да и освещенность станет подходящей.

Выдержка командира окупилась с лихвой, его расчеты были правильны, стыковочный узел заблестел, наконец, впереди, и тогда, выравнивая корабль по всем осям, Джанибеков включил двигатель на разгон. Корабль мягко «наползал» на станцию.

На экранах Центра управления полетом станция росла на глазах, еще немного и вот — долгожданный характерный толчок и немедленно — доклад с борта корабля:

— Есть механическое соединение!

Это значит, что станция и корабль стали единым целым.

Ликовали в Центре управления полетом, радовались космонавты. Все шло по плану. Но и там, на орбите, и здесь, на Земле, прекрасно понимали: это лишь начало, пускай удачное, но только начало, а впереди — много дней напряженного труда, когда еще не раз космонавтам придется проявить и свое мужество, и волю, и смекалку, и все мы будем за них переживать, и, конечно же, гордиться, что у нашей великой Родины есть такие смелые, надежные сыновья.

В оформлении статьи использованы рисунки В. А. Джанибекова, сделанные в перерывах между тренировками к полету на станцию «Салют-7». Рисунки публикуются впервые.

Как движутся облака нейтрального водорода!



Наша Галактика способна аккрецировать вещество с темпом $0,2 M_{\odot}$ в год. Это предположение согласуется с недавними наблюдениями на радиотелескопе (56-метровая антенна), проведенными И. Ф. Мирабелом из университета в Пуэрто-Рико и Р. Моррасом из Аргентинского института радиоастрономии.

Было обнаружено, что большая часть облаков нейтрального водорода с высокой скоростью приближается к Солнцу. На это указывает голубое смещение эмиссионной линии водорода на длине волны 21 см.

Мирабел и Моррас нашли огромное число облаков ней-

трального водорода с голубым смещением (85% общего количества исследованных облаков). Полученные по наблюдениям лучевые скорости показывают, что в направлении на галактический центр скорость облаков гораздо меньше, чем в других направлениях. Об этом же говорит картина распределения видимых угловых размеров высокоскоростных облаков. Так, если смотреть в направлении на галактический центр, то большинство облаков нейтрального водорода с голубым смещением видны на дальней стороне Галактики и из-за огромного расстояния до них имеют небольшие размеры. Облака же, падающиеся в противоположном направле-

нии, наоборот, должны быть больших угловых размеров, поскольку они значительно ближе к нам. Предполагается также существование и облаков, расположенных между Солнцем и галактическим центром и имеющих красное смещение, то есть удаляющихся от нас.

Именно такое распределение по угловым размерам высокоскоростных облаков нейтрального водорода в Галактике и показывают наблюдения И. Ф. Мирабела и Р. Морраса.

Sky and Telescope, 1985, 69, 5



Серебристые облака

Открытые столетие назад, серебристые облака до сих пор привлекают внимание астрономов, метеорологов и специалистов по физике атмосферы, так как дают возможность изучать движения в атмосфере, ее динамику и циркуляцию. И изучают эти облака теперь не только с Земли, но и из космоса.

САМЫЕ ВЫСОКИЕ

Под утро 12 июня 1885 года астроном Московской университетской обсерватории на Пресне Витольд Карлович Цераский (Земля и Вселенная, 1974, № 6, с. 48.— Ред.) обратил внимание на яркие светящиеся на небосклоне облака, напоминавшие по виду перистые. Проследив за ними в течение некоторого времени, Цераский заметил, что выходя за пределы сегмента зари, эти облака становятся совершенно невидимыми. Цераский забеспокоился. Именно в это время он занимался измерениями блеска звезд с помощью усовершенствованного им визуального фотометра Целльнера. Не могут ли таинственные облака поглощать свет звезд?

О ночных светящихся облаках (так он их назвал) Цераский рассказал астроному А. А. Белопольскому и предложил ему вместе определить высоту облаков путем одновременных наблюдений с двух пунктов. Предполагалось замерять высоту облаков двумя теодолитами в заранее согласованные моменты времени.

Светящиеся облака появились вновь 24 июня. Белопольский поехал в район Петровского замка, где теперь помещается Военно-воздушная инженерная академия им. Н. Е. Жуковского, Цараский остался в астрономической обсерватории на Пресне. Но выбранный ими базис — около 10 км — оказался слишком мал, и высоту облаков определить не удалось. Попытку повторили 26 июня. На этот раз Белопольский уехал дальше на север — в Листья-

ны. Измерения прошли успешно, средняя высота облаков оказалась 79 км (Земля и Вселенная, 1965, № 3, с. 27.— Ред.).

К сожалению, Цераский не позаботился о немедленной публикации результатов измерений. Сделал он это только через два года в своей диссертации «Астрономический фотометр и его применение». В этом же 1885 году новое явление привлекло внимание и других ученых. Среди них — эстонский астроном Э. Гартвиг и немецкий метеоролог О. Иессе. Оба они заметили ночные светящиеся облака 23 июня 1885 года. Иессе сразу же опубликовал свои наблюдения. В то же лето эти необычные облака зарегистрировали Т. Бакгауз в Киссингене (8 июня) и В. Ласка в Праге (10 июня). Но никаких дальнейших исследований серебристых облаков (так назвал их Иессе) они не сделали.

О. Иессе принадлежит первая публикация фотографий серебристых облаков. Однако есть прямые свидетельства того, что сделал первые фотографии все-таки не Иессе, а В. К. Цераский. Двенадцать лет назад автор этих строк смог ознакомиться с черновой тетрадью В. К. Цераского, относящейся к 80-м годам. И... обнаружил в ней неопубликованную статью ученого о серебристых облаках. Прочитав публикацию в журнале «Астрономические известия» («Астрономические известия») за 5 июля 1886 года с очередным призывом Иессе к наблюдателям серебристых облаков (статья так и называлась: «Призыв в отношении наблюдений блестящего небесного явления, которое было часто видимо летом 1885 года в Средней Европе»), Цераский решил откликнуться на статью. Он начал писать заметку на немецком языке, в которой после детального описания его наблюдений есть такая фраза: «Облака можно без труда сфотографировать, причем получается эффектное изображение». Значит, он их фотографировал!



Серебристые облака

Но где фотографии Цераского? Пока их разыскать не удалось.

Увы — Цераский не закончил свою заметку и не отослал ее в редакцию «Астрономическим Нахрихтен». Текст заметки увидел свет почти 90 лет спустя в XII томе «Историко-астрономических исследований». Правда, в 1890 году Цераский в «Трудах Московской обсерватории» на французском языке опубликовал другую заметку «О светящихся облаках». Ее русский перевод появился гораздо позднее — в «Избранных работах по астрономии» В. К. Цераского, в 50-е годы.

Ко второй половине 90-х годов были опубликованы многочисленные измерения высоты и скорости серебристых облаков, проведенные фотографическим способом О. Иессе. Выяснилось, что средняя высота облаков около 82 км — это самые высокие облака земной атмосферы. Скорость их движения достигает десятков метров в секунду, а преимущественное направление движения — на юго-запад.

ПРИРОДА СЕРЕБРИСТЫХ ОБЛАКОВ

Немецкий физик В. Кольрауш, а за ним и О. Иессе связывали внезапное появление серебристых облаков летом 1885 года с мощным извержением вулкана Кракатау 27 августа 1883 года. Во время извержения в атмосферу были выброшены десятки миллионов тонн мелкораздробленной пыли. Скопления пылинок и образуют серебристые облака. Но почему их не видели летом 1884 года? Во вся-

ком случае, не из-за невнимания наблюдателей — тот же Иессе специально наблюдал небо, пытаясь обнаружить какие-либо оптические аномалии, связанные с извержением Кракатау. Где же скрывались таинственные облака почти два года? Почему их не видели после других мощных вулканических извержений? И интерес к серебристым облакам стал постепенно падать.

Вспомнили о них лишь в середине 20-х годов нашего столетия. В 1923 году советский астроном И. И. Путилин высказал идею, что частицы серебристых облаков не просто отражают солнечные лучи, но люминесцируют под действием ультрафиолетовых лучей Солнца. В этом случае освещающие их лучи должны проходить выше некоторого слоя атмосферы, лежащего где-то вблизи озонного максимума (20—25 км).

В 1925 году известный немецкий геофизик и астроном А. Вегенер высказал гипотезу о том, что серебристые облака — не пылинки, а кристаллики льда. Правда, и Вегенер, и поддерживавший его гипотезу уже в 1933 году английский метеоролог У. Хамфрис справедливо указывали: для того, чтобы водяной пар конденсировался в кристаллы льда, на высоте около 80 км должна господствовать весьма низкая температура — ниже 160 К. А поскольку тогда считали, что на этих высотах температура, напротив, высокая — до 300 К — ледяная (конденсационная) гипотеза серебристых облаков не получила поддержки и обоснования.

Почти одновременно, в 1926 году, известный исследователь метеоритов Л. А. Кулик



Частицы серебристых облаков, захваченные специальными ловушками, установленными на ракетах в шведско-американском эксперименте над Кронгардом (Швеция) (1962 год). В центре видны частицы — ядра конденсации, вокруг них — гало из тающего льда

(Земля и Вселенная, 1975, № 3, с. 72.— Ред.) предложил метеорно-метеоритную гипотезу. Согласно этой гипотезе, серебристые облака состоят из множества мельчайших пылинок, оседающих в атмосфере после разрушения в ней метеоритов или метеоров. Обосновал он это тем, что очень яркие серебристые облака появлялись после падения Тунгусского метеорита 30 июня 1908 года.

Но почему эти странные облака наблюдаются лишь в сравнительно узком интервале высот? И почему видны только летом и только в средних широтах? Ответ на второй воп-

рос казался простым. Именно летом и именно в средних широтах самые длинные сумерки (вспомним, серебристые облака видны только на фоне сумеречного неба), следовательно, здесь и создаются наилучшие условия для наблюдений серебристых облаков. В высоких широтах в это время полярный день, так что серебристые облака не видны, а ближе к экватору — слишком короткие сумерки. Но как ответить на первый вопрос — объяснить «привязанность» серебристых облаков к одной, определенной высоте? Ведь пылинки любого происхождения, казалось бы, должны оседать в атмосфере, не задерживаясь на каком-то одном уровне.

Л. А. Кулик предложил еще один вариант своей гипотезы, на который сначала никто не обратил внимания. В своей статье («Доклады АН СССР») в 1926 году он писал: «...заряженные частички одновременно оседающей метеорной пыли могли быть центрами конденсации паров воды и образующихся градин». Эта идея — о роли метеорных частиц как ядер конденсации водяного пара в ледяные кристаллики — была сразу же надолго забыта и лишь в 1950 году ее независимо выдвинул автор этой статьи (приведенное выше место в статье Л. А. Кулика я обнаружил лишь в 1968 году, работая над монографией «Серебристые облака» — М.: Наука, 1970). Но большинство ученых, изучавших серебристые облака (К. Штермер, Е. Вестин, И. С. Астапович и другие), в 30-е — 40-е годы твердо придерживались метеорно-метеоритной гипотезы о природе серебристых облаков в ее «классической» форме.

Лишь в 1952 году И. А. Хвостиков привел важные доказательства справедливости конденсационной (ледяной) гипотезы. Опираясь на данные ракетных измерений температуры верхних слоев атмосферы, он теоретически показал, что минимум температуры на уровне мезопаузы, то есть как раз на высоте около 80 км, — необходимое, а при некоторых условиях и достаточное условие для конденсации водяного пара на этих высотах в кристаллики льда. Последующие измерения температуры в области мезопаузы, в том числе в средних широтах СССР и США, ясно показали: весьма низкая температура — 160 К и ниже — господствует в мезопаузе именно в средних широтах и именно летом. В более низких широтах, например в Душанбе или Ашхабаде,

серебристые облака ни разу не были зарегистрированы. Значит, дело не в продолжительности сумерек, а в реальных физических условиях в мезопаузе на тех или иных широтах.

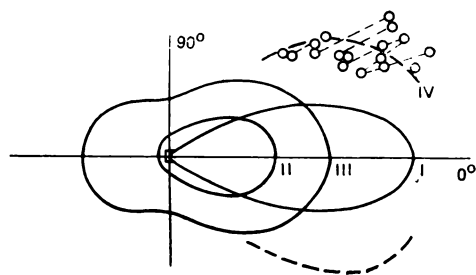
К концу 50-х годов конденсационная гипотеза получила всеобщее признание. Однако сомнения оставались. Во-первых, не будут ли ледяные кристаллики испаряться в мезопаузе под прямыми лучами Солнца и тепловым излучением Земли и, во-вторых, достаточно ли там водяного пара для формирования нужного числа таких кристалликов?

Первое сомнение вскоре устранили — расчеты советских ученых показали, что мельчайшие кристаллики льда совершенно прозрачны для солнечного излучения, а излучение Земли не в состоянии их растопить. Чтобы устранить второе сомнение, в конце 60-х годов в нашей стране под руководством А. В. Федынского были организованы запуски ракет со специальными приборами на высоту, где наблюдаются серебристые облака. Результаты опытов показали: водяного пара в мезопаузе бывает достаточно для образования серебристых облаков.

Было найдено и косвенное, но очень важное доказательство наличия на этих высотах водяного пара. После того как И. С. Шкловский и В. И. Красовский в 1949 году отождествили полосы излучения, наблюдаемые в инфракрасной области, с полосами гидроксидов (ОН), американские ученые выявили, что свечение гидроксидов дает четкий максимум на высотах 80—88 км — как раз там, где наблюдались серебристые облака. Наличие гидроксидов давало косвенное указание о водяном паре, за счет фотодиссоциации которого могут образоваться молекулы гидроксидов.

МАССОВЫЕ НАЗЕМНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ

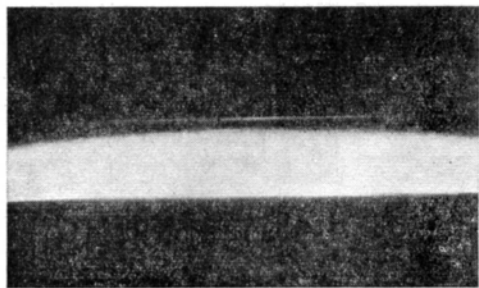
Еще в 1950 году по инициативе Всесоюзного астрономо-геодезического общества начались наземные визуальные и фотографические наблюдения серебристых облаков. В ходе их была разработана морфологическая классификация форм облаков: флер (редкая сплошная пелена), полосы, гребешки, гребни, волнообразные изгибы, вихревые образования. В начале 50-х годов один из первых исследователей серебристых облаков Н. И. Гришин получил их спектрограммы. Во время Международ-



Индикатрисы рассеяния малых частиц (по К. С. Шифрину). Кривая I соответствует самым крупным частицам; II и III — частицам более мелким; IV — индикатриса, построенная для частиц серебристых облаков по точкам (Ч. И. Виллманн)

ного геофизического года (1957—1958 гг.) в эти наблюдения включились станции Гидрометслужбы и многочисленные отделения ВАГО. Особенно успешно провели наблюдения Московское, Ленинградское, Эстонское и Латвийское отделения. Под Москвой Н. И. Гришин сделал замедленную киносъемку облаков, позволившую выявить характер их движений. Экспедиция Ленинградского отделения ВАГО под руководством О. Б. Васильева провела фотометрические и поляриметрические исследования серебристых облаков, и в результате была построена индикатриса рассеяния облаками солнечного света. Аналогичную работу провел Ч. И. Виллманн в Эстонском отделении ВАГО.

О том, что такое индикатриса рассеяния, надо сказать особо. Малые частицы, освещенные пучком параллельных лучей, из-за их неправильной формы рассеивают свет по разным направлениям неодинаково. Чем мельче частицы (а серебристые облака составляют частицы размером в доли микрометра), тем больше света рассеивается вперед, в направлении падающих лучей. И говорят, что индикатриса «вытянута вперед». Но можно решить и обратную задачу: по степени вытянутости индикатрисы оценить размеры рассеивающих частиц. Именно такую задачу решили независимо О. Б. Васильев и Ч. И. Виллманн. Размеры частиц оказались в пределах 0,1—0,7 мкм. В те же годы удалось определить поляризацию света, рассеянного серебристыми обла-



Вид серебристых облаков из космоса. Фотография сделана космонавтами Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко 15 января 1978 года во время полета на «Салюте-6»

ками. Такие исследования провели в нашей стране О. Б. Васильев, Ч. И. Виллманн, Т. М. Тарасова, а в Швеции — Г. Витт. По характеру поляризационной кривой — ее зависимости от углов рассеяния — тоже можно было оценить размеры частиц серебристых облаков. Они оказались почти теми же самыми — от 0,12 до 0,75 мкм.

В Латвии и Эстонии был получен огромный массив наблюдений для определения высоты и скорости движения серебристых облаков. Различные способы определения высоты облаков разработали М. И. Буров (Московский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии), М. А. Дирикис и Ю. Л. Францман (Латвийское отделение ВАГО). Эти способы подтвердили устойчивое среднее значение высоты облаков — 83 км — и диапазон ее изменения — от 73 до 97 км. Известны случаи, когда серебристые облака располагались двумя слоями. Тщательные исследования высотного расположения и движений серебристых облаков выполнили советские ученые М. И. Буров, М. А. Дирикис, Ю. Л. Францман, шведский ученый Г. Витт, а позднее — группа исследователей в ГДР во главе с Н. Ауфм-Ордом. Оказалось, что преимущественное направление движения серебристых облаков — на запад и юго-запад, а средняя скорость движения — 65 м/с. Таким образом, серебристые облака, как и метеорные следы, могут быть своеобразными индикаторами движений в верхней атмосфере, индикаторами ее динамики и циркуляции.

Постепенно главенствующая роль в исследова-

ниях серебристых облаков в нашей стране перешла от отделений ВАГО к специальным научным учреждениям. Все работы в этом направлении в СССР возглавляет Институт астрофизики и физики атмосферы АН ЭССР (О. А. Авасте, Ч. И. Виллманн). Активно участвуют в этих исследованиях Ленинградский и Латвийский университеты, Центральная аэрологическая обсерватория и другие учреждения.

Наблюдениями серебристых облаков активно занимаются и отделения ВАГО, и астрономические кружки. Много хороших фотографий сделали юные астрономы из разных городов средней полосы нашей страны. На основе всех опубликованных и поступивших в ВАГО наблюдений Н. П. Фаст из Томского отделения ВАГО выпустила в 1972 и 1980 годах два тома специального каталога появлений серебристых облаков.

НАБЛЮДЕНИЯ ИЗ КОСМОСА

С 1975 года были организованы систематические исследования серебристых облаков из космоса, сперва визуальные, а потом фотографические. В июле 1975 года экипаж орбитальной станции «Салют-4» (П. И. Климук, В. И. Севастьянов) регистрировал серебристые облака на очень большой площади — подряд на девяти витках полета, охвативших более 180° долготы. Облака наблюдались в «положенном» им среднеширотном поясе, лишь изредка достигая широты Крыма.

В задачу первого экипажа орбитальной станции «Салют-6» (Ю. В. Романенко, Г. М. Гречко), работавшего с декабря 1977 по март 1978 года, также входило фотографирование серебристых облаков. Велось оно над южными широтами Земли, где в то время было лето. Космонавты получили 40 черно-белых и 5 цветных фотографий. Серебристые облака на них — в виде тонкой полоски над сумеречным сегментом, которая при внимательном рассмотрении разделялась на две. Наблюдались они не выше 2° над горизонтом — на такой максимальной высоте они видны с орбитальной станции, пролетающей выше, чем они расположены. Серебристые облака были видны почти весь период полета, а с 23 декабря по 5 января наблюдались непрерывно,

на всех витках (конечно, в соответствующей зоне широт). Не раз космонавты отмечали случаи, когда облака занимали весь южный горизонт. По космическим фотографиям удалось выявить волновые образования в облаках среднего (20—100 км) и большого (100—280 км) масштабов.

Кроме фотографирования, советские космонавты проводили наблюдения серебристых облаков с помощью четырехканального радиометра, сконструированного группой советских ученых. Он работал в диапазоне инфракрасных волн и показал четкий максимум на высоте 80 км.

Обработку фотографий и наблюдений серебристых облаков из космоса провели сотрудники Института астрофизики и физики атмосферы АН ЭССР О. А. Авасте и Ч. И. Виллманн при участии космонавтов Г. М. Гречко и Ю. В. Романенко. Когда распределение яркости в поле облаков, полученное на орбите, сравнили с теоретической моделью, построенной в 1975 году Ч. И. Виллманном, оказалось: вблизи азимута Солнца свечение облаков вдвое ярче, чем предсказывала модель. Авторы работы объяснили это тем, что в поле серебристых облаков присутствуют частицы гораздо крупнее, чем было принято в модели.

Серебристые облака изучали также космонавты Г. Т. Береговой, А. А. Губарев, А. С. Иванченков, В. В. Коваленок, А. Г. Николаев, В. П. Савиных, Е. В. Хрунов, польский космонавт М. Гермашевский. Серебристые облака на «Салюте-7» в августе 1982 года наблюдал экипаж посещения в составе Л. И. Попова, А. А. Сереброва и С. Е. Савицкой.

СЕРЕБРИСТЫЕ ОБЛАКА НА ЭКВАТОРЕ

Все эти наблюдения принесли новые, неожиданные результаты. Из-за того, что орбитальная станция находится значительно выше слоя облаков, слой этот виден оттуда как бы с ребра. После того, как под руководством профессора А. И. Лазарева (Государственный оптический институт АН СССР) были обработаны наблюдения серебристых облаков и результаты их опубликованы в нескольких сборниках и книгах, выяснилось, что эти облака наблюдаются не только в средних широтах, но и в экваториальной зоне.

Как же разрешить парадокс? Почему в экваториальной зоне из космоса серебристые облака наблюдаются, а с Земли их там не видно? Может быть, дело опять в коротких сумерках? Этот вопрос стал предметом горячих дискуссий, развернувшихся на совещании по серебристым облакам в апреле 1984 года в Риге. Ответа, который удовлетворил бы всех, тогда не нашли. Лишь спустя четыре месяца, на международном симпозиуме по серебристым облакам в Таллине, его удалось найти. Вспомните об индикатрисе рассеяния. У частиц серебристых облаков она сильно вытянута вперед. Значит, если наблюдать облака с ребра и со стороны, противоположной Солнцу,— их яркость значительно возрастет. Именно в таких условиях и наблюдают серебристые облака наши космонавты. В тропической зоне условия для их формирования хуже, поэтому облака здесь представляют собой лишь слабую пелену флера, невидимую с Земли. Но ее можно различить с орбитальных станций.

Немало интересного рассказали на таллинском симпозиуме в августе 1984 года зарубежные исследователи. А. Ф. Родди из университета города Голуэй (Ирландия) разработал теорию процесса конденсации водяного пара на метеорных частицах, как на ядрах, с образованием кристалликов льда. Результатом телевизионных наблюдений волновых образований в серебристых облаках посвятил свой доклад М. Дж. Тэйлор (Великобритания). М. Гадсден (Эбердин, Шотландия) рассказал о наблюдениях серебристых облаков над северо-западом Европы, регулярно проводящихся уже 20 лет по инициативе Дж. Пейтона, одного из зарубежных энтузиастов исследования самых высоких облаков земной атмосферы.

Исследования серебристых облаков, начатые сто лет назад, успешно продолжают с применением новых методов, новых совершенных приборов.



Памяти Кирилла Федоровича Огородникова



Кирилл Федорович Огородников (1900—1985)

Советская астрономия понесла тяжелую утрату. 29 июня 1985 года скончался основатель советской школы звездной динамики Кирилл Федорович Огородников.

К. Ф. Огородников родился 30 июля 1900 года в Павловске (под Петербургом). Судьбу будущего ученого определила Октябрьская революция. Его отец, Федор Евлампиевич Огородников, генерал-майор царской армии, профессор Академии генерального штаба, сразу перешел на сторону большевиков и был назначен военным руководителем Беломорского военного округа. Вместе с отцом вступил в Красную Армию и выпускник кадетского корпуса К. Ф. Огородников. Пос-

ле войны, в 1920 году, К. Ф. Огородников поступил в основанный М. Н. Тухачевским военизированный Политехнический институт Западного фронта в Смоленске. Способный студент обратил на себя внимание преподавателя математики (впоследствии академика) П. С. Александрова, который помог ему перейти в 1921 году на физико-математический факультет Московского университета. Здесь, на математическом отделении, К. Ф. Огородников становится членом «Лузитании» — группы молодых математиков, работавших под руководством профессора Н. Н. Лузина, будущего академика. Университетский курс К. Ф. Огородников прошел ускоренно и закончил его за два года.

Еще студентом, в 1922 году, К. Ф. Огородников начал работать в Оргкомитете Главной Российской астрофизической обсерватории, преобразованном вскоре в Государственный астрофизический институт. Его первая научная статья, написанная совместно с будущим академиком В. Г. Фесенковым, была опубликована в 1924 году в первом томе «Русского астрономического журнала». Она посвящалась определению движения Солнца по лучевым скоростям звезд спектрального класса В.

Продолжали интересоваться К. Ф. Огородникова и проблемы математики. После окончания университета он был оставлен в Институте математики и механики МГУ, где в 1929 году защитил «заключительную» научную работу «О принципе элементарных ошибок». За эту работу К. Ф. Огородников получил свидетельство, которое соответствует нынешнему диплому кандидата наук.

В 1931 году К. Ф. Огородников — профессор астрономии и геодезии, а в 1936 году получает степень доктора физико-математических наук без защиты диссертации.

В 20-е годы, когда начиналась научная деятельность К. Ф. Огородникова, у астроно-

мов были недостаточно ясные, противоречивые представления о Галактике. По звездным подсчетам, в которых еще не учитывалось поглощение света, получалось, что размеры Галактики составляют всего несколько килопарсек, причем Солнце находится вблизи ее центра. Анализ звездных движений приводил к формальному разделению звезд на два пространственно совпадающих, но движущихся в разные стороны потока. Открытое в конце 20-х годов галактическое вращение указывало на периферийное положение Солнца и казалось несовместимым с этими двумя потоками. Только в 30-е годы возникает современная картина строения и кинематики Галактики, и значительную роль сыграли здесь исследования К. Ф. Огородникова.

Своими первыми работами по определению движения Солнца (1924—1927 гг.) и перевычислению постоянной прецессии с учетом галактического вращения К. Ф. Огородников возобновил целенаправленные исследования по звездной астрономии, которые после смерти В. Я. Струве (1793—1864) велись у нас в стране лишь эпизодически.

В конце 1930 года Кирилл Федорович выезжает в командировку в США, откуда возвращается в 1932 году. Выполненные в Гарварде исследования систематических звездных движений приносят ему мировую известность. В 1932 году он опубликовал фундаментальную статью «Теория потока в системе В-звезд». В ней выдвигается новое важное понятие звездной астрономии — представление о дифференциальном поле скоростей центроидов в звездных системах. Галактика впервые стала рассматриваться не как случайное собрание отдельных звезд, а как сплошная среда, обладающая систематическими внутренними движениями, среда, характеризующаяся кинематическим и динамическим единством. Скорость каждой звезды складывается из систематической скорости среды в данной точке пространства — скорости центроида — и остаточной, случайной скорости. Частными случаями движения центроидов являются вращение и радиальное расширение. К. Ф. Огородников показал, как определять характеристики движения центроидов по лучевым скоростям и собственным движениям звезд. Формулы К. Ф. Огородникова используются и в современных кинематических исследованиях, в частности при определении

параметров спиральных рукавов в Галактике.

В конце 30-х годов К. Ф. Огородников предложил метод определения величины поглощения света в межзвездных туманностях и расстояния до них (известный теперь как метод Огородникова). Его перу принадлежит и пионерская работа, посвященная кинематике Местного сверхскопления галактик, вышедшая в 1952 году.

В 1934 году К. Ф. Огородникова приглашают в Пулковскую обсерваторию, а с 1940 года и до конца дней — он профессор Ленинградского университета. В 1940 году К. Ф. Огородников вступает в партию.

Война прерывает научную деятельность профессора К. Ф. Огородникова. В июле 1941 года он записывается добровольцем в отряд народного ополчения и едет на фронт бойцом 109-й стрелковой дивизии, защищает Ленинград на Пулковских высотах, а затем его направляют в отдел по работе среди войск противника. На передовой он читает на немецком языке тексты листовок, некоторые из них он составлял сам. В начале 1942 года во время очередной передачи капитана К. Ф. Огородникова контузило.

После госпиталя и увольнения по состоянию здоровья из армии он выезжает в Саратов, где руководит эвакуированным факультетом математики и механики ЛГУ. Деканом этого факультета К. Ф. Огородников был до 1948 года, оставаясь в то же время (с 1940 по 1950 год) директором Астрономической обсерватории ЛГУ. С 1946 по 1963 годы профессор К. Ф. Огородников заведовал созданной им кафедрой звездной астрономии.

В 1948 году в «Успехах астрономических наук» была опубликована большая статья К. Ф. Огородникова «Основы динамики вращающихся звездных систем». Это первое на русском языке и одно из первых в мировой литературе изложение звездной динамики как научной дисциплины. В работе даны основные понятия динамики звездных систем, критически проанализированы ее методы и рассмотрены соотношения с гидродинамикой, статистической механикой и кинетикой, намечен ряд задач, которые были решены лишь впоследствии. Эта работа оказала большое стимулирующее влияние на развитие исследований по звездной динамике в нашей стране.

В 50-е годы К. Ф. Огородников разрабатывает основы статистико-механической теории

фигур равновесия галактик. Результаты его исследований приведены в вышедшей в 1958 году книге «Динамика звездных систем» — до сих пор наиболее полной в мировой литературе монографии по этой отрасли знаний. В 1965 году она была переведена на английский язык.

Разбирая вопрос о равновесии галактик, К. Ф. Огородников провел аналогию с классическими фигурами равновесия вращающихся жидких масс, изучавшимися А. Пуанкаре, Дж. Дарвином, А. М. Ляпуновым и другими выдающимися учеными. Для звездных систем теория равновесия значительно усложняется. Но К. Ф. Огородников показал, что звездные системы в ходе эволюции должны образовывать фигуры, близкие к однородным эллипсоидам Маклорена и Якоби. И планеты, и звезды — небесные тела, близкие к двухосным эллипсоидам Маклорена. В работах К. Ф. Огородникова обосновывается возможность существования галактик, напоминающих трехосные эллипсоиды Якоби. Указаны и вероятные примеры таких «иглообразных» галактик.

В своей монографии К. Ф. Огородников поднимает также вопрос о факторах эволюции звездных систем. Он близко подошел к представлениям, развиваемым в последние годы, согласно которым существенную роль играют в эволюции коллективные взаимодействия звезд. Связанное с исследованиями К. Ф. Огородникова обсуждение данного вопроса позволило лучше понять свойства «звездного газа».

Профессор К. Ф. Огородников привлекает к научным исследованиям молодых сотрудников, своих учеников, создает крупную научную школу. В последние 25 лет им разрабатывались новые методы определения движения Солнца в пространстве, проблема интегралов движения звезд, динамика шаровых скоплений в Галактике, происхождение спиральной структуры и многие другие вопросы.

К. Ф. Огородников плодотворно трудился и в области истории астрономии. Он подчеркивал важную роль практических запросов человечества в развитии астрономических исследований. Много сил уделял ученый популяризации науки, организаторской работе.

Широко известна редакторская деятельность Кирилла Федоровича. В 1924—1930 годах — он секретарь первой редколлегии «Астрономического журнала», а в 1932—1935 годах его главный редактор. С 1953 года К. Ф. Огородников — главный редактор рефе-

ративного журнала «Астрономия», в 1965 году вошел в редколлегию журнала «Земля и Вселенная». Во время съезда Международного астрономического союза в Москве (1958 г.) он редактировал газету съезда, выходящую на трех языках. К. Ф. Огородников — один из первых советских членов Международной академии астронавтики.

Многие годы Кирилл Федорович Огородников был председателем Ленинградского отделения ВАГО, входил в состав Центрального совета, был почетным членом ВАГО.

К. Ф. Огородников входил в состав Астрономического комитета Наркомпроса и сменявшего его Астрономического совета АН СССР. С 1960 по 1972 годы он — председатель рабочей группы «Динамика и кинематика звездных систем» комиссии звездной астрономии Астровета.

Кирилл Федорович был замечательным воспитателем молодых ученых — добрым, отзывчивым человеком, щедрым на идеи, но и принципиально требовательным к результатам научной работы. Из числа его бывших аспирантов — пять докторов наук (О. В. Добровольский, Т. А. Агемян, Р. Б. Шацова, Б. И. Фесенко, В. А. Антонов). Всесоюзную известность приобрел семинар К. Ф. Огородникова по звездной динамике. Зарубежные ученые считают за честь для себя выступать на нем.

За многолетнюю плодотворную научную и педагогическую работу профессор К. Ф. Огородников награжден орденами Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени, многими медалями. В 1967 году ему было присвоено звание заслуженного деятеля науки РСФСР.

Особо хочется сказать о многочисленных научных статьях Кирилла Федоровича, которые отличались не только глубиной содержания, но и блестящим стилем. Вообще он был человеком разносторонних интересов. Очень любил музыку и прекрасно играл на фортепьяно, хорошо рисовал, в молодости увлекался спортом.

К. Ф. Огородников прожил необычайно богатую и яркую жизнь. Она может служить примером несгибаемого оптимизма, беззаветного служения Родине, партии, науке. Светлая память об этом удивительном человеке навсегда сохранится в сердцах его коллег и учеников, всех, кто знал его.

Группа товарищей



Владимир Юльевич Визе

(к 100-летию со дня рождения)

УЧАСТНИК ЭКСПЕДИЦИИ СЕДОВА

Когда в 1910 году двадцатичетырехлетний Владимир Визе вернулся в Россию с дипломом философского факультета Геттингенского университета, он уже решил: его призвание не химия, которой он занимался в университетах Геттингена и Галле, а география в широком смысле слова. Как он потом признался, огромное влияние на него оказала книга Фритьофа Нансена «Во мраке ночи и во льдах», ее он прочел в немецком переводе. И полярные путешествия настолько увлекли, что он даже изучил голландский язык, чтобы познакомиться в подлиннике с дневниками Баренца.

Выбор сделан: Визе поступает на физико-математический факультет Петербургского университета, на кафедру этнографии и географии, и становится учеником известного этнографа и писателя В. Г. Тан-Богораз. Летом в 1910 и 1911 годах В. Ю. Визе совершил два путешествия по Кольскому полуострову, во время которых подолгу вместе со своим спутником геологом М. А. Павловым жил среди лопарей (саами). Результат поездок — серия статей по этнографии саами. Но Визе не стал этнографом и, быть может, помешало этому участие в экспедиции к Северному полюсу, организованной Г. Я. Седовым в 1912 году. Знакомство с природой самых высоких широт, с просторами Северного Ледовитого океана и его ледяными архипелагами окончательно определило судьбу В. Ю. Визе.

Ему было 26 лет, когда из Архангельска вышло судно «Святой Фока» с экспедицией Г. Я. Седова на борту. Хотя целью ее было водрузить русский флаг на Северном полюсе, Седов собирался выполнить широкую научную программу. Именно для этого в экспедицию включили научную группу в составе геолога М. А. Павлова, художника Н. В. Пинегина, и возглавил ее В. Ю. Визе — «географ и руководитель метеорологических наблюдений».



В. Ю. Визе (1886—1954)

Вынужденной зимовкой у берегов Новой Земли он успешно воспользовался для научных исследований — на оборудованной им метеорологической площадке вместе с Н. В. Пинегиним проводил регулярные наблюдения. В итоге удалось обнаружить периодические колебания температуры воздуха и давления, свидетельствовавшие о приливо-отливных процессах в атмосфере. В полярную ночь, когда нет Солнца, они особенно отчетливо прослеживаются.

Визе также участвовал в работе Г. Я. Седова по определению координат астрономических пунктов и топографической съемке близлежащей территории. Это были походы на десятки



Участники экспедиции на «Святом Фоне». Сидит слева — Г. Я. Седов, справа — В. Ю. Визе

километров на собачьих упряжках, во тьме и в пургу.

С началом весны отправились две дальние партии: Седова — к мысу Желания, Визе и Павлова — к карскому берегу Новой Земли. Предстояло пересечь закованный в ледяной панцирь северный остров по 76-й параллели. Этот первый маршрут поперек ледяного щита Новой Земли вместе с возвращением занял 29 дней. По пути проводили гляциологические исследования, так что «спектр» научных интересов Владимира Юльевича стал еще шире.

Новая зимовка — ближе к полюсу, на Земле Франца-Иосифа, в бухте острова Гукера, названной Г. Я. Седовым Тихой. Здесь Визе снова организует метеостанцию — прямо на льду бухты, а рядом из снежных блоков строит павильон для магнитных наблюдений.

После ухода Седова в полюсный маршрут, завершившийся, как известно, трагически, ру-

ководителем научных работ экспедиции остался В. Ю. Визе. Он организовал комплексные исследования острова Гукера и прилежащих островов. Помимо метеорологических наблюдений была сделана съемка некоторых ледников, описаны формы рельефа, собран гербарий, образцы горных пород. Когда «Святой Фока» освободился из ледового плена, отправились в обратный путь.

В апреле 1914 года судно, о котором долго ничего не было слышно, вошло в устье Северной Двины. Но героическую экспедицию встретили полнейшим равнодушием. Попытки получить хоть какие-то средства на обработку научных материалов оказались безуспешными. Но для Визе, как он сам потом говорил, седовская экспедиция стала «суровой практической школой», которая дала ему больше, чем он «вынес бы из экспедиции, снаряженной по последнему слову науки и техники». К тому же это предприятие в научном отношении оказалось плодотворнее многих иностранных экспедиций, стремившихся достичь полюса. И в этом немалая заслуга Владимира Юльевича Визе.

Он чувствовал ответственность за обработку наблюдений, сделанных на Новой Земле и Земле Франца-Иосифа, и выполнил свою задачу: почти двадцать лет спустя в 1933 году результаты исследований экспедиции Г. Я. Седова будут изданы под редакцией В. Ю. Визе. В разных изданиях и позднее появляются статьи В. Ю. Визе по географии, геоморфологии, гидрологии, гляциологии Новой Земли и Земли Франца-Иосифа. Обобщив все имевшиеся тогда данные о ледниках самого северного архипелага планеты, он создаст по существу первый гляциологический очерк Земли Франца-Иосифа.

После экспедиции молодой ученый сначала возвращается на Кольский полуостров, занимается там этнографией и ведет комплексные исследования. В 1916 году В. Ю. Визе обследует северо-западную часть полуострова для обоснования возможного дорожного строительства. В отчете его описаны рельеф, растительность, гидрография района, детально обрисованы условия быта финских лопарей. В 1917 году появилась его статья о вскрытии и замерзании рек и озер, которыми изобилует Кольский полуостров. Это была первая публикация Визе, непосредственно связанная с ледовой тематикой.

ПИОНЕР ЛЕДОВЫХ ПРОГНОЗОВ

С начала 20-х годов В. Ю. Визе активно включается в работу по освоению Арктики, начатую молодой советской республикой в соответствии с утвержденной В. И. Лениным программой. Он работает одновременно в Государственном гидрологическом институте, Главной физической обсерватории, Главном гидрографическом управлении, Центральном метеобюро Наркомата морского транспорта. Важнейшее направление его исследований в то время — прогноз ледовой обстановки. В первой статье на эту тему — «О возможности предсказания состояния льдов в Баренцевом море», опубликованной в 1923 году, он утверждает, что ледовая обстановка здесь зависит от поступления теплых атлантических вод, течение которых продолжает Гольфстрим. Интенсивность течения, в свою очередь, отражает условия циркуляции атмосферы, которые меняются от года к году. С помощью математической статистики Визе показал, что прогноз ледовитости Баренцева моря можно строить в зависимости от положения Исландского минимума атмосферного давления, смещающегося к северу и углубляющегося при усилении циркуляции атмосферы. Аналогичные статьи Визе посвятил и другим регионам — Белому, Карскому, Чукотскому морям, Финскому заливу. Расчеты его были первым опытом прогноза ледовой обстановки, в этом деле он был пионером.

На 1 Всероссийском гидрологическом съезде в 1924 году в Ленинграде он выступил с предложением использовать для ледовой разведки самолеты. И там же в его докладе о связи количества льдов в Арктике с интенсивностью атмосферной циркуляции прозвучала мысль о том, что можно строить прогноз ледовитости по данным об увлажненности даже весьма далеких от Арктики районов, ведь эти изменения имеют общие причины: колебания интенсивности атмосферной циркуляции. Своего рода сенсацией стала статья В. Ю. Визе о связи ледовитости Баренцева моря с изменениями уровня воды в африканском озере Виктория. В статье он писал, что активизация движений воздушных масс вызывает, с одной стороны, увеличение осадков в экваториальном поясе, а с другой — похолодание в северной полярной области. Причину же колебаний атмосферной циркуляции Визе видел в

периодичности солнечной активности.

Он верно нащупывал все эти связи, хотя недостаток материала сказывался, конечно, на точности расчетов. Но все эти расчеты использовались в практике арктического мореплавания как раз в те годы, когда Северный морской путь осваивался как постоянно действующая магистраль.

В. Ю. Визе был одним из организаторов проведения в СССР в 1932—1933 годах 2-го Международного полярного года, отвечал за разработку советской научной программы. Важнейшие ее пункты — организация новых полярных станций на побережье и островах Северного Ледовитого океана, наблюдения которых помогли бы составить полную картину формирования погоды и изменения ледовой обстановки по трассе Северного морского пути.

Экспедиция на ледокольном пароходе «А. Сибиряков», начальником которой был назначен О. Ю. Шмидт, научным руководителем — В. Ю. Визе, должна была впервые в истории пройти эту трассу за одну навигацию. 28 июля 1932 года «А. Сибиряков» вышел из Архангельска. Поначалу все складывалось благоприятно, удалось даже впервые обойти с севера архипелаг Северная Земля. Но в море Лаптевых случилось непредвиденное — обломалась при сильном ударе о льдину одна из лопастей винта; в Восточно-Сибирском море винт был сломан совсем, а через несколько дней «А. Сибиряков» лишился всякой способности двигаться. По предложению Визе установили паруса из брезента и попутный ветер погнал корабль к Берингову проливу, куда он благополучно вошел 1 октября. Так завершился переход вдоль берега Северного Ледовитого океана за одну навигацию. Это было одно из великих событий в истории исследования и освоения Арктики.

В 1932 году В. Ю. Визе становится заместителем директора по научной части Всесоюзного Арктического института (директором был тогда профессор Р. Л. Самойлович). Он руководит теперь всеми исследованиями, которые проводятся в полярном регионе страны. В следующем году его избирают членом-корреспондентом АН СССР. Вместе с Р. Л. Самойловичем они составили план работы в Арктике научно-исследовательских экспедиций на судах. И сам В. Ю. Визе принимает в них участие: 1933 год — плавание на «А. Си-



В. Ю. Визе и О. Ю. Шмидт после похода на «А. Сибирякове», 1932 год

бирякове» и открытие неизвестных островов в Карском море (им Визе дал имя Арктического института); 1934 год — переход от Владивостока до Мурманска на ледорезе «Ф. Литке», первое сквозное плавание Северным морским путем с востока на запад без зимовки; 1936 год — высокоширотная экспедиция на ледокольном пароходе «Садко», прерванная из-за тяжелых ледовых условий в западном секторе Арктики.

Еще на конференции международного общества «Аэроарктик» в ноябре 1931 года в Берлине В. Ю. Визе предложил организовать дрейфующую станцию в центральной части Полярного бассейна. По существу он поддержал идею, высказанную Ф. Нансеном. И когда в 1937 году встал вопрос о ее реализации, Визе был назначен пятым участником экспедиции под руководством И. Д. Папанина. К большой его досаде, медицинская комиссия запретила ему участвовать в ледовом дрейфе. И он возглавил работу по обработке научных результатов, полученных четверкой папанинцев. Спустя три года Визе также обобщил научные результаты 812-дневного дрейфа ле-

докольного парохода «Г. Седов».

На протяжении многих лет В. Ю. Визе был признанным главой научной школы советских полярников. Ее отличала четкая практическая направленность — обеспечение регулярной работы Северного морского пути. Выявление же закономерностей того, как распределяются и дрейфуют морские льды в Арктике, было важнейшей конкретной задачей. И Визе начал целенаправленно разрабатывать теорию ледовых прогнозов. Он проанализировал данные о дрейфе в Арктике практически всех судов — начиная со «Святой Анны», пропавшей без вести еще в 1914 году. С 1927 года по его предложению экспедиции Арктического института стали сбрасывать в различных точках океана буи специальной конструкции для изучения течений. Около 13 процентов буев — а к 1939 году число их достигло 900 — было найдено, и их путь тщательно исследовал Визе. Сделанное на этой основе замечательное обобщение о течениях Северного Ледовитого океана он опубликовал в таких работах, как «Дрейф буев из Карского моря к берегам Норвегии», «О дрейфе льдов в Полярном бассейне». Итогом многолетнего внимания Владимира Юльевича к проблеме прогноза ледовых условий стала монография «Основы долгосрочных прогнозов для арктических морей», вышедшая в 1944 году.

Прекрасно зная состояние льдов буквально во всех уголках Северного Ледовитого океана, Визе еще в 1926 году первым заметил тенденцию к уменьшению его ледовитости, которая была связана с заметным потеплением Арктики в конце 20-х годов. К 1940 году площадь льда уменьшилась почти вдвое. И этот феномен был предсказан В. Ю. Визе — он объяснил его происходившим в те годы усилением атмосферной циркуляции, сокращением полярного антициклона и тем, что траектории циклонов, несущих в Арктику тепло из Атлантики, сместились к северу.

Большое значение ледовые прогнозы имели в годы Великой Отечественной войны, и Визе возглавлял работу по их составлению. В 1944 году была издана его книга «Основы долгосрочных ледовых прогнозов для арктических морей», удостоенная Государственной премии СССР. За работу в годы войны В. Ю. Визе был награжден вторым орденом Ленина. Первый он получил за плавание на «А. Сибирякове».

В 30-е годы, в эпоху интенсивного освоения Арктики и плаваний по Северному морскому пути, со страниц газет не сходило имя О. Ю. Шмидта, организатора исторических ледовых экспедиций тех времен, первого руководителя созданного в 1932 году Главсевморпути. И рядом всегда стояло имя Владимира Юльевича Визе, руководителя научных работ почти всех этих экспедиций.

Еще в 1921 году В. Ю. Визе возглавляет океанографический отряд на исследовательском судне «Таймыр», работавшем в Карском море, которое называли «ледовым погребом» арктической акватории. В. Ю. Визе установил тогда, что в Карское море, обгибая северный остров Новой Земли, поступают из Баренцева моря теплые атлантические воды. Летом 1923 года Визе снова идет на «Таймыре» во льды Баренцева и Карского морей, участвует в строительстве обсерватории в проливе Маточкин Шар. В 1926—1927 годах в «географии» его работ наблюдается неожиданное отклонение: по заданию Центрального гидрометеобюро Мортранса В. Ю. Визе осматривает гидрометеостанции на побережье Черного и Азовского морей, руководит там гидрологическими исследованиями и одновременно работает над статьей «Климат Якутии» для сборника, посвященного природе и экономике Якутской АССР. Быть может, это разведка новых тем, но скорее всего — лишь выполнение служебных заданий. Владимир Юльевич остался верен Арктике. В 1928 году он начинает работать старшим гидрологом в Институте по изучению Севера. И сразу же ему достается ответственное дело — возглавить рейс ледокольного парохода «Малыгин» в Гренландском море с целью поиска остатков итальянской экспедиции У. Нобиле, которая на дирижабле «Италия» пыталась достигнуть Северного полюса. В рейсе на «Малыгине» по инициативе В. Ю. Визе проводились первые опыты ледовой разведки с самолета, базировавшегося на судне. Она помогла пароходу самостоятельно выйти из ледового дрейфа. И хотя успех спасательных работ выпал на долю ледокола «Красин», самоотверженная работа экипажа «Малыгина» также отмечена правительственными наградами. В. Ю. Визе был награжден орденом Трудового Красного Знамени.

1929 год ознаменовался походом «Г. Седова» к Земле Франца-Иосифа. Тогда О. Ю. Шмидт объявил ничейный архипелаг советской территорией и на месте зимовки Г. Седова была открыта самая северная на планете полярная станция Бухта Тихая. В. Ю. Визе, вновь — через 15 лет — посетивший эти места, стал главным консультантом организации станции. В следующем рейсе «Г. Седова» в 1930 году — на Северную Землю — Визе также руководит научными работами, курируя кроме этого и составление программ работ для экспедиции Г. А. Ушакова и Н. Н. Урванцева по исследованию в ту пору еще неизвестного архипелага Северная Земля. Проходя по северной части Карского моря, Визе испытывал особое волнение: предстояло проверить его гипотезу о существовании земли, нарушавшей закономерности дрейфа льдов. И остров был открыт именно в том пункте, который был вычислен «заочно». Остров назвали островом Визе.

В 1937 году Владимир Юльевич участвует в последнем своем ледовом плавании — возглавляет третью высокоширотную экспедицию на ледокольном пароходе «Садко». Одной из ее задач был поиск легендарной Земли Санникова. «В те дни, когда „Садко“ бродил в тумане к северу от Новосибирских островов, каждые пять минут измеряли золотом глубину моря, на судне едва ли кто-нибудь ложился спать...» — писал В. Ю. Визе. Обследован был большой район — земли не обнаружили. Но зато состоялось знакомство с небольшим островом Генриетты, на котором была тогда заложена полярная станция...

У внешне строгого, даже сурового, часто замкнутого и молчаливого В. Ю. Визе была поистине душа поэта. И Арктика была его музой. Он был музыкально одарен: прекрасно играл на фортепиано, сам сочинял музыку, даже симфонические произведения. В его книгах можно встретить музыкальные эпиграфы — нотные строчки (обычно из Вагнера, который был особенно ему близок). Имел он и дар слова, и пользовался им в своих научно-популярных книгах и очерках: «На Землю Франца-Иосифа», «Путешествия на „Сибирякове“ и „Литке“», «Международный полярный год», «Остров Генриетты». Но самая известная его книга — «Моря Советской Арктики».

Это необычная книга: история и география, научные и художественные элементы тесно

в ней переплетены. По существу В. Ю. Визе писал ее всю жизнь. Подготовкой к ней были исследования ледового и гидрологического режима отдельных морей Северного Ледовитого океана, работа «Климат морей Советской Арктики», книга «История исследования морей Советской Арктики», вышедшая в 1926 году, очерк, посвященный двум Международным полярным годам, и научно-популярные книги — отчеты о собственных ледовых плаваниях.

Наиболее полное издание книги «Моря Советской Арктики» появилось в 1948 году. Это — всеохватывающее детальное описание практически всех полярных путешествий, совершенных в морях Северного Ледовитого океана, начиная с древних времен и кончая 40-ми годами XX столетия. В 23 главах книги — каждая является самостоятельным очерком — прослежены основные этапы изучения Арктики. Много места уделено начальному этапу этих исследований, в особенности первым плаваниям русских на Крайнем Севере и в Белом море: вдоль Кольского побережья, а потом — на Грумант, как в те далекие времена поморы называли Шпицберген. В XVII и XVIII веках русские были единственными обитателями этого арктического архипелага...

В истории полярных исследований В. Ю. Визе сделал немало, его можно считать зачинателем советской полярной историографии. В послевоенные годы историческое направле-

ние работ ученого становится даже главным. И на организованной им в Ленинградском университете первой в стране кафедре океанографии он читает курс истории полярных исследований. Но продолжает работать и в области климатологии, и в области ледовых прогнозов. В 1956 году, когда к берегам шестого континента отправилась первая советская антарктическая экспедиция, вышла книга В. Ю. Визе «Климат Антарктиды». Это была последняя его работа, изданная уже посмертно — 19 февраля 1954 года В. Ю. Визе скончался.

Память о В. Ю. Визе увековечена во многих географических названиях. Его именем названы мысы, бухты, ледники на Новой Земле, Земле Франца-Иосифа, в Антарктиде. Имя его носит и научно-исследовательское судно: «Профессор Визе» — один из известных кораблей науки, совершающий рейсы в Арктике и в водах Южного океана.

Труды В. Ю. Визе — фундамент многих научных направлений полярной геофизики. Владимир Ольевич — признанный крупнейший географ нашей страны, и отмечено это присуждением ему в 1950 году Большой золотой медали Географического общества СССР — «за труды по различным отраслям географии, проливающие совершенно новый свет на принципиально важные и ценные проблемы науки».

НОВЫЕ КНИГИ

В мире ледников

Научно-популярная книга Л. Р. Серебрянного и А. В. Орлова «Ледники в горах» (М.: Наука, 1985) содержит 14 небольших глав. Первые две знакомят с историей изучения горных ледников и их классификацией. Как формируются ледники, каков их режим и механизм движения, в чем причина ледниковых пульсаций, читатель узнает из третьей, четвертой и пятой глав книги.

Темы следующих нескольких глав — особенности строения горных ледников; каменные образования на их по-

верхности; динамическое взаимодействие ледников с ложем; роль мореносодержащего льда — важной составной части ледников, без специального изучения его невозможно понять, как ледники разрушают горы и каково происхождение многих форм рельефа, встречающихся в ныне свободных от льда областях. Автор рассказывает об изучении морен, в которых заключена богатая информация о жизнедеятельности ледников.

Двенадцатая глава книги посвящена древним оледенениям на нашей планете. Здесь автор обсуждает различные методы и подходы, используемые в современной гляциологии, геофизические и астрономические гипотезы, объясняющие причины оледенений.

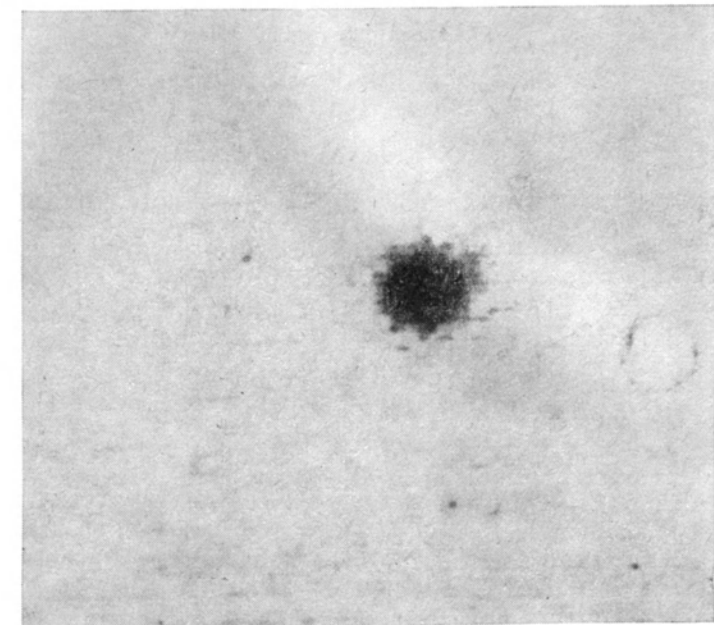
Даже на чистой поверхности льда развиваются примитивные формы жизни. О животном и растительном мире горных ледников рассказывается в тринадцатой главе. Содержащие четырнадцатой, заключительной главы — роль горных ледников в жизни людей. Читатель узнает об использовании ледников в качестве источника пресной воды и в электроснабжении, о прогнозировании и предупреждении обвалов в горах, бурных паводков и селей, вызванных ледниковыми подвижками.



Новые исследования Солнечной системы

В марте 1985 года в Хьюстоне (США) состоялась очередная XVI Лунно-планетная конференция, организованная Лунно-планетным институтом университетской ассоциации по космическим исследованиям США и Космическим центром имени Джонсона НАСА. На 30 секционных заседаниях около 300 докладчиков выступили с сообщениями по различным проблемам, связанным с изучением тел Солнечной системы наземными и космическими методами, и рассказали о последних достижениях в этой области.

Конференция началась с пленарного заседания, посвященного памяти известного советского геохимика и планетолога К. П. Флоренского (1915—1982). С воспоминаниями о нем выступили советские ученые В. Л. Барсуков и А. Т. Базилевский, а также американские геологи Дж. Хэд и Г. Мазурский. С большим интересом участники заседания выслушали сообщения о последних результатах исследования Венеры с борта искусственных спутников этой планеты «Венера-15» и «Венера-16». Американские коллеги поделились новыми данными о радиолокационном зондировании по-



верхности Венеры с Земли, рассказали о возможной геологической интерпретации таких сведений и своих взглядах на природу венерианской атмосферы.

Большой интерес у исследователей Солнечной системы вызывает очередное сближение с Солнцем кометы Галлея. В декабре 1984 года и в январе 1985 года, когда комета Галлея находилась на расстоянии 650 млн. км от Земли, то есть примерно на уровне орбиты Юпитера, в Испании были проведены очередные наблюдения кометы Галлея на теле-

Снимок кометы Галлея, полученный в декабре 1984 года на 2,2-метровом телескопе Германо-испанского астрономического центра в Калар Алто (Испания)

скопе с диаметром зеркала 2,2 м. Изображения получили, используя в качестве приемника света ПЗС-матрицы, при экспозиции 30 мин. Точность определения координат кометы составила примерно 1000 км для одного наблюдения.

Согласно некоторым оценкам, твердое ледяное ядро кометы способно достигать



Участники конференции (слева направо): руководитель советской делегации член-корреспондент АН СССР **В. Л. Барсуков**, **Н. Карапулюк** (переводчик НАСА), заведующий лабораторией сравнительной планетологии **ГЕОХИ АН СССР А. Т. Базилевский**, профессор Брауновского университета **Дж. Хэд** — на территории Космического центра им. Джонсона

диаметра около 6 км. С приближением к Солнцу можно ожидать возникновения газового облака — комы диаметром примерно 100 000 км — и хвоста протяженностью несколько десятков миллионов километров. С момента обнаружения в 1982 году и до 1984 года комета Галлея наблюдалась в виде звездоподобного объекта, без каких-

либо признаков дегазации ядра. К концу 1984 года комета стала существенно заметнее. Размеры возникшего гало не исключают наличия вокруг ядра газового облака от 3000 до 10 000 км в поперечнике. Наблюдаемый процесс образования гало показывает, что выделение летучих компонентов (температура ядра в настоящее время оценивается от -160 до -140°C) происходит более интенсивно, чем это характерно для льда водного состава. Само облако можно видеть благодаря насыщению его пылевыми частицами, отражающими солнечный свет. Изучение пылевой эмиссии из ядра кометы Галлея станет одной из основных задач программы «Джотто».

Ряд сообщений на конференции был посвящен новым данным о Марсе. Специали-

ты из Калифорнийского технологического института рассказали о выявленных сезонных изменениях отражательной способности марсианской поверхности в радиодиапазоне. В результате анализа данных радарных наблюдений субэкваториального пояса Марса, проведенных на радиотелескопе в Голдстоуне во время противостояния 1971—1973 годов, были обнаружены систематические изменения величины отраженного сигнала для одних и тех же территорий (с ранней марсианской весны до середины лета). В общем случае твердые горные породы и водный лед являются слабыми отражателями, а жидкая вода — хорошо отражающей средой. Как полагают авторы доклада, по увеличению отражательной способности поверхностного слоя марсиан-

ских пород можно судить о появлении жидкой составляющей смеси твердых пород, грунта и льда. Корреляция подобного увеличения отражательной способности в радиодиапазоне с ростом средних температур поверхности позволяет предположить, что происходит частичное сезонное таяние льда в криолитосфере Марса. Проверка этих выводов станет возможна в период противостояния 1986—1988 годов и на протяжении 1990 года.

Продолжается анализ фотографий, полученных с 1976 по 1980 год орбитальными аппаратами «Викинг». Тысячи изображений еще не обработаны полностью. Детальное исследование этого материала выявило интересный факт, не замеченный ранее. В процессе развития глобальной пылевой бури образовался столб пыли шириной около 1 км на высоте 1—16 км над поверхностью. На Земле подобные образования достигают нескольких сотен метров в высоту и не играют столь важной роли в зарождении пылевых бурь. На Марсе же, по-видимому, возникновение мощных вихревых столбов пыли — важный элемент механизма формирования глобальных бурь, регулярно повторяющихся на планете. В серии фотоснимков, полученной в течение трех дней, было замечено 97 вихрей. Нередко пылевые вихри обнаруживаются на снимках, сделанных около полдня на низких широтах, то есть при высоком Солнце и интенсивно прогреваемой поверхности. Дальнейшее изучение атмосферных условий, способствующих возникновению пылевых вихрей, а также всего процесса развития глобальных пылевых бурь

поможет выяснению общих закономерностей климатологии Марса.

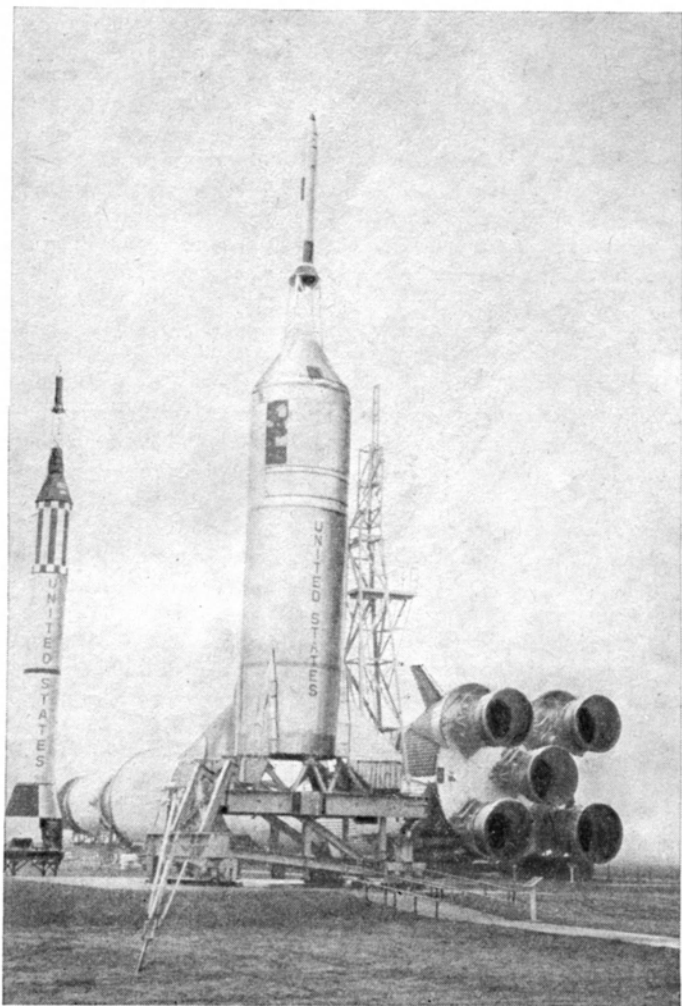
Продолжалось обсуждение проблемы «метеоритов с Марса», начатое на XV Лунно-планетной конференции в 1984 году. Осколки метеоритного вещества, которые по ряду признаков интерпретируются как фрагменты марсианских пород, в свое время получили название «шерготтиты». Первый подобный образец найден в 1865 году в Шерготти (Индия). Обсуждая подробности химического состава и структурные особенности шерготтитов, специалисты приходят к выводу, что недра Марса, вероятно, более похожи на недра Земли, чем думали раньше, если, конечно, Марс действительно — родительское тело для шерготтитов.

Такой же интерес вызывают «лунные метеориты» — фрагменты метеоритного вещества, возможно, имеющие лунное происхождение. На конференции группа японских исследователей из Токійского университета представила доклад о минералогическом анализе трех «лунных метеоритов», обнаруженных в Антарктиде японской научной экспедицией. Результаты этого анализа сопоставили с данными о близких по характеристикам образцах лунных пород, доставленных в свое время на Землю. Наиболее похожими оказались образцы брекчий, доставленные на Землю космическим кораблем «Аполлон» и автоматической станцией «Луна-20». Однако авторы доклада утверждают, что с вероятностью 95% «лунные метеориты» происходят из районов, ранее не обследованных, — это и привлекает к ним особое внимание.

В июле 1984 года в южном полушарии Земли можно было наблюдать покрытие звезды планетой Нептун. Две группы американских и европейских астрономов провели независимо наблюдения этого явления и, сопоставив свои результаты, пришли к интересным выводам. На расстоянии 75000 км от центра планеты (это примерно три радиуса Нептуна) удалось обнаружить отдельные сегменты непрозрачного вещества. Размеры наблюдавшегося сегмента — около 15 км в ширину и около 100 км вдоль дуги орбиты, которая лежит почти в экваториальной плоскости Нептуна. Падение яркости затмевшейся звезды показало, что прозрачность этого сегмента — примерно 70%. Анализ данных более ранних наблюдений позволяет предположить существование еще одного подобного образования на том же удалении от центра планеты и протяженностью примерно 75 км. Оба образования находятся вне предела Роша. Авторы доклада полагают, что эти сегменты могут оказаться веществом в переходной стадии, то есть, вероятно, идет процесс образования крупных спутников из мелких частиц колец.

На одном из пленарных заседаний конференции обсуждались планируемые космические эксперименты по исследованию Солнечной системы.

В связи с предполагаемым в недалеком будущем полетом космического аппарата в пояс астероидов рассматриваются различные варианты детального обследования одного из этих космических тел. Общий интерес к астероидам в последнее время возник по нескольким причинам. Возмож-



Выставка ракетно-космической техники, развернутая на территории Космического центра им. Джонсона

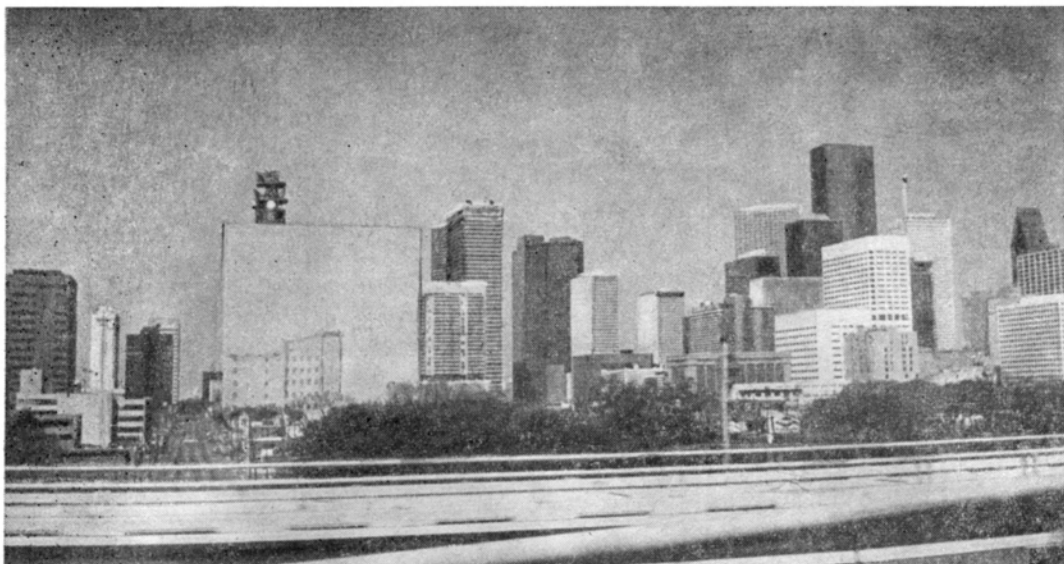
но, астероиды — это тела, которые остались на промежуточной стадии формирования планет из первичной материи газо-пылевого облака. Некоторые из них избежали процессов внутреннего плавления и дифференциации, изменивших природу первичного вещества Солнечной системы. Пояс астероидов располагается между

«каменными» планетами земной группы и крупными ледяными «образованиями» во внешней ее части. Поэтому некоторые из астероидов могут иметь строение переходного типа между этими радикально различающимися классами небесных тел.

В 1986 году намечается запустить автоматическую станцию «Галилео» для исследований Юпитера. Траектория полета этого аппарата будет такова, что в начале декабря 1986 года станет возможным

сближение с крупным астероидом — Амфитритой. Детальные изображения его поверхности и спектры отраженного излучения позволят уточнить астрофизические данные не только об этом астероиде, но и о группе малых тел, насчитывающей около 600 объектов. Поперечник Амфитриты — порядка 200 км, отражательная способность поверхностного вещества — примерно 15%. Наблюдаемая яркость астероида изменяется с периодом 5,4 ч весьма нерегулярно, что указывает на неправильную форму тела, имеющую отклонения от среднего уровня, по-видимому, до 30 км. Интерпретация спектров Амфитриты дает основание считать, что поверхностные породы состоят на 40% из оливина и на 60% из пироксенов при низком содержании кальция и среднем содержании железа. На Земле пока не обнаружено ни одного метеорита подобного состава.

В Лаборатории реактивного движения Калифорнийского технологического института разрабатывается проект полета космического аппарата нового поколения «Маринер Марк II» к комете Вилт-2. Автоматическая станция и ядро кометы должны будут в течение примерно трех лет двигаться в непосредственной близости друг от друга, совершив совместное путешествие из внешней части Солнечной системы во внутреннюю. Эксперимент предполагается осуществить в течение 1991—1997 годов. Наибольшее сближение космического аппарата с ядром кометы составит 10 км. После 2000 года на лунной поверхности планируется создать постоянно действующую обитаемую научную базу.



Вид на центральную часть Хьюстона с шоссе, которое ведет в Космический центр им. Джонсона, расположенный в 40 км от города

В связи с этим специалисты из Космического центра имени Джонсона предложили перевести со временем космический телескоп имени Хаббла на окололунную орбиту. Согласно планам НАСА, он будет сначала выведен на низкую околоземную орбиту. Это намечается сделать в 1986 году. В середине 90-х годов, возможно, появятся космические транспортные средства, которые переведут космический телескоп на окололунную орбиту с высотой 4000 км над экватором Луны. Если телескоп незначительно модифицировать, можно будет проводить дистанционные исследования лунной поверхности с большим разрешением — это пригодится при подготовке к созданию базы на Луне.

С окололунной орбиты могут продолжаться и астрофизические наблюдения, для которых условия окололунного пространства более благоприятны. Например, здесь удастся наблюдать объекты, находящиеся на незначительном угловом расстоянии от Солнца, непосредственно перед восходом или сразу же после захода Солнца за лунный горизонт. Поскольку предварительная программа работы телескопа на околоземной орбите не позволяет ориентировать его в направлении, составляющем с направлением на Солнце угол менее 45° , то этот «запрет» заведомо исключает наблюдения Венеры, Меркурия, солнечной короны, комет, астероидов и других небесных тел вблизи их соединения с Солнцем. При наблюдении с окололунной орбиты проведение подобных экспериментов становится вполне допустимым. На пленарном заседании руководитель советской делегации член-корреспондент АН СССР В. Л. Барсуков расска-

зал о подробностях программы исследования Венеры с помощью посадочных аппаратов и аэростатов, плавающих в атмосфере планеты, доставленных туда космическими станциями «Вега», а также о других аспектах советской программы изучения Луны и планет Солнечной системы с привлечением организации «Интеркосмос». Американские коллеги с большим интересом отнеслись к этому сообщению. Многие из них в выступлениях и беседах с членами делегации СССР подчеркивали, что высоко оценивают достижения нашей страны в исследовании космоса и считают обмен научными данными с советскими учеными очень полезным для проведения дальнейших исследований на современном уровне.

Следует также отметить: организаторы конференции приложили все усилия, чтобы создать представителям из СССР благоприятные условия для работы и общения с коллегами.

Доктор географических наук
В. Ф. ЛОГИНОВ
Доктор физико-математических наук
Г. В. ФЕДОРОВИЧ



Солнечный контроль геофизических явлений

Идея о влиянии солнечной активности на климат и погоду имеет давнюю историю. Еще во времена Г. Галилея считали, что увеличение числа солнечных пятен должно вызывать похолодание на Земле, поскольку становится меньше общий поток солнечного излучения. Однако попытки прямо связать какую-либо метеорологическую характеристику (температуру воздуха, давление) с солнечной активностью, как правило, оканчивались неудачей. Тем не менее свидетельства реальности таких связей накапливались: правда, оказалось, что влияние солнечной активности на погоду и климат необходимо выделять среди множества других погодообразующих факторов, обычно маскирующих солнечное влияние.

Вот почему анализ метеорологических данных — температуры, давления, осадков — для разных районов, сезонов и интервалов времени в связи с солнечной активностью приводит к противоречивым выводам. Ученые поняли, что отнюдь не всегда можно обнаружить 11- и 22-летний солнечные циклы в колебаниях климата Земли. Это и понятно, ведь солнечный «сигнал» может прититься на весьма различные состояния климатической системы, а значит, на разные условия в атмосфере, гидросфере, криосфере, био-

сфере. И каждая из названных земных оболочек изменяется не только (и не столько) за счет солнечной активности, но и за счет других естественных факторов, а также деятельности человека.

Изучение физических процессов взаимодействия солнечного излучения с атмосферой Земли прояснило причину столь слабой связи солнечной активности с погодой и климатом. Дело в том, что разные сферы Земли из всего спектра солнечного излучения поглощают волны только «своего» диапазона частот. Например, состояние нижней атмосферы (в том числе и погоду) определяет излучение в инфракрасной и видимой областях спектра. Но как раз это излучение практически не меняется при изменении активности Солнца (с точностью до 0,1% поток видимого и инфракрасного излучения Солнца постоянен). При увеличении солнечной активности заметно растет излучение в ультрафиолетовой части спектра и очень сильно — в рентгеновском диапазоне (в десятки и сотни раз). Но излучение это практически не доходит до нижней атмосферы — оно поглощается в верхней стратосфере и ионосфере Земли.

В последнее время обнаружилось любопытное явление в области весьма далекой от метеорологии. Обработка на-

копленного материала по крупным землетрясениям показала, что они чаще происходят в периоды увеличения солнечной активности.

Несмотря на заметные различия, влиянию солнечной активности на погоду и климат и на сейсмическую обстановку в том или ином месте присуще нечто общее. А именно: чтобы солнечнообусловленные изменения в верхней атмосфере повлияли на метеоактивные области в нижней атмосфере и тем более на твердую оболочку Земли — литосферу, возмущение должно передаваться сверху вниз, то есть должны провзаимодействовать слои, через которые это возмущение проходит. Как же они взаимодействуют? Проблема эта сейчас активно изучается в различных областях геофизики.

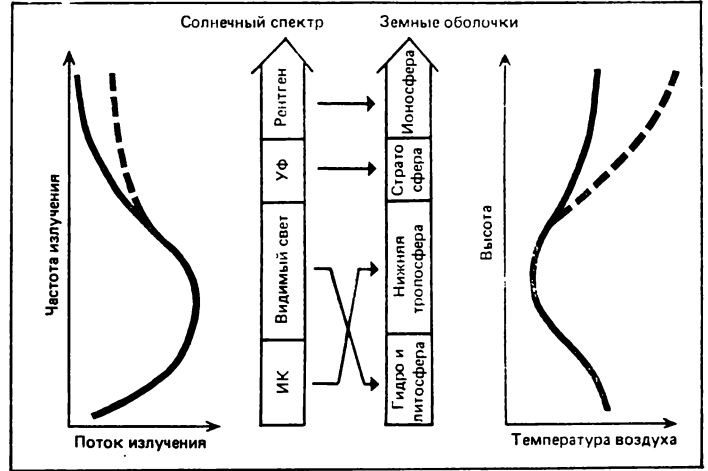
Для обмена идеями, гипотезами и результатами исследований Президиум АН СССР совместно с Госкомгидрометом СССР решили провести Всесоюзную конференцию «Взаимосвязь метеорологических явлений с процессами в околоземном космическом пространстве» и пригласили на нее не только метеорологов, но и сейсмологов, специалистов по физике верхней атмосферы и других специалистов. Такая конференция состоялась в Москве в январе 1985 года. Ее задача — просуммировать, что сделано на сегодня в изучении

различных механизмов взаимосвязи геофизических и метеорологических процессов с явлениями в верхней атмосфере и околоземном космическом пространстве, а также определить перспективные направления дальнейших исследований в этой области.

В метеорологии наиболее «проработанной» гипотезой о влиянии солнечной активности на погоду и климат считается гипотеза о непосредственном воздействии изменяющегося потока солнечного излучения на тропосферу. Гипотеза эта обсуждалась на конференции, например в докладах Э. Р. Му-стеля (Астрономический совет

АН СССР), С. И. Авдюшина (Институт прикладной геофизики Госкомгидромета), Е. П. Борисенкова (Главная геофизическая обсерватория Госкомгидромета). Авторы их отмечали, что атмосфера часто бывает в неустойчивом состоянии, так что достаточно весьма незначительной «добавки» (например, изменения излучения всего на 1%), чтобы перевести ее в то или иное устойчивое состояние. Для подтверждения этого используются современные математические модели и методы расчета термо- и газодинамических процессов в атмосфере.

Е. П. Борисенков и А. В. Цветков (Главная геофизическая обсерватория Госкомгидромета) в своем докладе сообщили, что вместе с американским ученым Д. Эдди им удалось восстановить картину изменения притока солнечного излучения к Земле за последнее столетие. Основывались они на данных о параметрах орбиты Земли и яркости солнечного диска, определяемой по яркости и площади пятен,



факелов и светлых колец на Солнце (использовались значения площадей активных образований, приведенные в Гринвичском каталоге). Вывод получился такой: приток солнечной радиации к Земле снижается не только за счет изменения яркости солнечного диска, но, например, и вследствие изменения параметров орбиты Земли длительностью от нескольких лет до десятилетий.

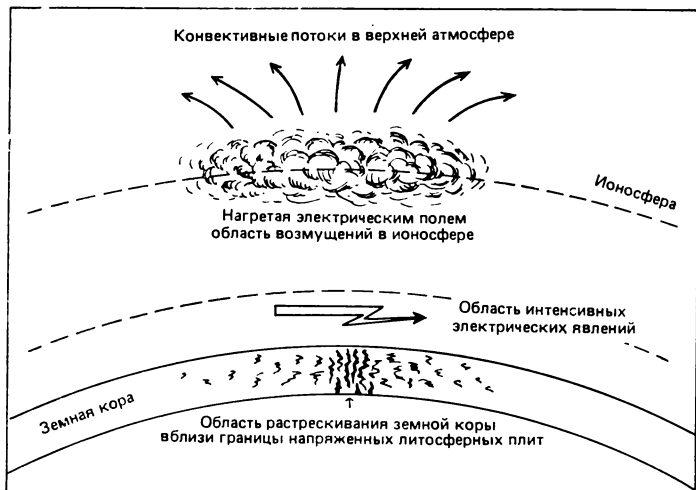
По величине площадей и яркости факелов (данные брались из Пулковского каталога) удалось обнаружить максимумы солнечной активности в 30-х и начале 80-х годов нашего столетия, а также в начале 90-х годов прошлого века, то есть примерно через 40—45 лет. В течение последних периодов преобладала сравнительно высокая температура воздуха в северном полушарии планеты, а на 90-е годы прошлого века приходится заметная вспышка вулканической деятельности, которая вполне могла затухать эффект солнечной активности.

Схема, поясняющая особенности взаимодействия солнечного излучения с земными оболочками.

Слева: распределение энергии солнечного излучения в разных участках спектра. Сплошная кривая — излучение спокойного, пунктирная — активного Солнца.

Справа: изменение температуры воздуха с высотой в различных оболочках Земли в период спокойного (сплошная кривая) и активного (пунктирная кривая) Солнца. Видно, что при повышении активности Солнца увеличивается поток его коротковолнового излучения и возрастает температура верхних слоев атмосферы. На нижнюю атмосферу это повышение солнечной активности не оказывает влияния

Сейчас в метеорологии сложилось такое положение. Чем совершеннее методы, используемые при расчетах, чем ближе теоретические модели к реальной динамике тропосферы и чем точнее данные о вариациях солнечного излучения, тем становится яснее, что эти вариации существенно не влияют на метеорологиче-



Схематическое изображение аномальных явлений, возникающих в районе готовящегося землетрясения. Аномалии наблюдаются не только на Земле, но и в верхних слоях атмосферы

скую активность тропосферы, во всяком случае когда речь идет о видимой части спектра излучения. Поэтому ученые пытаются выбрать те части спектра, где вариации излучения достаточно велики и которые поглощаются в слоях, близких к тропосфере. Сейчас на такую роль «пробуется» близкое ультрафиолетовое излучение и озоновый слой стратосферы (Земля и Вселенная, 1979, № 2, с. 32.—Ред.). Об этих работах подробно рассказал на конференции А. Д. Данилов (Институт прикладной геофизики Госкомгидромета). Он рассказывал, в частности, об изменении химического состава и температуры озонового слоя под действием ультрафиолетового излучения и космических лучей. Эти факторы способствуют образованию дополнительных молекул окислов азота, уменьшающих содержа-

ние озона. И действительно, во время крупных вспышек на Солнце, генерирующих космические лучи (Земля и Вселенная, 1969, № 6, с. 31—Ред.), в верхней стратосфере и нижней мезосфере (70—40 км) становится меньше озона. Но поскольку озон в основном «обитает» в нижней и средней стратосфере, солнечные вспышки лишь незначительно изменяют его общее содержание. И тем не менее есть основание считать, что озоновый механизм все же играет определенную роль в изменениях погоды и климата.

Сравнительно новое и перспективное направление солнечно-земных исследований связано с изучением роли электрического поля Земли. В нашей стране это направление развивается под руководством В. А. Троицкой (Институт физики Земли АН СССР). Электрическое поле создается в слое между Землей и ионосферой (а как мы уже говорили, ионосфера — наиболее чувствительная к солнечной активности область околоземной среды) и заметно влияет на

метеорологические процессы, например на скорость конденсации водяного пара и образования облаков. А раз изменяется облачность — изменяется и погода.

Что же все-таки дает исследование механизмов влияния солнечной активности на погоду и климат Земли? Ответить можно вполне определенно: изменение солнечной активности воздействует на тропосферу, но воздействует не прямо, а через промежуточные слои, чувствительные к солнечной активности, — озоновый слой, ионосферу. И метеорологи, участвующие в конференции, смогли многое почерпнуть из опыта, накопленного специалистами по физике верхней атмосферы и околоземного космического пространства.

Интерес сейсмологов к явлениям, происходящим в околоземной космической среде в период до землетрясения и после него, так или иначе связан с проблемой «иницирующего толчка». Ее решение, по-видимому, и будет ключом к пониманию связи крупных землетрясений с солнечной активностью. Согласно современным представлениям, землетрясение — это результат накопления в литосферных плитах механической энергии. При сильном напряжении плиты достаточно бьются и небольшого толчка, чтобы произошел разлом. Толчком может послужить даже такой, казалось бы, слабый агент, как изменение атмосферного давления на поверхности плиты...

В последние годы от конструирования гипотез перешли к экспериментальным исследованиям явлений в околоземной среде, связанных с сейсмической активностью. Трудности

здесь в том, что необходимо производить воздействия поистине глобального характера — искусственным путем с Земли вызвать заметные возмущения в земной ионосфере и магнитосфере. В СССР это делается с помощью сильных взрывов (несколько сотен тонн взрывчатки): удалось зарегистрировать явления совершенно неожиданные, например, появление волн в ионосфере, распространяющихся со скоростью больше скорости звука, или генерацию токовых струй, выходящих в магнитосферу Земли. Один из интересных результатов в этих экспериментах — при входе акустической волны взрыва в ионосферу изменяется приземное электрическое поле. Обзор научных результатов, полученных во время активных экспериментов в СССР и за рубежом, содержался в докладе Л. С. Альперовича (Институт физики Земли АН СССР), Е. А. Пономарева (СибИЗМИР АН СССР) и автора этой статьи.

То, что земное электрическое поле играет важную роль в передаче возмущений в околоземной среде, заставило совершенно по-новому взглянуть и на сам процесс подготовки землетрясений. Перед землетрясением в земной коре появляются мелкие трещинки, на краях которых образуются электрические заряды противоположного знака, а в самой трещине и вокруг нее — электрическое поле. На больших территориях (сотни километров) суммарное поле может достигать сотен и тысяч вольт на метр. За несколько часов до сейсмического удара обстановка иногда похожа на предгрозовую: на остриях металлических предметов возникают

короткие разряды, перегорают электрические лампочки, в небе вспыхивают зарницы.

Проникая в ионосферу, это сильное электрическое поле приводит прямо-таки к катастрофическим последствиям. Ионосфера буквально «вскипает» — в ней изменяется электронная концентрация, появляются интенсивные турбулентные потоки, повышается температура и давление плазмы. А это вызывает крупномасштабные конвекционные потоки в верхней атмосфере. Многие из этих проблем были отражены в докладах М. Б. Гохберга (Институт физики Земли АН СССР), В. В. Мигулина с сотрудниками (Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР).

На конференции отмечалось, что важнейшими задачами исследований на ближайшую перспективу будет сначала математическое моделирование

возможных механизмов влияния гелиогеофизических факторов на нижнюю атмосферу и литосферу, а затем экспериментальная проверка предложенных механизмов. Нельзя забывать и о мониторинге электромагнитного излучения в различных диапазонах и интегрального солнечного излучения, а также о мониторинге заряженных частиц разных энергий, приходящих к Земле. Безусловно, не потеряли своей актуальности и статистические исследования солнечно-земных связей, поскольку необходимо искать главные причины неоднородности солнечного влияния, чтобы научиться использовать гелиогеофизическую информацию в практике долгосрочных и сверхдолгосрочных метеорологических и сейсмических прогнозов. Словом, предстоит большая работа, прежде чем будет решена проблема, имеющая столь богатую историю.

НОВЫЕ КНИГИ

Популярно и точно о календаре

В 1985 году издательство «Наука» выпустило второе (переработанное и дополненное) издание книги профессора И. А. Климшина «Календарь и хронология».

Эта книга, адресованная преподавателям и студентам университетов и педагогических институтов, учителям и учащимся средних школ и профтехучилищ, любителям астрономии, посвящена рассмотрению астрономических основ календаря, описанию различных типов современных и давно ушедших в историю календарей, разнообразных календарных эр и стилей.

Книга содержит предисловие автора к первому и второму

изданиям, введение, четыре обширных раздела («Астрономические основы календаря», «Календарные дали веков», «Календари наших дней», «На перекрестках истории»), пять приложений («„Вечные“ календари», «Даты астрономических новолуний на XX в.», «„Вечный“ лунный календарь для определения фаз Луны», «Дни Юлианского периода», «Синхронистическая таблица летосчисления») и список литературы.

Учитывая, что рассматриваемые в книге проблемы привлекают внимание пропагандистов научно-атеистических знаний, автор знакомит не только с решением задач, связанных с определением дней недели, фаз Луны и т. п., но и дает примеры, поясняющие способы определения дат пасхи или содерящие сведения о расшифровке текстов древних летописей и хроник.



Доктор физико-математических наук
Е. А. РОМАНОВСКИЙ
Кандидат физико-математических наук
М. И. ПАНАСЮК

Юбилей института ядерной физики МГУ

Научно - исследовательский институт ядерной физики МГУ (НИИЯФ) — ведущее в системе Минвуза СССР научно-исследовательское учреждение, осуществляющее разработки в области космофизики, ядерной и атомной физики. Одновременно он служит научной базой для подготовки студентов отделения ядерной физики физического факультета Московского университета. В 1986 году НИИЯФ отмечает свой 40-летний юбилей.

За минувшие четыре десятилетия в институте и на отделении проведены многие фундаментальные исследования по квантовой теории поля, квантовой статистической физике, физике атомного ядра и элементарных частиц, физике космических лучей и космофизике, оптике, квантовой электронике и физике плазмы. Успешное развитие получили и разработки, связанные с новейшими направлениями физической науки: активно велось исследование по физике радиационных поясов Земли и планет, изучались солнечные и галактические космические лучи, решались проблемы радиационной безопасности космических полетов человека, всесторонне анализировалось поведение материалов и элементов космической техники в условиях космического полета. С самого начала в становлении всех этих научных направлений институт играл ведущую роль.

С конца 30-х годов ядерная физика стала одним из главных направлений в развитии естественных наук. В 1940 году по инициативе академика С. И. Вавилова на физическом факультете МГУ была создана кафед-

ра радиоактивности и атомного ядра, которую возглавил Герой Социалистического Труда академик Д. В. Скобельцын. Наряду с его лекциями студенты слушали лекции и других известных физиков — будущих академиков С. Н. Вернова и И. М. Франка. В лекториях МГУ также пропагандировались достижения ядерной физики, здесь с лекциями выступали выдающиеся физики-ядерщики — академики И. В. Курчатова и Л. А. Арцимовича.

В послевоенные годы наша наука подошла вплотную к решению проблемы промышленного использования атомной энергии. Требовались новые квалифицированные специалисты. Поэтому в 1946 году в Московском университете были организованы Научно-исследовательский институт ядерной физики (НИИЯФ) и на физическом факультете — отделение ядерной физики (ОЯФ). Первым директором института, а также заведующим отделением ядерной физики стал академик Д. В. Скобельцын. С 1960 года, более двадцати лет, институтом руководил ученик Д. В. Скобельцына — выдающийся советский физик Герой Социалистического Труда академик С. Н. Вернов. В 1982 году после смерти С. Н. Вернова институт возглавил лауреат Государственной премии профессор И. Б. Теплов.

В становлении научной тематики института на разных этапах большую роль сыграли академики Д. В. Скобельцын, С. Н. Вернов, Г. Т. Зацепин, И. М. Франк, В. И. Векслер, А. М. Прохоров, Л. А. Арцимович, Е. П. Велихов, А. А. Логунов. Развитие новых научных направлений в институте диктовалось потребностями страны в разработке новых актуальных фундаментальных и прикладных задач.

Академики Д. В. Скобельцын и С. Н. Вернов — крупнейшие авторитеты в области физики космических лучей и физики космоса — внесли определяющий вклад в развитие и постановку работ по этим научным направлениям в НИИЯФ МГУ. Остановимся кратко на основных этапах их развития в институте.

С 1945 года под руководством С. Н. Вернова были развернуты стратосферные исследования космических лучей. Были созданы лаборатория при стратосферной станции в Физическом институте АН СССР и аналогичная группа в НИИЯФ МГУ. Тем самым продолжались исследования по выяснению природы космических лучей и механизмов их взаимодействия с веществом, начатые еще в довоенный период.

Большую роль в исследованиях космических лучей сыграли методика шаров-зондов и использование, впервые в мире,



Первый директор НИИЯФ МГУ Герой Социалистического Труда академик Д. В. Скобельцын (справа) и Герой Социалистического Труда академик С. Н. Вернов (снимок 1949 года)

аппаратуры для высотных автоматических измерений их потоков. С помощью этой аппаратуры С. Н. Вернов совместно с сотрудниками доказал, что первичная компонента космических лучей состоит из протонов; был также выяснен механизм рождения вторичных частиц и получены указания на существование частиц с коротким временем жизни (менее 10^{-9} с). Впоследствии было показано, что эти частицы — π^0 -мезоны. Кроме того, удалось выяснить природу космических лучей и механизмы образова-

ния вторичных компонент. Результаты этих исследований получили многочисленные подтверждения и признание научной общественности. В 1949 году за эти работы С. Н. Вернов был удостоен Государственной премии.

Разработанные в институте принципиально новые методы регистрации позволили изучать ядерные взаимодействия элементарных частиц при сверхвысоких энергиях 10^{11} — $5 \cdot 10^{12}$ эВ, недоступных ранее в экспериментах на ускорителях. Исследования проводились в горах Памира и Кавказа, где потоки космических лучей значительно интенсивней, чем на уровне моря. Самый большой прибор для регистрации частиц космических лучей был создан на высокогорной научной станции на горе Арагац в Ар-

мени под руководством профессора Н. Л. Григорова. По сей день продолжают высокогорные исследования космических лучей, являясь одновременно прекрасной школой приобщения к науке студентов и аспирантов ОЯФ.

В конце 40-х годов Д. В. Скобельцыным и Г. Т. Зацепиным был открыт ядерно-каскадный процесс. Благодаря этому открытию удалось связать экспериментальные данные при исследовании так называемых широких атмосферных ливней космических лучей с характером взаимодействия частиц сверхвысоких энергий с ядрами атомов атмосферы. К разработке этого нового научного направления была подключена группа сотрудников, а также студентов и аспирантов ОЯФ. В 50-х годах на террито-



Авторы открытия внешнего радиационного пояса Земли (слева направо): кандидат физико-математических наук П. В. Вакулов, академик С. Н. Вернов, член-корреспондент АН СССР А. Е. Чуданов, доктора физико-математических наук Ю. И. Логачев и Е. В. Горчаков (снимок 1981 года)

рии МГУ под руководством С. Н. Вернова, Г. Т. Зацепина и Г. Б. Христиансена была создана уникальная установка для изучения космических лучей сверхвысоких энергий методом одновременной регистрации различных компонент широких атмосферных ливней. Благодаря комплексному изучению характеристик широких атмосферных ливней на уровне моря и под землей, созданию уникальных установок площадью до 20 квадратных километров в Якутии с участием НИИЯФ МГУ, разработке новых методов исследований был достигнут выдающийся успех.

Фундаментальным по значению стало доказательство того, что форма первичного спектра космического излучения резко изменяется при энергии около $3 \cdot 10^{15}$ эВ. Этот результат имеет большое значение в физике космических лучей и астрофизике и до сих пор является объектом интенсивных теоретических исследований. В 1970 году он был зарегистрирован как открытие Комитетом по делам изобретений и открытий СССР и подтвержден в лабораториях различных стран. Было также установлено абсолютное значение интенсивности первичного потока во всем интервале энергий от 10^{14} до 10^{20} эВ. Было доказано, что в первичном космическом излучении присутствуют частицы с энергиями 10^{19} — 10^{20} эВ.

Полученные экспериментальные данные существенно повлияли на представления о происхождении космических лучей, о характере их диффу-

зии в магнитных полях нашей Галактики, о механизмах ускорения и открыли новые направления исследований в астрофизике. Было выяснено, что при взаимодействии частиц с энергией, превышающей 10^{15} эВ, с атомными ядрами происходит процесс гораздо более интенсивной генерации новых частиц, более быстрого «размена» энергии первичных частиц, чем при меньших энергиях (в 1982 году эта работа была удостоена Ленинской премии). Этот вывод оказался очень важным для планирования экспериментов в области таких энергий на строящихся ускорителях.

В институте получили широкое развитие стратосферные исследования космических лучей на шарах-зондах. С 1958 года в ряде пунктов СССР, а с 1963 года и в Антарктиде, ведутся регулярные ежедневные запуски шаров-зондов. Уникальные данные, полученные учеными с помощью этой ме-

тодики, позволили обнаружить и исследовать гигантские всплески интенсивности космических лучей в стратосфере после солнечных вспышек, выяснить детальную картину влияния 11- и 22-летнего циклов солнечной активности на космические лучи, приходящие из Галактики. За выполненные работы группа сотрудников НИИЯФ МГУ и ФИАН АН СССР в 1976 году удостоена Ленинской премии.

Работы по физике космических лучей, развиваемые в НИИЯФ МГУ, имеют **фундаментальный характер**. Они чрезвычайно важны с точки зрения познания свойств материи. Используемые здесь экспериментальные методы являются, по существу, единственным способом изучения процессов взаимодействия частиц сверхвысоких энергий, что пока невозможно осуществить с помощью ускорительной техники. С другой стороны, эти исследования расширяют наши знания о физических процессах, происходящих во Вселенной.

Важнейшей частью программы исследования космических лучей стали осуществленные под руководством С. Н. Вернова эксперименты на искусственных спутниках Земли (ИСЗ) и автоматических межпланетных станциях (АМС), явившиеся основой нового научного направления — **космической физики**.

Запуск первых ИСЗ открыл перед институтом уникальные возможности проводить эксперименты в космическом пространстве. Уже при запусках первых советских ИСЗ было сделано два крупных открытия — обнаружен **внешний радиационный пояс Земли** (открытие № 23, академик С. Н.

Вернов, член-корреспондент АН СССР А. Е. Чудаков и др.) и обнаружено новое явление **стока частиц радиационных поясов Земли над отрицательными планетарными магнитными аномалиями** (открытие № 237, академик С. Н. Вернов и др.). Исследование внутреннего радиационного пояса позволило С. Н. Вернову с сотрудниками дать объяснение природы образования этой зоны как результата захвата магнитным полем Земли продуктов распада нейтронов, выбиваемых из земной атмосферы космическими лучами.

Благодаря работам, выполненным в первые годы космической эры, возникло новое направление исследований в космосе — **космическая дозиметрия**, задача которой — обеспечение безопасности полетов космонавтов на околоземных орбитах. Серия экспериментов, проведенных на первых космических кораблях-спутниках, показала радиационную безопасность полета космонавтов, и 12 апреля 1961 года Ю. А. Гагарин открыл дорогу в космос.

В НИИЯФ МГУ была осуществлена программа детальных исследований радиационных поясов и магнитосферы Земли на четырех ИСЗ серии «Электрон». Были получены уникальные экспериментальные результаты, позволившие ученым понять многие закономерности, обуславливающие формирование и временные изменения энергичной заряженной радиации, захваченной в магнитную ловушку в околоземном космическом пространстве.

Изучение радиационных поясов Земли, осуществленное под руководством С. Н. Вернова в НИИЯФ МГУ, стало вы-

дающимся достижением советской науки и было отмечено в 1960 году Ленинской премией (С. Н. Вернов, А. Е. Чудаков и др.). Цикл работ лауреата Государственной премии СССР профессора Б. А. Тверского по теории радиационных поясов Земли и связанных с ними геофизических явлений был отмечен в МГУ Ломоносовской премией (Земля и Вселенная, 1965, № 4, с. 12.— Ред.).

В НИИЯФ МГУ родилось новое направление: исследование первичных космических лучей высоких и сверхвысоких энергий с помощью аппаратуры, установленной на тяжелых ИСЗ. В экспериментах на ИСЗ серии «Протон» использовались приборы, разработанные и изготовленные в НИИЯФ МГУ, позволившие изучать процессы в космических лучах энергией 10^{11} — $5 \cdot 10^{15}$ эВ. Удалось обнаружить ряд новых интересных явлений, имеющих важное значение для физики космических лучей и физики высоких энергий. В настоящее время в экспериментах на ИСЗ продолжается изучение химического состава первичных космических лучей в диапазоне энергий от 10^{12} до 10^{14} эВ и исследование характеристик их взаимодействия с атомными ядрами.

Впервые в СССР в институте были проведены исследования по гамма-астрономии, на разработанной его сотрудниками аппаратуре детально изучались солнечные и галактические космические лучи; созданы **основы теории распространения солнечных космических лучей в межпланетной среде**. Во многих экспериментах участвовали ученые социалистических стран. В настоящее время институт участвует практи-



Молодые ученые и инженеры НИИЯФ МГУ работают над созданием бортовых вычислительных комплексов для космофизических экспериментов на искусственных спутниках Земли и автоматических межпланетных станциях

чески во всех научных экспериментах, проводимых на борту советских ИСЗ и АМС. Осуществляются совместные проекты по исследованию космических лучей и космофизике — как по линии «Интеркосмоса», так и межвузовского сотрудничества с НРБ, ГДР, ПНР, СРР и ЧССР.

Ныне роль квалифицированных космофизиков значительно возросла, и поэтому на кафедре космических лучей отделе-

ния ядерной физики была введена специализация по физике космоса, а сама кафедра стала называться **кафедрой космических лучей и физики космоса**.

За прошедшие 40 лет значительно расширился круг проблем, над которыми работают сотрудники института и отделения ядерной физики. Сам НИИЯФ МГУ превратился в один из ведущих научно-исследовательских институтов системы Минвуза СССР. А отделение ядерной физики стало одним из крупнейших подразделений физического факультета МГУ. Коллектив института участвует в выполнении ряда целевых комплексных научно-технических программ, проводит большой объем исследований по хоздоговорам и договорам о сотрудничестве с

предприятиями и научными учреждениями страны.

Среди выпускников отделения 6 академиков и 9 членов-корреспондентов АН СССР, большое число лауреатов Ленинских и Государственных премий СССР. Ученым института принадлежит ряд фундаментальных открытий и исследований в области физики космоса, ядерной и атомной физики. За работы, в которых принимали участие наши ученые, присуждены 3 Ленинские премии, 11 Государственных премий СССР и 2 премии Совета Министров СССР, 2 премии Ленинского комсомола, 7 Ломоносовских премий МГУ; зарегистрировано 7 открытий. Результаты достижений института экспонировались на ВДНХ СССР и удостоены почти 200 наград выставки.

Эребус снова активен



Вулкан Эребус, расположенный на острове Росса в Антарктиде, 13 сентября 1984 года резко активизировался. У его вершины (высота 3794 м над уровнем моря) произошло несколько мощных взрывов, которые были зарегистрированы даже на весьма большом удалении — на новозеландской южнополярной базе Скотт (в 37 км от вулкана) и на американской станции Амундсен-Скотт, расположенной в точке Южного географического полюса (в 1400 км от места извержения).

Перед извержением в пределах центрального кратера вулкана появились огненные фонтаны раскаленной лавы. В первую неделю извержения ежесуточно происходило от 8 до 19 мощных взрывов, в конце сентября их число увеличилось до 12—27 в сутки. Полярники американской станции Мак-Мердо видели, как над горой многократно вздымалось облако причудливой формы и окраски высотой 2 тыс. м. 17 сентября вокруг вершины появилось яркое свечение, за которым вскоре последовал выброс раскаленных вулканических бомб на высоту не менее 600 м. Северо-западные

склоны горы покрылись свежим пеплом, на восточном склоне возник гейзер, струя его вздымалась на 300—500 м.

20 октября группа геофизиков из США, Японии и Новой Зеландии совершила облет Эребуса на самолете. Особый интерес ученых вызывало овальное лавовое озеро во внутреннем кратере вулкана. До извержения уровень лавы в нем был гораздо ниже вала внутреннего кратера; озеро представляло собой бассейн с жидким расплавом, в котором замечались конвекционные течения. Теперь же поверхность озера поднялась и затвердела, образовался купол, достигающий 30 м над кратерным валом.

Вблизи центра лавового купола была видна небольшая трещина, из нее сочился раскаленный материал. Взрывов во время облета не происходило, но на внешнем кратерном вале ученые насчитали до тысячи свежих вулканических бомб, выброшенных из кратера за последние трое-четыре су-

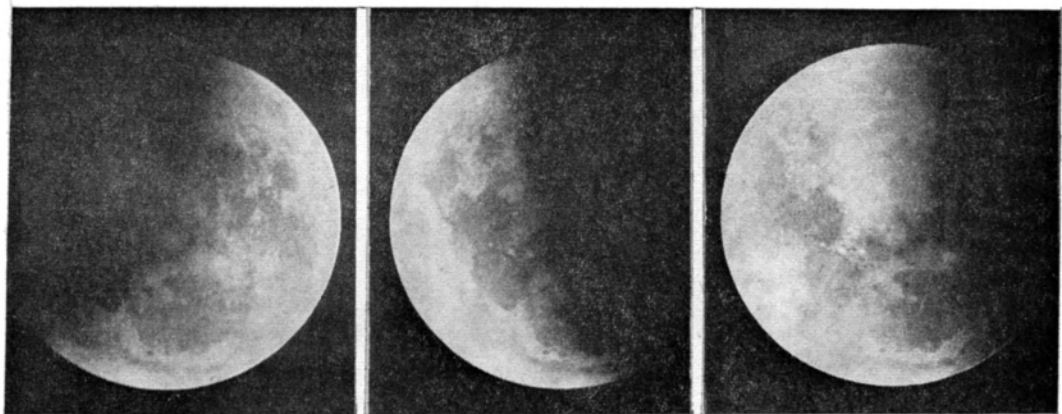
ток. Бурная активность Эребуса продолжалась и в начале 1985 года. Очевидно, в это время в кратере возникло новое небольшое лавовое озеро.

Эребус, открытый английским мореплавателем Дж. Россом в 1841 году, — один из трех вулканов на Земле, в кратере которых есть лавовое озеро с конвекционными течениями. Другие два — это Эрта-Але в Эфиопии и Ньира-Гонга в Заире. Лавовое озеро Эребуса представляет собой вершину колонны магмы, поднимающейся на поверхность из подземной магматической камеры.

Согласно данным наблюдений, конвекционное движение в лавовом озере перед активизацией Эребуса сильно замедлилось. В результате лава отвердела и озеро вскоре полностью исчезло. Вновь образовавшаяся корка задерживала выделявшиеся из недр газы, давление под поверхностью росло и потому поверхность вздымалась, образуя купол. Но когда давление превысило прочность корки, произошло несколько мощных взрывов.

Ученые полагают, что Эребус ныне достиг пика своей активности и она вскоре начнет падать.

«Antarctic Journ. of the US»,
1984, 19, 4



Снимки лунного затмения с 4 на 5 мая 1985 года, полученные В. Мамедовым (г. Красноводск,

Туркменская ССР). Использовались 60-мм школьный рефрактор, фотоаппарат «Киев-17»,

пленка 65 ед. ГОСТа. (О наблюдениях затмения см. с. 94 этого номера журнала.)



ИЗ ИСТОРИИ
НАУКИ

Земли-призраки

Полярные путешественники, плававшие в морях Северного Ледовитого океана, не раз сообщали о таинственных землях, которые им приходилось видеть со своих судов. И хотя ни одну из этих земель позднее так и не удалось обнаружить, история их поиска весьма поучительна.

В 1707 году голландский китобой Гилес (Джиллис) к северу от Шпицбергена увидел высокие обрывистые берега неизвестного острова. Из-за тяжелых льдов он не смог его достичь, но зарисовал и нанес на карту. Спустя почти два столетия, в 1899 году, русский адмирал С. О. Макаров во время похода на ледоколе «Ермак» примерно в тех же местах отметил признаки неизвестной суши: «2(14) августа... астрономом Кудрявцевым замечен был гористый берег. Как только остановились, то взяли пеленги его и стали зарисовывать, но оказалось, что форма гор меняется... Если это и в самом деле берег, то он виден вследствие рефракции... 3(15) августа. В 1 час ночи выходил смотреть открытый вечером берег... Видели ли мы действительно землю? Думаю, что да, но поручиться за это невозможно». Сам С. О. Макаров считал, что он видел совсем

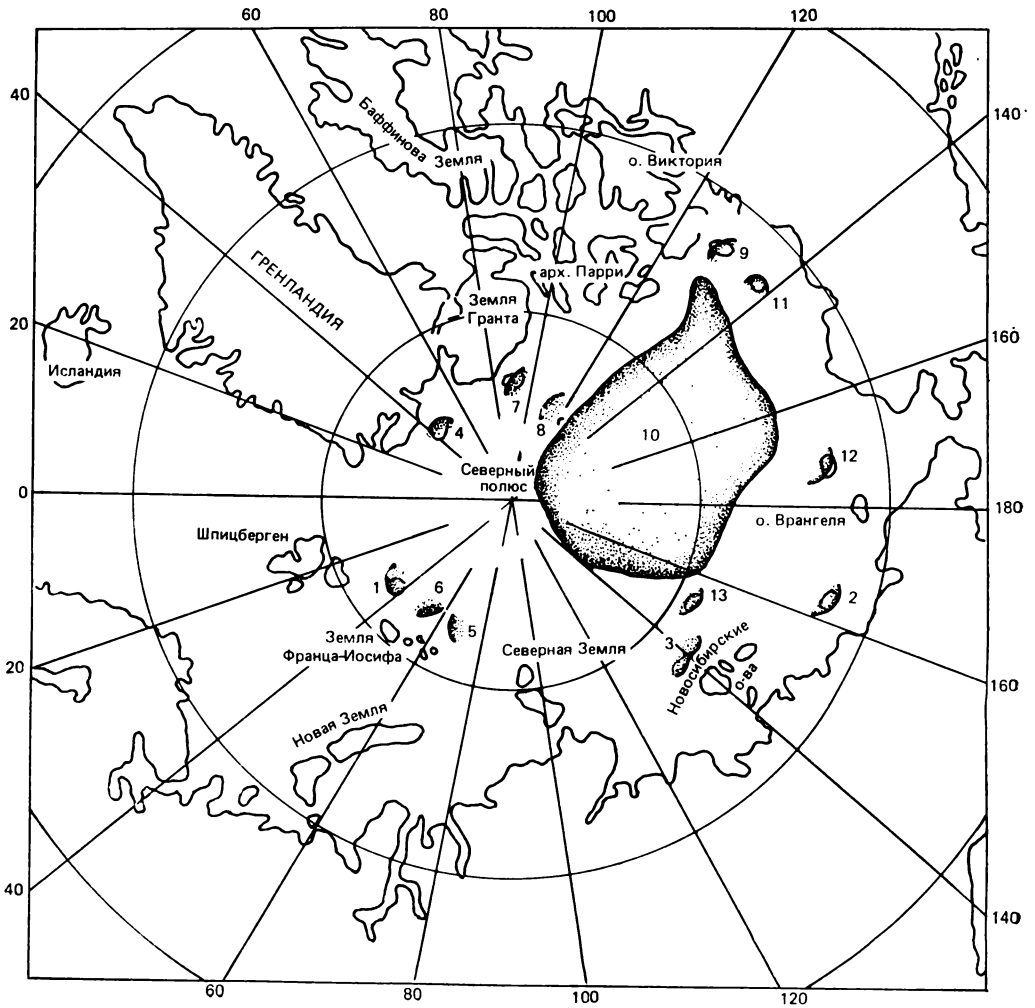
другую сушу, а не Землю Джиллиса. Поэтому на специальных картах проблематических земель Арктики (такое название они получили позднее) она именовалась Землей Макарова.

Именно эта, примыкающая к Шпицбергену часть Северного Ледовитого океана долгое время дразнила воображение полярных путешественников. О таинственной суше в здешних местах в 1925 году вновь сообщил английский капитан Ф. Уорсли. Три года спустя советский ледокол «Красин» во время поисков экспедиции У. Нобиле достиг места, где, согласно английским картам, должна была находиться Земля Джиллиса, но никакой земли обнаружить не удалось. Участники рейсов на советских судах «Персей» в 1934 и «Садко» в 1935 году снова видели здесь признаки неизвестной суши, однако тяжелая ледовая обстановка не позволила детально обследовать район.

Но, пожалуй, самый яркий след в памяти русских и советских полярников оставила Земля Санникова. Названа она была в честь промышленника Я. Санникова, первым увидевшего ее в 1811 году к северу от Новосибирских островов. Эта загадочная суша, как рассказывали очевидцы, будто бы являлась на короткое время из морской пучины, а затем бесследно исчезала в туманной

дали. Долгое время Земля Санникова значилась на картах побережья Восточной Сибири, притягивая таинственностью самых отважных. Вот что писал о ней в начале прошлого века один из первых русских исследователей побережья Якутии и Новосибирских островов М. М. Геденштром: «С Котельного и Фаддеевского (островов.— В. К.) видны ее к северо-западу и северо-востоку сияющие вдали горы, до которых, впрочем, на собаках достигнуть уже невозможно».

Земле Санникова суждено было войти в судьбу не одного полярного исследователя. 13 августа 1886 года русский геолог Э. В. Толль (почти всю свою жизнь он посвятил изучению Якутского Севера), находясь на острове Котельном (Новосибирские острова), записал в дневнике: «Ясно увидел контуры четырех гор, которые на востоке соединялись с низменной сушей. Таким образом, сообщение Санникова подтвердилось полностью. Мы вправе, следовательно, нанести в соответствующем месте на карту пунктирную линию и надписать на ней: Земля Санникова». В 1900 году для поисков таинственной земли снарядили специальную экспедицию на судне «Заря» под руководством Э. В. Толля. В начале ноября 1902 года, пытаясь выйти с острова Беннета, отважный исследователь и трое его спут-



Проблематические земли

- в Арктике.** 1 — Земля Джиллиса,
 2 — Земля Андреева,
 3 — Земля Санникова,
 4 — Земля Президента,
 5 — Земля Петермана,
 6 — Земля короля Оскара,
 7 — Земля Кронера,
 8 — Земля Брэдли,
 9 — Земля Кинен,
 10 — Земля Гарриса,
 11 — Земля Так-Пука,
 12 — Земля «Крестьянки»,
 13 — Земля полярников
 острова Генриетты

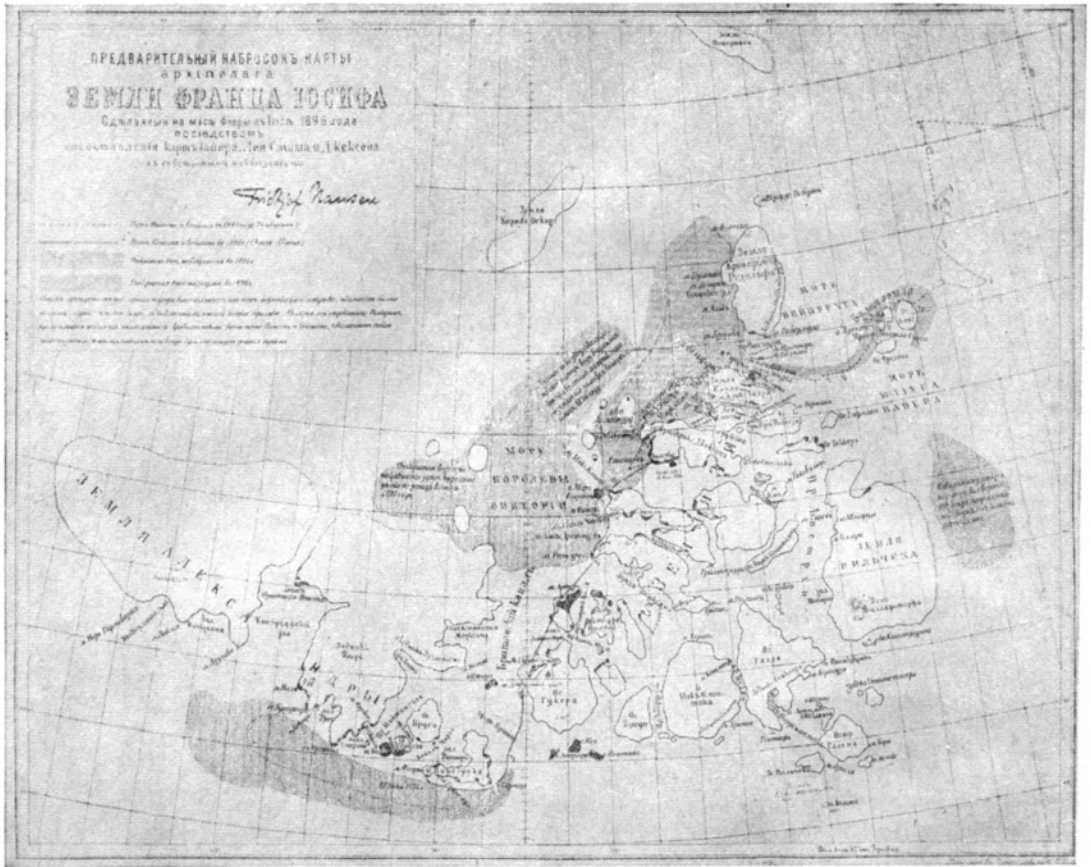
ников пропали без вести. В 1913 и 1914 годах во время плаваний судов «Таймыр» и «Вайгач»

Земля Санникова, казалось, экспедиции 1937 года на ледотеряла все шансы «остаться докольном парходе «Садко» в живых», однако поиски ее продолжались.

Особую популярность она обрела в 20-х годах, после что экспедиция не только об-выхода научно-фантастического романа академика В. А. Обручева. В романе «Земля Санникова» подробно описан этот

остров — так глубоко В. А. Обручев был уверен в его действительном существовании. Поиски Земли Санникова стали одной из задач советской арктической

Все произошло иначе: Землю Санникова не обнаружили, а полярная станция была построена на острове Генриетты, входящем в группу островов Де-Лонга. И снова загадка — зимовщики новой станции



Земли Петермана и короля Оскара на карте похода Ф. Нансена по архипелагу Земля Франца-Иосифа

словно приняли эстафету от тех, кто раньше видел в этих местах таинственные земли. Начальник станции Л. Ф. Муханов так писал 12 октября 1937 года: «Прямое освещение северо-востока позволило увидеть контуры неизвестной земли, вытянутой с запада на восток, с двумя куполообразными возвышенностями на западе и значительным понижением к востоку. Мною, а через некоторое время т. Леоновым были сделаны зарисовки острова. Два рисун-

ка, занесенные в вахтенный журнал, имеют между собой полное сходство».

Загадка вскоре разрешилась: весной 1938 года во время ледовой разведки, проводившейся полярной авиацией, на месте суши, открытие которой осенью так взбудоражило население маленькой станции на острове Генриетты, летчики увидели сверху гигантский столовый айсберг. В западной его части было возвышение в виде двух куполов...

Описания «призрачных» земель в Арктике временами просто поражают четкостью и детальностью. 12 апреля 1874 года австрийский полярник Ю. Пайер, находившийся тогда в крайней северной точке

Земли Франца-Иосифа — мысе Флигели, записал в своем дневнике: «...Вид голубых гор далеко на север. Это была та самая страна, которую Орел (один из участников экспедиции.— В. К.) заметил еще вчера, но контуры ее выступали на этот раз с большой ясностью. Я назвал ее Землей Петермана... Другую землю, усмотренную нами на северо-западе, я назвал Землей короля Оскара». Прошли многие годы, состоялось немало экспедиций, прежде чем описанные очевидцами земли в этом районе Арктики растаяли словно мираж — их там так и не обнаружили.

А Земля Андреева, расплывавшаяся, как считали, у бе-

ПРОБЛЕМАТИЧЕСКИЕ ЗЕМЛИ АРКТИКИ

| Название | Примерное положение | Дата и автор «открытия» | Дата и автор «закрытия» |
|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|--|
| Земля Джиллиса | 81° с.ш., 36° в.д. | 1707 г., К. Джиллис | 1928 г., экспедиция на «Красине» |
| Земля Андреева | 72° с.ш., 161° в.д. | 1764 г., С. Андреев | 1930-е гг., советские летчики и моряки |
| Земля Санникова | 78° с.ш., 140° в.д. | 1811 г., Я. Санников | 1913 г., экспедиция Северного Ледовитого океана |
| Земля Президента | 83° с.ш., 53° з.д. | 1871 г., Ч. Холл | 1876 г., экспедиция Дж. Нэрса |
| Земля Петермана | 83° с.ш., 59° в.д. | 1874 г., Ю. Пайер | 1895 г., Ф. Нансен |
| Земля короля Оскара | 82° с.ш., 52° в.д. | | 1900 г., У. Каньи |
| Земля Крокера | 83° с.ш., 100° з.д. | 1906 г., Р. Пири | 1914 г., В. И. Альбанов |
| Земля Брэдли | 85° с.ш., 102° з.д. | 1908 г., Ф. Кук | 1914 г., экспедиция Д. Мак-Миллана |
| Земля Так-Пука | 73° с.ш., 137° з.д. | 1931 г., Так-Пук | Американские и канадские летчики |
| Земля «Крестьянки» | 72° с.ш., 175° в.д. | 1934 г., экипаж шхуны «Крестьянка» | 1930-е гг., советские летчики и моряки |
| Земля полярников острова Генриетты | 78° с.ш., 158° в.д. | 1937 г., полярники о-ва Генриетты | 1938 г., советские летчики |
| Земля Кинен | 72° с.ш., 128° з.д. | нет сведений | нет сведений |
| Земля Гарриса | 82° с.ш., 150° з.д. | 1911 г., Р. Гаррис | 1926 г., Р. Амундсен и У. Нобиле на дирижабле «Норвегия» |

регов Восточно-Сибирского моря, к северу от устья Колымы, потребовала для своего «закрытия» целых полутора веков. В 1764 году «геодезии сержант» Степан Андреев в походе по Медвежьим островам увидел «вновь найденный шестой остров, весьма не мал, в длину, например, верст восемьдесят и более». Записки Андреева не позволяют в точности восстановить даже направление его маршрута. Поэтому попытки увязать открытие Андреева с ближайшей полярной сушей — Новосибирскими островами или островом Врангеля (которые в условиях необычно сильной в Арктике рефракции могли появиться в поле видимости), нельзя считать правомерными. Как, впрочем, нельзя полностью исключить, что на мелководье, поблизости от берега, возможно, существовал низкий остров,

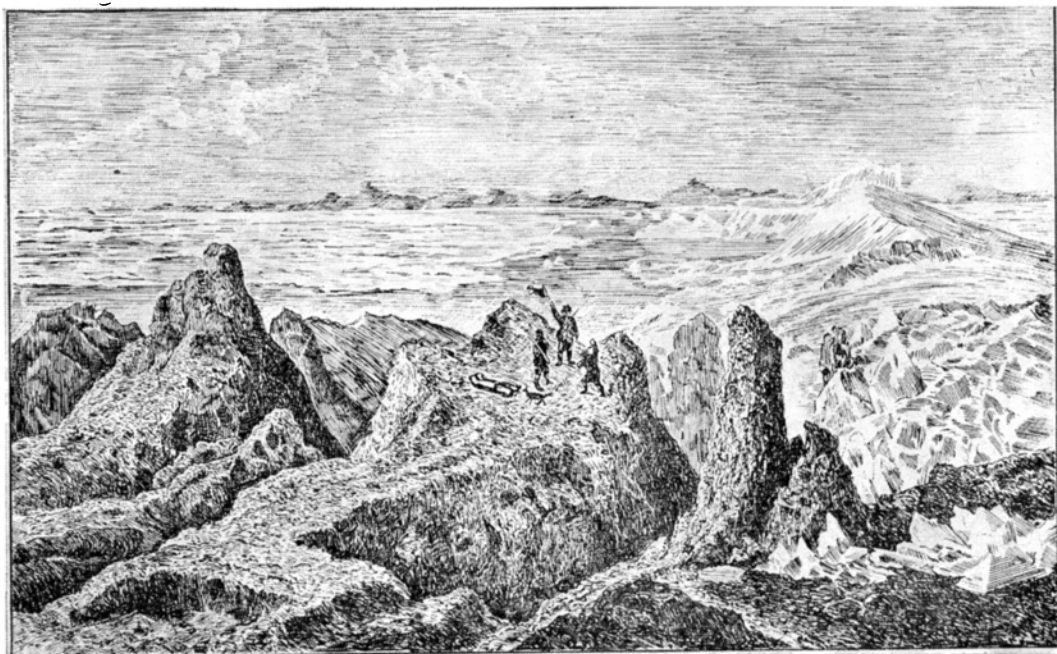
сложенный рыхлыми отложениями. Разрушенный морем, он мог впоследствии исчезнуть. Ведь именно так в относительно недавнее время исчезли в этом районе острова Семеновский и Васильевский.

Конечно, Земля Андреева могла быть и просто оптическим обманом, полярной фатаморганой. Но такие арктические авторитеты, как шведский полярный исследователь Н. А. Э. Норденшельд или немецкий географ А. Петерман (его именем, как мы уже знаем, была названа одна из легендарных земель) не сомневались в реальности Земли Андреева. В этом, по-видимому, и заключался секрет ее «долголетия». Мысль о ее существовании была похоронена окончательно только в советское время, когда в водах Восточно-Сибирского моря началось регулярное мореплава-

ние. Перечень проблематических земель в Советской Арктике завершает Земля «Крестьянки», названная по имени шхуны, экипаж которой увидел неизвестную сушу к северо-востоку от острова Генриетты летом 1934 года. Однако позднее ее не обнаружили.

Проблематические земли часто появлялись на картах и Американского сектора Арктики. Но они существенно «моложе». Первую из них — Землю Президента — увидел экипаж американского судна «Полярис» во время плавания в море Линкольна, у северо-западного побережья Гренландии, летом 1871 года. Все последующие поиски этой суши оказались безрезультатными.

Известный американский полярник Р. Пири так описывает Землю Крокера, увиденную им с острова Элсмир в 1906 году: «На горизонте я мог рассмот-



Мыс Флигели, откуда Ю. Пайер видел Землю Петермана и Землю короля Оснара в апреле 1874 года. Старинная гравюра

реть несколько отчетливых снежных вершин острова, расположенного на северо-западе. Сердце мое готово было выскочить из груди от досады, когда я думал о бесконечных милях льда, отделяющих меня от земли. Мысленно я уже бродил по ее берегам, взбирался на вершины, хотя знал, что радость эта выпадет на долю кого-то другого». Пири напрасно досадовал — специальная экспедиция 1914 года, которая должна была подтвердить его открытие, не принесла желаемых результатов.

Американский полярник Ф. Кук на пути к полюсу 30 марта 1908 года также увидел в океане признаки неизвестной суши. «Мы наблю-

дали эту землю настолько редко,— писал он,— что так и не смогли определить, состояла ли она из островов или это обширный цельный массив. Это едва видимое побережье напоминало остров Хейберга характерными горами и долинами. Я оценил высоту ближайшего побережья примерно в тысячу футов, и мне казалось, что оно покрыто льдами. Я написал на карте название — Земля Брэдли». Ф. Кук сфотографировал ее и поместил снимок в книгу, где описал поход к полюсу. Правда, сам же он и дискредитировал свое открытие — возвращаясь с полюса, он не встретил уже никаких признаков Земли Брэдли. И честно написал об этом в своей книге.

В литературе, посвященной исследованиям Арктики, можно встретить описания еще двух проблематических земель на востоке моря Бофорта, напротив северных берегов Канады.

Это Земля Кинен и Земля Так-Пука, причем последнюю посетил человек. Известный норвежский полярник К. Родаль, участник американских экспедиций в Центральную Арктику, в 40-х годах сообщил интересные детали: «В сентябре 1931 года эскимос Так-Пук высадился, как он считал, на остров в море Бофорта; длина острова была около полумили, поверхность его была слегка холмистой, с небольшими озерцами пресной воды. Наивысшая точка находилась на 13—17 м выше уровня моря. Полеты над предполагаемым местом нахождения этого острова не подтвердили его существования, по видимому, это был дрейфующий ледяной остров, хотя эскимос и утверждал, что видел на нем траву и мох». Единственное к чему К. Родаль отнестся с недоверием — это растительность на острове. Но на одном из дрейфующих островов, где высаживался и сам

К. Родаль, растительные остатки позднее нашли Н. Полуни и А. Крэри. Это были стебли и корни одного из видов полярной ивы, а также жизнеспособная «подушка» мха диаметром до 24 см. Выходит, Так-Пуку ничего не надо было придумывать.

И, наконец, еще одна проблематическая земля в Арктике, завершающая перечень этих земель. Но, в отличие от остальных, ее никто никогда не видел. В начале нашего века американский гидрограф Р. Гаррис, основываясь на изучении приливной волны в Арктике, предположил, что где-то между полюсом и Аляской существует обширная суша. Эту точку зрения позднее разделяли многие и среди них — известный советский синоптик Б. П. Мультановский. Однако первый трансарктический беспосадочный полет дирижабля «Норвегия», предпринятый в 1926 году Р. Амундсеном и У. Нобиле, окончательно разрушил надежду на существование Земли Гарриса.

Чтобы понять, почему все-таки на картах Арктики время от времени появлялись загадочные земли, а иные подолгу на них оставались, важно уяснить следующее. Каждому, кто длительное время был в Арктике, известны особые свойства ее атмосферы, особая освещенность, сильная рефракция света. Туманы, поземки, а также отсутствие ориентиров, задающих масштаб на местности, — там обычные, рядовые условия. Поэтому неудивительно, что немало исследователей стали жертвами оптического обмана, принимали миражи за реальные объекты. Тем не менее нужно признать: все же некоторые из них имели дело

с полярными реалиями, находящимися на мелководье, «земли» Санникова и Андреева, возможно, существовали когда-то в виде островов, сложенных вечномерзлыми породами, а потом — в период потепления Арктики — были разрушены морем.

Что же касается Земли полярников острова Генриетты или Земли Так-Пука, то это, несомненно, медленно дрейфующие через Северный Ледовитый океан гигантские ледяные образования. Из-за внешнего сходства (по очертаниям и характеру поверхности) с небольшими полярными островами они получили название дрейфующих ледяных островов. И действительно, Земля Брэдли по координатам, вычисленным Ф. Куком, удивительно точно «ложится» на линию дрейфа ледяного острова в Американском секторе Арктики, получившего условное название Т-3. Специальными измерениями и исследованиями теперь установлено, что периметр этого ледяного гиганта составляет около 55 км, а ширина в самой узкой части — 8 км.

Проблематические земли Арктики сыграли определенную роль в изучении высокоширотных областей Земли. Чтобы выяснить, существуют ли они на самом деле, были предприняты специальные экспедиции, а это способствовало изучению Арктики. И вообще поиск Земли Санникова да и других «призрачных» земель в какой-то мере повлиял на всю историю освоения этого сурового края.

НОВЫЕ КНИГИ

ДОСТУПНО О КВАЗАРАХ

В 1985 году издательство «Наука» выпустило в серии «Проблемы науки и технического прогресса» книгу Э. Я. Вильковического «Квазары и активность ядер галактик», посвященную открытию квазаров, исследованию и интерпретации данных о них.

В книге восемь глав. Первые две вводные («Звезды, какими они бывают и почему» и «Новая астрофизика»). Третья глава («Квазары: первые десять лет») знакомит читателей с открытием квазаров и их первыми моделями. Четвертая глава посвящена космологии («Галактики, квазары и космология»). Об активности ядер галактик — три последующие главы («Активные ядра галактик», «Активность ядер галактик: второе десятилетие», «Общая картина активности ядер»).

Книгу завершают полезные читателям «Физический минимум» и «Некоторые фундаментальные константы и астрономические величины».

Отличительная особенность книги в том, что хотя речь в ней идет о самых далеких космических объектах, книгу пронизывает идея о науке как общечеловеческом деле, успех которого обретает смысл лишь тогда, когда достижения науки служат гуманным целям.

Книга адресована старшим школьникам, студентам, преподавателям, лекторам и всем интересующимся наукой о Вселенной.



Первые шаги к звездам

Известная истина: крупные научно-технические достижения никогда не остаются детищами только своего времени — они совершенствуются, развиваются и так или иначе находят свое продолжение в позднейших творениях человеческой мысли. Более 50 лет назад, 13 сентября 1933 года, в нашей стране был запущен стратостат «СССР», достигший высоты 19 км [рекордной по тем временам] и положивший начало систематическому исследованию верхних слоев атмосферы. И вот теперь, казалось бы, совсем в другую эпоху — эпоху космических полетов — сама идея стратостата, дрейфующего высоко над планетой, оказалась не только не устаревшей, но и получила качественно новое применение: в венерианской атмосфере совершили длительное «путешествие» аэростатные зонды, доставленные к «Утренней звезде» советскими космическими станциями «Вега-1» и «Вега-2». Таким образом, тот, давний, полет земного стратостата явился как бы и в самом деле первым шагом к звездам.

БАРЬЕР ВЫСОТЫ

Люди всегда стремились подняться «все выше и выше». Практически эра воздухоплавания началась с изобретения братьев Монгольфье: 21 ноября 1783 года над Парижем впервые совершил 25-минутный полет воздушный шар, наполненный горячим дымом.

Но увеличение высоты полета всегда давалось с большим трудом, а порой приводило и к трагическим результатам.

Так, например, поднявшись в открытых кабинах на высоту 11—12 км, погибли в 1927 году американец капитан Грей, а в 1928 году испанский аэронавт Молас. Было ясно: в дальнейшем не обойтись без герметических гондол. Так их стали называть, видимо, памятуя, что корзины для экипажа у первых воздушных шаров имели форму венецианской гондолы. Новые гондолы, которыми начали оснащать стратостаты, имели шаровые кабины, где размещался экипаж, оборудование, к ним крепился балласт и посадочные приспособления, смягчающие удар при посадке.

В 1931 году в такой кабине замечательный швейцарский ученый Огюст Пикар вместе со своими помощниками достиг на стратостате высоты 15 780 м, а в 1932 году поднялся на высоту 16 370 м, названную тогда «фантастической».

Однако кабины Пикара были тяжелыми и имели ряд конструктивных недостатков, отчего температура в гондole колебалась от 38° жары до 15° мороза и постоянно возникали поломки механизмов и отказы в управлении. Закончилось это тем, что гондола, разработанная под руководством его ученика Козинса, при испытаниях взорвалась. При этом один человек погиб, а несколько были ранены.

Зачем ученые стремились к завоеванию стратосферы? По-

чему стратосфера, по мнению академика С. И. Вавилова, требовала «особого изучения, специальных методов и огромного напряжения исследовательской мысли и энергии?»

Это было нужно, скажем мы теперь, чтобы успешно запустить в дальнейшем искусственные спутники Земли, пилотируемые космические корабли, чтобы разгадать, наконец, природу космических лучей, фотографировать солнечный спектр и планеты без искажений, вызываемых земной атмосферой, для улучшения радиосвязи, для геофизических исследований, для метеорологии, ибо еще Д. И. Менделеев писал, что «все процессы, определяющие погоду, находятся в верхних слоях атмосферы, там лаборатория погоды...». Ученым становилось ясно: стратосфера — это начало пути к другим мирам.

Подняться же в стратосферу можно было лишь с помощью стратостатов, поскольку самолеты в то время имели «потолок» всего 11—12 км, а устройства для реактивного перемещения находились в самом зачаточном состоянии.

Вот почему по предложению одного из руководителей ЦАГИ — В. А. Чижевского — наше правительство поручило ВВС и Наркомавиапрому создать советский стратостат.

Аэростатический расчет полета, включая практические

рекомендации по использованию балласта, сделал в Военно-воздушной академии имени профессора Н. Е. Жуковского В. А. Семенов, впоследствии — генерал-майор, доктор технических наук. Метеорологическим обеспечением полета руководили П. А. Молчанов и К. К. Томсон.

Стратостат состоял из гондолы, оболочки, соединяющих их строп и посадочного устройства. Все это было спроектировано советскими конструкторами и изготовлено из отечественных материалов у нас, в СССР.

Тогда почти все приходилось делать впервые. А это трудно. Никто не имел понятия, как будут вести себя оболочка, гондола с огромным количеством заклепок, сварных швов и гермовыводов, как будет работать аппаратура для научных исследований, для управления полетом при одновременном действии таинственных космических лучей, низкой температуры и очень разреженной атмосферы. Даже стекла иллюминаторов вызывали сомнения: годятся ли они для столь высотного полета?

ГОНДОЛА И ОБОЛОЧКА СТРАТОСТАТА

По проекту, гондола должна была обеспечить экипажу нормальные условия жизни и работы в стратосфере. Разработка гондолы велась под руководством талантливого инженера, начальника Бюро особых конструкций В. А. Чижевского. Вместе с ним над проектом работали молодые специалисты: Н. Н. Каштанов, Б. И. Карманов, Я. М. Орлов и другие. Ведущим инженером по производству был Б. Ф. Ляпин.



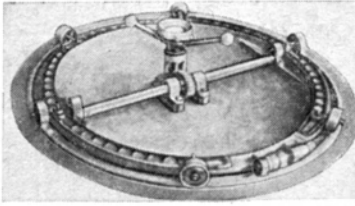
Гондола стратостата «СССР» в сборочном цехе

Обшивку гондолы в виде шара диаметром 2300 мм делали из 2-миллиметрового алюминиевого сплава. Объем гондолы выбирался так, чтобы в ней могли разместиться 3 пилота, оборудование и приборы. Вес обшивки был сравнительно небольшой, поскольку формой она не имела сосредоточенных нагрузок. Наоборот, она сама опиралась на силовые узлы металлического каркаса, сделанного из 8 кольчугалюминиевых труб диаметром 40 мм.

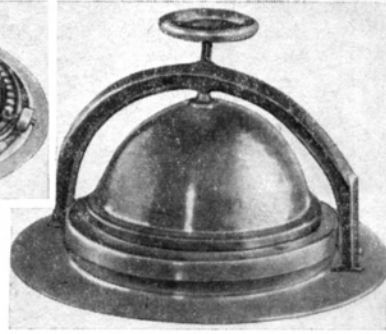
Места соединения листов друг с другом, с фланцами

силовых узлов, с люками и иллюминаторами перед клепкой покрывали слоем белил и затем при избыточном давлении проверяли мыльной пеной, чтобы нигде не появлялись пузырьки воздуха.

Снаружи гондола была покрыта теплоизоляционным слоем из очень легкого оленьего войлока и тонкой ткани с окраской, рассеивающей солнечные лучи. Это дало возможность при внешней температуре около 70° мороза сохранять внутри в течение почти 8 часов температуру от 22° до 30° тепла. Обшивка имела два герметических люка, которые можно было быстро закрывать или открывать. Последнее особенно важно для спасения



Входной люк в гондолу представлял собой сложное и вместе с тем надежное устройство



Окно гондолы закрывалось специально сконструированным металлическим жалюзи сферической формы

экипажа, случись какая-либо непредвиденная ситуация. Любопытно сравнить: время, требуемое для открытия люка, у «СССР» равнялось 8 с, тогда как у Пикара — 25 с.

Круговой обзор из гондолы осуществлялся через 9 герметических иллюминаторов диаметром 80 мм. Несмотря на значительный запас прочности стекол, каждое из них в случае необходимости могло герметически закрываться изнутри гондолы аварийной металлической крышкой.

В верхней части гондолы находилось кольцо, к которому крепились 32 стропы оболочки стратостата, в случае необходимости способные быстро отсоединиться. Внизу гондолы — посадочное устройство и 1000 кг балласта из мелкой свинцовой дробы. Специальный механизм обеспечивал сброс балласта на землю. Чтобы возросла надежность полета, балласт должен сбрасываться по возможности быстро. Так, у стратостата «СССР» за 1 с можно было выбросить 11 кг балласта, а у Пикара только 1 кг.

Для выпуска водорода из оболочки стратостата наверху ее располагался клапан. Он открывался изнутри гондолы с помощью веревки, которая соединялась с вращающимся

барабаном, расположенным снаружи гондолы. Когда веревка наматывалась на барабан, верхний клапан открывался; когда веревка сматывалась — он закрывался.

Посадочное устройство представляло собой корзину из ивовых прутьев, смягчавшую удар гондолы в момент приземления. К нижним узлам каркаса гондолы, вне обшивки, прикреплялись два стальных кольца: одно для присоединения амортизационной корзины, другое — подвески мешков с балластом. К верхним узлам каркаса, также вне обшивки, было приделано кольцо, соединявшее гондолу со стропами оболочки стратостата. Пол гондолы крепился к узлам каркаса. Таким образом, узлы каркаса воспринимали все наибольшие местные усилия.

Отдыхать экипаж мог на небольших откидных сиденьях. Благодаря оригинальным конструктивным решениям гондола стратостата «СССР», рассчитанная на трех человек, весила всего 280 кг, в то время как двухместная гондола Пикара весила 450 кг.

Оборудование для жизнеобеспечения аэронавтов состояло из запасов сжатого и жидкого кислорода в баллонах и сосудах Дьюара и из аппа-

ратуры, поглощавшей излишнюю влагу, углекислоту, токсические вещества. Научная аппаратура обеспечивала дистанционное взятие проб наружного воздуха, исследование электрического поля, космических лучей и электропроводности среды. Кроме того, на борту имелись приборы для регистрации параметров полета — барографы, термометры, альтиметры, вариометры. Почти все приборы были уникальными и создавались советскими конструкторами специально для этого полета.

Стратостат оснастили действующей радиоаппаратурой, что гарантировало надежную и устойчивую радиосвязь до конца полета. Полученная с борта информация передавалась всеми радиостанциями страны для слушателей в СССР и за границей.

Оболочка стратостата, созданная на московском заводе «Каучук», по своему объему значительно превышала обычные аэростатные (25 000 м³ против 1000 м³) и почти вдвое превосходила объем пикаровской оболочки. Для ее изготовления использовали перкаль, легкий и вместе с тем исключительно прочный, на который нанесли много очень тонких слоев специальной резины.

Технологию прорезинивания и рецепт покрывающего слоя разработал и испытал технорук Н. А. Чижевский (брат главного конструктора гондолы В. А. Чижевского), а сконструировали оболочку научные сотрудники НИИРП Е. Н. Кузина и Г. А. Леви-

тина. Оболочку проверяли на прочность, на возможное влияние температуры, влажности, солнечной радиации, ультрафиолетовых и рентгеновских лучей. Испытания показали: она должна обеспечить полную безопасность полета.

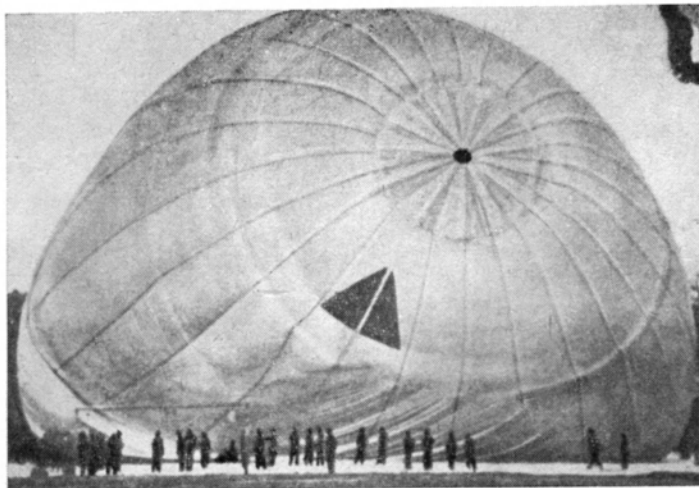
ПОПЫТКА СТАРТА

В начале сентября 1933 года все было готово к полету. Ждали нужную погоду. Но, как назло, каждый день шли дожди. Наконец на 22 сентября метеослужба дала «добро» для старта.

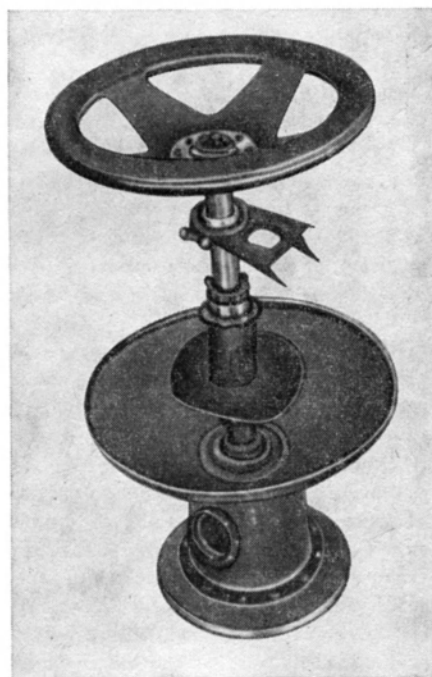
Почти всю ночь на Центральном московском аэродроме имени М. В. Фрунзе шла подготовка. Доставили несколько сот баллонов с водородом. Прикрепили гондолу к стропам оболочки, но перед самым стартом обнаружили, что «аппендикс» стратостата (устройство в нижней части оболочки для выпуска излишнего газа) запутался в веревках. Пожарные лестницы оказались коротки. Выручил краснoармеец Ф. К. Терещенко. Он по стропе поднялся на высоту многоэтажного дома и устранил неисправность. Командующий Военно-Воздушными Силами СССР Я. И. Алкснис сразу наградил смельчака своими часами.

Начальник старта В. Г. Гарканидзе скомандовал: «На поясных, дать свободу!».

Оболочка заколебалась, но... стратостат остался на месте. Роса, выпавшая из предутреннего тумана, покрыла оболочку и увеличила ее вес настолько, что подъемной силы стратостата оказалось недостаточно для его полета. Старт вынуждены были отложить в ожидании лучших метеоусловий.



▲ Размеры оболочки стратостата «СССР» поражали всякого, кто оназывался рядом



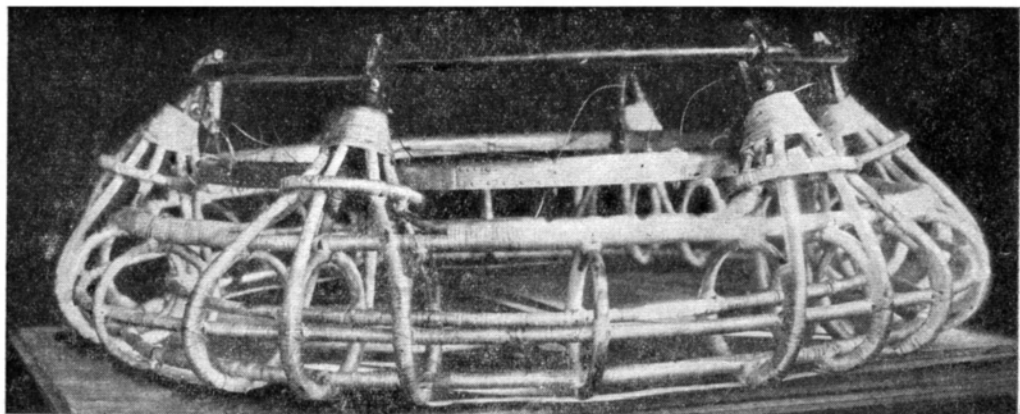
Клапанное устройство для управления полетом стратостата

ПОЛЕТ

Наконец 30 сентября погода выдалась прекрасная. Закончилась подготовка к старту, пилоты заняли свои места в гондоле. Командир экипажа Г. А. Прокофьев, К. Д. Годунов и

Э. К. Бирнбаум — в синих летных комбинезонах и летных шлемах, на ногах бурки. Парашюты уложены в сумки. Для стратонавтов принесли личное оружие, воду и пищу.

В 8 часов 41 минуту В. Г. Гарканидзе громко командует: «Отдать гондолу!».



Амортизационное устройство из ивовых прутьев, которым была снабжена гондола стратостата «СССР»

Первый советский стратостат начал подъем.

Все устремили взоры в небо. В. Г. Гарканидзе лег на землю и следил за полетом стратостата в бинокль. Еще долго москвичи могли различать в небесной синеве удивительный летательный аппарат.

На высоте 3000 м входные люки закрыли. Стратостат удалялся в юго-восточном направлении. Когда достигли 11 000 м, Прокофьев сообщил на командный пункт: «Москва видна великолепно». Никто до них не видел столицу с такой высоты.

Неожиданно около стратостата возникло белое облако. Неужели авария? Однако вскоре облако рассеялось. Его появление было вызвано тем, что на высоте приблизительно 14 000 м водород, нагреваясь от солнечной радиации, начал расширяться. Вот его-то излишки, выходя из оболочки, и создавали инверсионный след.

По заранее разработанной программе обеспечения полета

несколько сотрудников завода имени В. Р. Менжинского должны были сразу же после старта ехать на специальном автобусе вслед за стратостатом до самого места его посадки. И вот мы уже мчимся по Коломенскому шоссе. По мере удаления стратостата мы видели его сквозь дымку все хуже и хуже и наконец перестали видеть совсем.

А стратостат тем временем продолжал набирать высоту. И вот — заветный рубеж 17 000 м. Рекорд Пикара превзойден!

В 12 часов 45 минут стратостат достиг потолка — 19 000 м. Нужно было начинать спуск. А это значительно сложнее подъема: ошибки в управлении полетом могли привести к падению стратостата и его гибели. Своевременный и экономный расход балласта обеспечивал плавный спуск со скоростью 2—3 м/с. На высоте порядка 6000 м открыли входные люки. Тут выяснилось, что конец разрывной веревки, которой нужно пользоваться для ускоренного выпуска газа во время приземления, отклонился от люка. Чтобы достать веревку, Годунов вылез из гондолы, с трудом дотянулся до

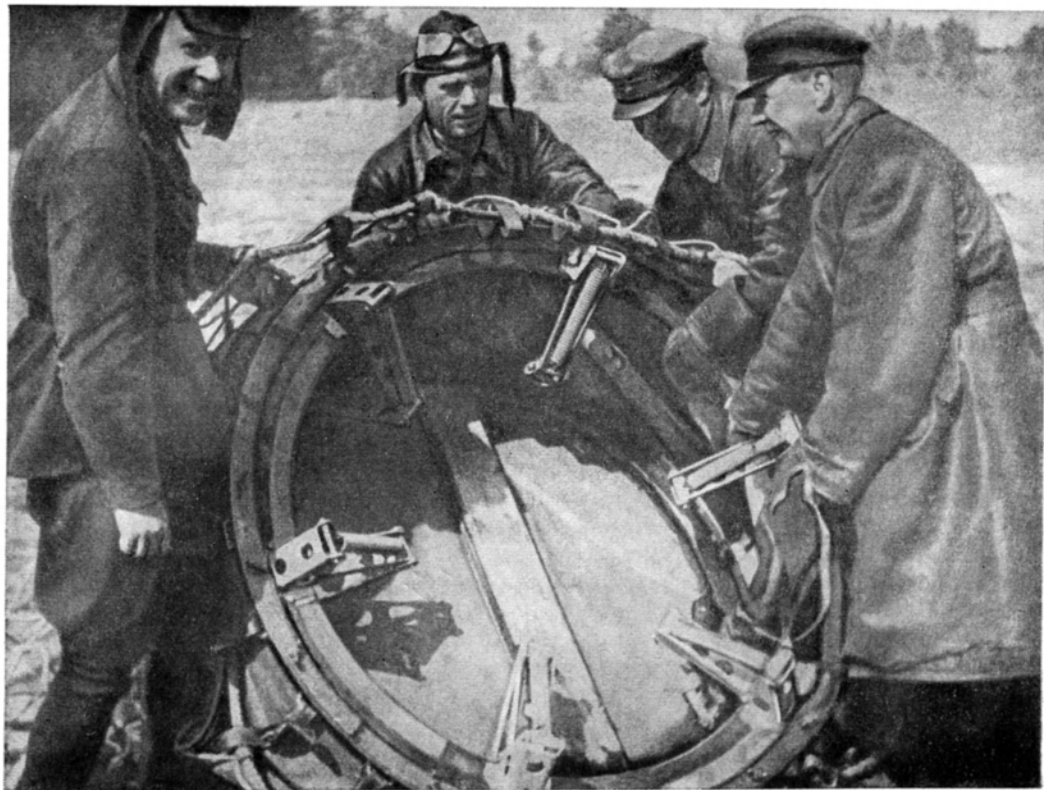
конца веревки и подал командиру экипажа. Это было похоже на опасный цирковой номер на невиданной высоте.

Около 17 часов стратостат снизился недалеко от Коломны. Гайдроп (тормозной пенковый канат) коснулся земли. Одновременно в почву ушел весь статический электрический заряд, скопившийся на поверхности стратостата от трения воздуха.

На высоте приблизительно 10 м Прокофьев с помощью разрывной веревки открыл клапан выпуска водорода из оболочки, и стратостат совершил мягкую посадку. Полет, продолжавшийся 8 часов 20 минут, закончился.

Свершилось то, что еще совсем недавно считалось фантастикой и несбыточной мечтой. Полет имел не только большое научное, но и политическое значение, показав всему миру возможности молодой Страны Советов.

К. Э. Циолковский немедленно телеграфировал: «От радости захлопал в ладоши. Ура „СССР“. Циолковский». А. М. Горький так оценил значение этого старта: «Смелым Вашим полетом Вы подняли свою страну еще выше в глазах про-



Вот так выглядел клапан для стравливания воздуха, крепившийся на оболочке стратостата «СССР»

летариата всего мира... Да здравствуют бесстрашные, мужественные люди Страны Советов...»

Полет стратостата «СССР» произвел громадное впечатление и на западе. «Нью-Йорк геральд трибун» (США) писала: «Это достижение является с научной точки зрения историческим, и советская наука имеет полное право им гордиться».

Создатели стратостата и его пилоты получили высокие награды Родины. Страна встретила первых покорителей стратосферы, как позже встречала первых космонавтов.

Но стратосфера неохотно пускала человека в свои владения. Через четыре месяца состоялся пуск нового стратостата — «Осоавиахим-1» (объем оболочки 24 920 м³), спроектированного в Ленинграде под руководством А. Б. Васенко — будущего члена экипажа. Командиром стратостата стал опытный аэронавт П. Ф. Федосеев, а научными исследованиями в полете занимался молодой ученый И. Д. Усыкин. Экипаж установил новый рекорд высоты — 22 000 м, но полет закончился трагически. При спуске в тропосфере метеосостояние резко ухудшилось. Радиосвязь прервалась. Полностью разрушенную gondolu с погибшими аэронавтами нашли в Мордовии. Урны с их

прахом захоронены в Кремлевской стене на Красной площади.

Та работа, что была проделана конструкторами герметических гондол стратостатов и их оборудования, не пропала даром. Удачные конструктивные решения использовались в дальнейшем при создании самолетов, способных летать в верхних слоях атмосферы, и даже пилотируемых космических кораблей. Вот почему с полным основанием мы можем считать, что те давние полеты стратостатов прокладывали людям дорогу в космос, знаменовали собой первые шаги к звездам.



На Сейшельских островах

КУРС — К БЕРЕГАМ АФРИКИ

В западной части Индийского океана с ноября 1984 по февраль 1985 года работала экспедиция Института океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР на судне «Профессор Штокман». Очередной 13-й рейс судна был посвящен биогеохимическим исследованиям. Биогеохимия — важный раздел океанологии; эта относительно новая комплексная наука занимается анализом взаимосвязей между биологическими, геологическими и гидрохимическими процессами в водной оболочке Земли. Конкретными задачами нашей экспедиции было изучить биогеохимические характеристики океанских вод в районе островов у северо-восточного побережья Африки, имеющих разное происхождение, — гранитного острова Кюрьеэ, коралловых атоллов Альдабра и Космоledo (все они принадлежат Республике Сейшельские Острова).

Интерес к атоллам не случаен: привлекают они, конечно, не только экзотикой. Это в полном смысле слова уникальные произведения природы, до сих пор таящие в себе немало загадок. Одна из них — необычная «энергетика» атоллов, богатство флоры и фауны или, как говорят ученые, их высокая продуктивность по сравнению с окружающими океанскими водами.

В рейсе предполагалось также выполнить целый комплекс наблюдений в эстуарии реки Бецибуки на острове Мадагаскар, в прибрежных и пелагических (удаленных от берегов) апвеллингах, зонах раздела вод с различными химическими характеристиками. Попутно в рейсе оценивалось содержание углекислоты на границе океан — атмосфера и проводились наблюдения, которые помогают уточнить картину круговорота углерода, азота и других элементов.

«ЖЕМЧУЖИНА» ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА

Работая в водах Индийского океана, невозможно не посетить Республику Сейшельские Острова, а нашей экспедиции визит на Сейшелы был просто необходим — для согласования работ, которые предполагалось проводить на ее территории и которые могли бы оказать помощь в морских и геологических изысканиях местных ученых. Острова эти, открытые еще в начале XVI века, около трех столетий не имели постоянного населения. В конце XVIII века сюда прибыли французские поселенцы, а после крушения наполеоновской империи острова перешли к англичанам. Но язык и многие обычаи так и остались французскими (Земля и Вселенная, 1979, № 3, с. 55.— Ред.).

С 1977 года на островах новое государство — Республика Сейшельские Острова. Эта небольшая страна — около сотни маленьких далеко отстоящих друг от друга гранитных и коралловых островов, чаще всего необитаемых из-за дефицита пресной воды, — издавна славится как один из своеобразнейших природных заповедников. Здесь множество эндемичных, свойственных только этим островам, растений, насекомых и птиц. Гигантские орехи местной пальмы лодоицеи были известны в африканских странах и в Юго-Восточной Индии еще до открытия Сейшелов. Их долго называли «морскими орехами» и наделяли чудодейственной силой. Орех лодоицеи изображен на гербе республики и на многих марках. Как и самая большая в мире сухопутная черепаха — слоновая. Когда-то эти черепахи жили здесь на большинстве островов, но хищническое истребление привело почти к полному их исчезновению. Черепахи сохранились лишь на атолле Альдабра, откуда их теперь стали переселять и на другие острова. А на острове Маэ слоновых черепах можно увидеть разве что в ботаническом саду.

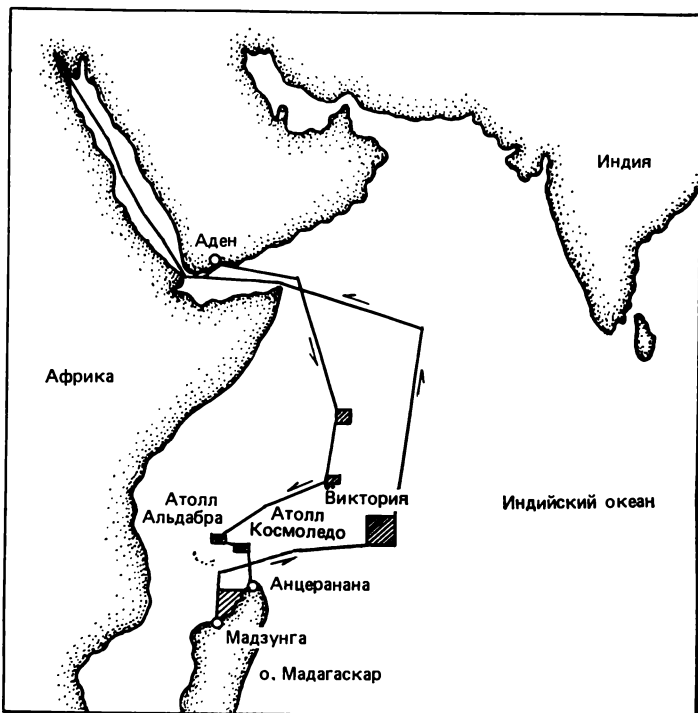
Сейшелы часто называют «земным раем», «жемчужиной» Индийского океана. И действительно, мягкий климат, плодородные почвы, густые

леса, богатые рыбой прибрежные воды, экзотические фрукты оправдывают эти названия. Красив остров Маэ, скалистые горы которого одеты густым лесом, а у подножья их из зелени выглядывают белые домики столицы Сейшел — Виктории. Улицы города тенисты, на деревьях множество ярких цветов — ведь в тропиках они в основном на деревьях, растущие же на земле обычно бледны и невзрачны. Город постепенно застраивается новыми зданиями, оттесняя старые колониальные постройки. Но среди этих старинных построек есть интересная достопримечательность — часовая башенка на площади, точная уменьшенная копия лондонского Биг-Бена.

В ботаническом саду — это по существу участок горного леса, где преобладает местная флора, — вас встречают мощные стволы пальмы лодоицеи с ее гигантскими круглыми веерными листьями и диковинными тяжелыми плодами. Из скорлупы орехов делают различные сувениры, которые продаются очень дорого, но охотно раскупаются туристами — ведь такого не купишь больше нигде в мире. На специальном рынке сувениров, под сенью тропических деревьев, продаются подделки из морской черепахи, плетенки, раковины, челюсти акул, а овощами и тропическими фруктами торгуют поблизости на продовольственном рынке, который посещают не только люди, но куда заглядывают и... белые цапли.

НА КОРАЛЛОВЫХ АТОЛЛАХ

Нам удалось посетить остров Кюрьеэ, расположенный в нескольких часах хода судна от столицы. Остров сложен гранитами и порос густым лесом.

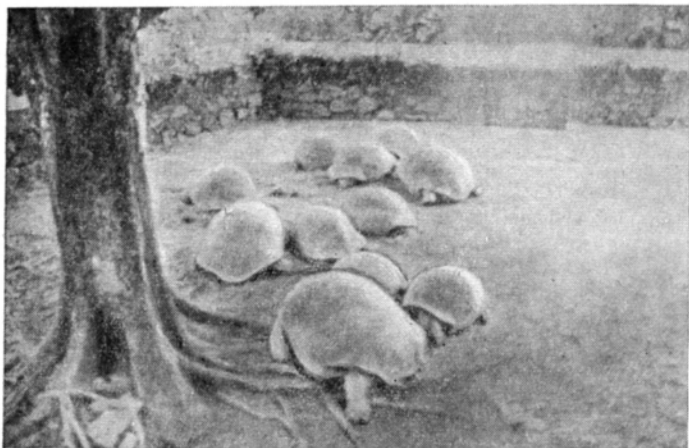


Есть здесь и пальмы лодоицеи, но главное — недалеко от берега растет окаймляющий атолл коралловый риф, населенный моллюсками, ракообразными, иглокожими, обычно солирующими кораллам. Между рифом и берегом — масса водорослей. На этом острове мы высадили специальную научную группу, которая изучала здесь суточные изменения гидрохимических параметров.

Теперь наш путь лежал к островам Альдобра и Космоledo. Самый интересный из них — атолл Альдобра, удаленный почти на тысячу миль от основных островов Сейшельской группы. Приподнятый атолл, выросший на базальтовом основании, он не похож на плакатно-красивые острова Полинезии или гористый Кюрьеэ. Рифовые известняки, образующие кольцевой остров, здесь интенсивно

Район Индийского океана, где работала экспедиция на судне «Профессор Штокман». Заштрихованы полигоны, на которых проводились долговременные исследования

выветриваются и выщелачиваются. Из-за своей сотовой или кавернозной структуры поверхности они напоминают куски сыра. При шторме рифовые известняки легко разрушаются и образуются отвесные береговые уступы-клифы с размытым волнами основанием, с карнизоподобной нависающей верхней частью. Все это выглядит довольно фантастично. Правда, растительность на атолле не отличается ни особой пышностью, ни размерами, преобладает колочий кустарник. Сейчас Альдобра — заповедник мирового значения, охраняемый ЮНЕСКО.



Слоновые черепахи

в щелочности океанских вод и вод лагуны, мы впервые рассчитали, сколько выносятся карбонатов из лагуны атолла в океан. Предварительная цифра оказалась колоссальной — 50 т в год.

Атолл Космоledo недалеко от Альдабры — также имеет базальтовое основание и приподнятую структуру. Он — как бы будущее Альдабры, уже прошел стадию разрушения, и рифовых массивов у него нет, а вместо них возникают и растут песчаные островки из обломочного материала и высокие — двадцатиметровые — дюны. Атолл Космоledo почти необитаем. Окруженный мелями, он еще меньше похож на классический атолл, коралловые рифы вокруг него погибли и занесены песком. Как и на Альдабре, здесь преобладает колючая растительность. Довольно богатое птичье царство, но слоновых черепах нет и в помине.

На атолле Космоledo, как и везде по маршруту, проводились круглосуточные биогеохимические исследования вод.

Альдабра — по существу архипелаг, состоящий из нескольких островков, посередине его лагуна. На островках во всех направлениях идут многочисленные подземные пустоты и каналы с морской водой. На изрезанных берегах лагуны в бухтах и проливчиках растут гигантские мангры. Лагуна довольно обширная, проливами связанная с океаном. В отлив глубина в лагуне местами становится не более метра, и несмотря на песчаное, казалось бы, малокормное дно, здесь встречается много акул, скатов, морские черепахи нет-нет да и высовывают из воды свои длинные шеи. Надводная часть атолла Альдабра интенсивно разрушается, и через 5—6 тыс. лет остров обречен на гибель. Обильный песчаный материал сильными приливными течениями частично выносятся за внешнюю кромку рифа, остальное ветер переносит в лагуну.

На Альдабре расположен Международный научный центр, где часто работают приезжающие из разных стран ученые.

Для них имеются лаборатории, двухместные жилые номера, хорошая библиотека, в которой собрана литература, посвященная Индийскому океану. Во время нашего посещения весь штат научного центра составляли пять наблюдателей и десять рабочих, обслуживающих центр.

В свободных коттеджах поселилась группа наших гидрохимиков. Они изучали суточные колебания биогенных элементов — азота, фосфора — и щелочность вод лагуны. Выяснилось, что количество этих элементов в течение суток изменяется в 4—5 раз! Зная различие



Орехи пальмы лодонцен на острове Маз

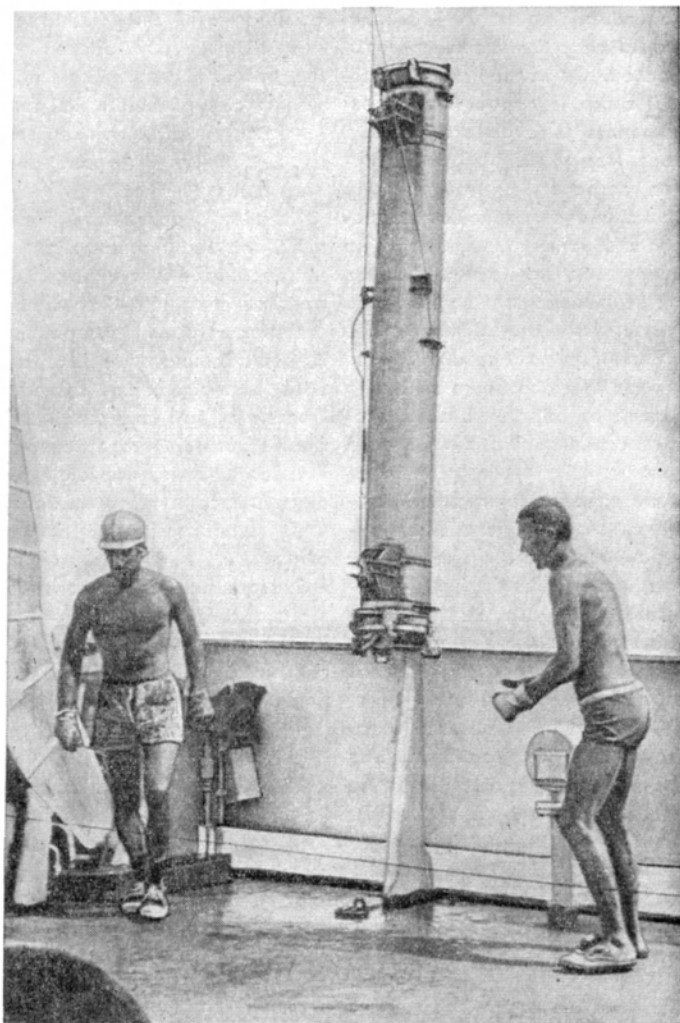
Двухсотлитровый батометр на палубе «Профессора Штокмана»

Так же, как и на Альдабре, изучался тонкий поверхностный слой воды (толщиной 250 мк) и довольно толстый подповерхностный (259 см) — слой максимальной биологической и гидрхимической активности.

У МАДАГАСКАРА

Интересным оказался и район океана севернее Сейшельских островов. Здесь экспедиция проводила исследования на двух полигонах — вблизи подводной горы Экватор и на банке Сая де Малья. В рейсах судов Института океанологии раньше в этом районе обнаружили апвеллинги, где глубинные воды с повышенным содержанием биогенных элементов, таких, как фосфор, азот, с большим количеством органической взвеси, планктона поднимаются к поверхности (Земля и Вселенная, 1971, № 1, с. 30.— Ред.).

Затем «Профессор Штокман» направился в восточную часть Мозамбикского пролива, примыкающего к Мадагаскару. В Республике Мадагаскар мы посетили два города — Диего-Суарес (он же Анцерамана, оба названия равноправны) и Мадзунгу. Это небольшие города, уютные, зеленые, в обоих хороши базары, раскинувшиеся прямо на улице. Мадагаскар славится плетеньем, на юге острова продают сувениры — искусно сплетенных животных. Известны также керамические сувениры из тяжелой черной глины с примесью магнетита, обычно изображающие лягушек, черепах, акул и других животных. Такие сувениры с гляцевитой поверхностью,



покрытой белыми штрихами, делают в одной-единственной деревне на острове Нуси-Комба.

На острове Нуси-Бе находится город Эльвиль и Мадагаскарский научный центр. Это здание с небольшим количеством хорошо оборудованных лабораторий, обслуживающим персоналом. Центр имеет два судна для исследования прибрежных вод. Здесь часто работают иностранные ученые, а местные сотрудники стажируются в других странах, например на Кубе и в СССР. Местные ученые посетили наше судно и двое из них — химики — в течение недели работали вместе с нами на полигоне. По окончании работ мы поделились с ними полученной гидрологической и гидрохимической информацией.

В Мозамбикском проливе наша экспедиция обнаружила интересное явление. На протяжении более 100 миль поверхность воды была покрыта буро-

зелеными полосами — скоплениями спор синезеленых водорослей. От воды исходил резкий запах, в пробах она окрашивалась в сиренево-розовый цвет. Нам уже приходилось ранее встречать в этом районе скопления синезеленых водорослей, устилающих, подобно ковру, всю поверхность воды. Не исключено, что здесь также существует мощный апвеллинг.

В районе побережья вблизи города Мадзунги еще довольно далеко от берега на поверхности воды показались красные полосы, а ближе к суше вода стала красной на огромной площади, резко выделяясь на голубой поверхности океана. Эту воду несет река Бецибука, размывающая красные латеритные отложения своих берегов. Гидрофронтальная зона здесь хорошо заметна на глаз — кирпично-красные воды реки четко отделялись от голубых вод океана. А ведь обычно такие зоны определяются только по гидрологическим и гидрохимическим параметрам. Можно считать, что эту зону мы открыли в нашем рейсе, о ней до сих пор не было никаких упоминаний в научной литературе. И конечно, мы провели здесь комплекс биогеохимических наблюдений.

Каковы же научные итоги нашего плавания на Сейшельские острова? Во-первых, выбранный район работ полностью оправдал надежды биогеохимиков: здесь оказалось много активных зон и границ, разделяющих области океана, где биогеохимические реакции протекают с различной скоростью. На островах Кюрье, Альдабра, Космоledo экспедиция собрала представительную коллекцию морской флоры и фауны. Кроме всего прочего, предполага-

ется изучить биоконцентрационную функцию морской фауны, чтобы в дальнейшем определить содержание в ней тяжелых элементов, например свинца, кадмия, ртути, урана, золота, меди.

Важные результаты дало лазерное зондирование океана, предпринятое для определения пространственно - временной структуры полей хлорофилла и растворенного в морской воде органического вещества. Оказалось, что содержание органического вещества резко повышается вблизи портов, в районах выноса речного материала и на мелководных коралловых банках.

Биогеохимические исследования в экспедиции показали, что тонкий поверхностный слой воды, по сравнению с более глубоким, богаче биогенными элементами в среднем в 15 раз. (В лагунах это различие меньше.) В поверхностном слое также больше (в 6—10 раз) взвешенного органического углерода, это относится и к пелагиали, и к лагунам атоллов.

И еще один важный итог. В ходе экспедиции впервые через северо-западную часть Индийского океана и вдоль Красного моря удалось измерить содержание углекислоты в атмосферном воздухе. По предварительным результатам оно не зависит от географической широты, сильно изменяется в воде и слабо — в воздухе.

Научные результаты экспедиции сейчас обрабатываются в лаборатории. Они будут использоваться для практических рекомендаций хозяйственным организациям Республики Сейшельские Острова и Республики Мадагаскар.



Новое издание «Карты Луны»

Вышло в свет второе издание «Карты Луны» (масштаб 1:10 000 000). Карта составлена на основе современных фотоснимков, полученных космическими аппаратами, и географических атласов. Издание, представляющее собой один лист формата 100×73 см, отображает практически всю поверхность нашего естественного спутника («белое пятно» около южного полюса составляет всего 0,5%). Рельеф лунной поверхности выполнен методом полутоновой отмывки — пластический эффект достигается затемнением склонов. Помимо основных деталей рельефа на карте показаны такие особенности поверхности, которые заметны лишь когда Солнце находится в зените или очень низко над горизонтом, — морские и материковые области, горные хребты и кратеры, трещины, долины, цепочки кратеров и лучевые системы. Всего на карте свыше 25 тыс. кратеров. Это издание дополнено новыми названиями лунных образований, утвержденными Международным астрономическим союзом. На полях карты приведены справочные сведения о Луне и наиболее важные этапы исследования Луны космическими аппаратами и кораблями, дана схема распределения лунных пород.

«Карта Луны» составлена специалистами Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга и Топогеодезической службы СССР под научным руководством докторов физико-математических наук Ю. Н. Липского и В. В. Шевченко. Ответственный редактор издания кандидат физико-математических наук Ж. Ф. Родионова.



АСТРОНОМИ
ЧЕШКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

Пленум СПАК в Алма-Ате

Регулярно, раз в два года, Совет по подготовке астрономических кадров при Академии наук СССР (СПАК) собирается для обсуждения стоящих перед ним задач. На этот раз пленум СПАК проходил с 28 по 30 мая 1985 года в столице Казахстана.

Пленум открыл председатель СПАК академик В. В. Соболев. Он проанализировал деятельность Совета за прошедшие два года и сформулировал основные задачи, которые предстоит решить. Недавно изменился статус СПАК в системе Академии наук СССР. Если раньше СПАК был одной из секций Астросовета, то теперь он входит в Объединенный научный совет по астрономии (ОНСА) наравне с другими советами. В СПАКе имеются секции университетов, научных учреждений, педвузов и средних школ, а также рабочие группы по астрометрии и наблюдательной астрофизике.

На первом заседании участники пленума заслушали несколько докладов, посвященных подготовке астрономических кадров в университетах. Автор этой статьи рассказал собравшимся о работе группы СПАК по астрометрии. В настоящее время основные усилия должны быть направлены на изменение сложившейся традиции, когда астрометрию определяют как метрологическую дисциплину. Нужно создать новые курсы астрометрии, поскольку современная астрометрия — это наука, имеющая своей конечной целью изучение геометрии и кинематики Вселенной. Чтобы обсудить вопросы, связанные с разработкой новых лекционных курсов и лабораторных практикумов, необходимо специальное совещание преподавателей астрометрии.

С сообщением о деятельности рабочей группы СПАК по наблюдательной астрофизике выступил старший научный сотрудник Крымской астрофизической обсерватории АН СССР Р. Е. Гершберг. Вопрос о подготовке квалифицированных астрофизиков-наблюдате-

лей становится весьма актуальным в связи с тем, что сейчас вводится в строй ряд крупных телескопов. Современный телескоп представляет собой сложную информационную систему, поэтому практическую астрофизику следует насытить идеями информатики. Пленум принял решение о проведении в 1986 году в Крымской астрофизической обсерватории всесоюзной школы по наблюдательной астрофизике.

Доклад профессора К. А. Бархатовой был посвящен деятельности кафедры астрономии Уральского университета, на которой ведется большая научная работа по изучению звездных скоплений, строения Галактики и исследованию рентгеновских источников. За 25 лет на кафедре подготовлено 500 специалистов, из них около пятидесяти стали кандидатами наук, а пять — докторами. К. А. Бархатова предложила создать для университетов типовое учебно-лабораторное оборудование по астрометрии и наблюдательной астрофизике.

С докладом о подготовке астрономических кадров в Ташкентском университете и проблеме создания в нем кафедры астрономии выступил кандидат физико-математических наук С. Н. Нуриддинов. Участники пленума с большим интересом заслушали также сообщение кандидата физико-математических наук Н. Г. Бочкарева (МГУ) о системе астрономического образования в США.

В ходе развернувшейся дискуссии академик В. В. Соболев сказал, что поскольку выпускники физических факультетов университетов направляются на работу не только в научные учреждения, но и в средние школы, объем курса астрономии на этих факультетах необходимо увеличить, а выпускникам присваивать специальность «Учитель физики и астрономии». Говорилось и о том, что нельзя открывать новые кафедры в тех университетах, где еще не сложились сильные астрономические коллективы.



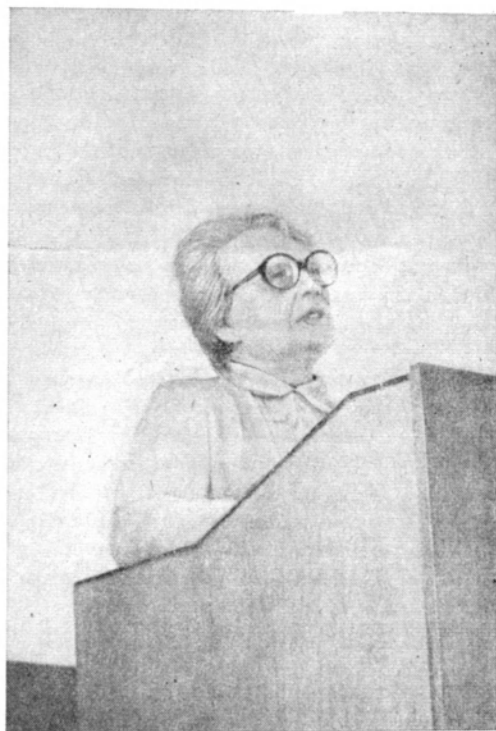
Академик В. В. Соболев открывает пленум СПАК

Несколько докладов были посвящены работе астрономических исследовательских учреждений. Директор Астрофизического института АН КазССР доктор физико-математических наук Б. Т. Ташенов рассказал об истории института, об основных направлениях научных исследований, а также о нехватке в институте квалифицированных наблюдателей. Решение этой проблемы руководство института видит в целевой подготовке специалистов в ведущих университетах страны. Интересны методы подготовки астрономов-специалистов в Эстонии. О них рассказал участникам пленума старший научный сотрудник Института астрофизики АН ЭССР А. А. Сапар. В Тартуском университете нет кафедры астрономии. Общее физико-математическое образование студенты получают в университете, а астрономическое — непосредственно в Институте астрофизики по индивидуальным планам.

О работе астрономических факультетов повышения квалификации говорил доцент Р. А. Лях (ЛГУ). В настоящее время такие факультеты имеются в Ленинградском и Московском университетах. Слушателям предлагаются специально разработанные для них курсы по новым достижениям в различных областях астрономии, по методике преподавания и по истории астрономии.

Профессор В. Г. Горбацкий (ЛГУ) посвятил свой доклад вопросам защиты кандидатских и докторских диссертаций. Ежегодно защищается в среднем 50 кандидатских и 15 докторских диссертаций по астрономии. По рекомендации СПАК Высшая аттестационная комиссия требует обязательной сдачи кандидатских экзаменов по общей астрономии всеми, подготовившими диссертации по астрофизике. Докладчик отметил имеющиеся в некоторых ученых советах процедурные нарушения при назначении оппонентов, а также подверг критике требования, предъявляемые в настоящее время к докторским диссертациям. Жестко установленный трехгодичный срок написания диссертаций приводит к снижению их актуальности, особенно в наблюдательных разделах астрономии. Выступая в прениях по докладу, академик В. В. Соболев сказал, что выйти из создавшегося положения можно, если принимать в аспирантуру лиц либо начавших научную работу уже в

Выступает профессор Уральского университета К. А. Бархатова



студенческие годы, либо проработавших некоторое время в астрономических учреждениях.

В связи с происходящей в СССР реформой общеобразовательной и профессиональной школы пленум СПАК уделил много внимания вопросу подготовки учителей астрономии и преподавания астрономии в средней школе. Доклады на эту тему сделали И. Г. Колесник (ГАО АН УССР), Э. В. Кононович (МГУ), Б. И. Фесенко (Горьковский пединститут). Совершенствованию преподавания астрономии в школе препятствуют малый объем дисциплины «Астрономия» и отсутствие учебника, содержащего последние достижения науки. Против намечавшегося в начале 1985 года сокращения объема курса астрономии в средних школах выступали в печати крупные ученые, космонавты, деятели народного образования (Земля и Вселенная, 1985, № 4, с. 74.—Ред.). Коллегия Министерства просвещения СССР учла все эти выступления, в результате чего объем курса астрономии остался прежним. В Академии педагогических наук доработана программа курса школьной астрономии, в обсуждении и рецензировании ее нового варианта приняли участие члены СПАК. Пленум решил в перспективе добиваться увеличения числа часов, отводимых в школе на изучение астрономии, с включением в этот курс элементов космонавтики, геофизики и важнейших

результатов исследования космического пространства. Участники пленума также решили просить Министерство просвещения СССР посылать на рецензию видным специалистам-астрономам те разделы школьных курсов (например, природоведения, географии и т. д.), которые имеют связь с астрономией. Пленум заслушал информацию о том, что на ближайшие 5 лет основным учебником в школе останется учебник Б. А. Воронцова-Вельяминова, но в эти годы будут созданы и выпущены новые пробные учебники (Земля и Вселенная, 1985, № 5, с. 108.—Ред.).

На последнем заседании состоялась общая дискуссия и были приняты решения, определяющие работу СПАК на ближайшие два года.

Участники пленума присутствовали на собрании, посвященном 110-летию со дня рождения видного советского астронома члена корреспондента АН СССР Гавриила Андриановича Тихова — одного из основателей Астрофизического института АН КазССР. С воспоминаниями о Г. А. Тихове выступили профессор Д. Я. Мартынов и академик В. В. Соболев. Участники пленума познакомились с работой Астрофизического института АН КазССР и с достопримечательностями Алматы.

НОВЫЕ КНИГИ

«Случайная Вселенная»

Так назвал свою книгу известный английский астрофизик и популяризатор науки профессор Пол Девис. Эту книгу в русском переводе выпустило издательство «Мир» в 1985 году (перевод с английского доктора физико-математических наук В. Е. Чертопрада под редакцией доктора физико-математических наук А. Г. Дорошкевича).

Книга посвящена анализу «простых» вопросов — «Почему Вселенная именно такая, какой мы ее наблюдаем?», «Почему

в ней существуют галактики, звезды и планеты?», «Почему пространство трехмерно?», «Случайно ли появление человека?» и т. п., к решению многих из которых вплотную подошла современная наука. «Такие вопросы, — пишет редактор перевода, — почти всегда затрагивают основы наших знаний, и их решение иногда ведет к коренной перестройке установившихся представлений. Особенно много „простых“ вопросов возникает в последние годы на стыке физики элементарных частиц и космологии».

В книге пять глав («Основные компоненты природы», «Характерные размеры структурных единиц Вселенной»,

«Тонкая подстройка Вселенной», «Космические совпадения», «Антропный принцип»). К каждой главе даны ссылки на основную литературу, причем многие из упомянутых книг в настоящее время переведены на русский язык. Редактор перевода рекомендует читателям дополнительно ряд книг советских авторов и статей, опубликованных в советских научных и научно-популярных журналах (включая статью И. С. Шкловского «Что было, когда „ничего“ не было?» — Земля и Вселенная, 1984, № 4).

Книга П. Девиса доступна широкому кругу читателей.



Телескопостроители обмениваются опытом

Весной 1985 года в Баку собрались на свой очередной IX colloquium телескопостроители. Открыл colloquium академик АН АзССР Г. Ф. Султанов. Вступительное слово произнес председатель отдела любительского телескопостроения при Центральном совете Всесоюзного астрономо-геодезического общества М. М. Шемякин.

Заведующий сектором оптики Главной астрономической обсерватории АН СССР доктор физико-математических наук Н. Н. Михельсон в своем выступлении отметил, что любительские телескопы изготавливаются на высоком уровне, они почти не уступают инструментам для профессиональных наблюдений. Любители все чаще используют микроэлектронику, электронно - вычислительную технику, шаговые двигатели, тензодатчики и другие довольно сложные устройства, которые сравнительно недавно освоены нашей промышленностью. Если раньше самодельные телескопы имели диаметры зеркал не более 250—300 мм, то в настоящее время зеркалом диаметром 450 мм трудно удивить. Н. Н. Михельсон рассказал об оптических системах современных телескопов, о направлениях развития любительского телескопостроения.

Многие участники colloquium подчеркивали, что сейчас отделы телескопостроения уже переросли рамки «чистого» те-

лескопостроения и их следует называть «отделами астроприборостроения».

Представитель Ульяновского отделения ВАГО А. Ю. Мирошниченко рассказал о работах по астрофотографии, проводимых на обсерватории средней школы № 1 имени В. И. Ленина. Эти работы получили признание астрономов-специалистов. Были продемонстрированы отличные фотографии звездных полей и снимки лунной поверхности. В резолюции, принятой на colloquium, предлагается организовать на базе обсерватории координационный центр по любительской астрофотографии.

Участники colloquium говорили о том, что необходимо организовать снабжение любителей стеклянными заготовками для зеркал, особенно диаметром 100—150 мм, потребность в которых юношеских секций очень велика, а также литературой по телескопостроению. Участники colloquium признали, что проявляют недостаточную активность в популяризации своих достижений. Было принято решение присылать больше интересных материалов о деятельности телескопостроителей в журнал «Земля и Вселенная», просить ЦС ВАГО продолжить выпуск сборников «Любительское телескопостроение» (последний из них вышел в 1975 году).

С большим вниманием были

выслушаны доклады Г. Погосбекова (Азербайджанское отделение ВАГО) «Электронный привод 530-миллиметрового телескопа» и Ю. А. Петрунина (Челябинск) «Шаговый привод полярной оси телескопа». Я. Каулиньш (Латвийское отделение ВАГО) рассказал о применении микроЭВМ в программном управлении любительскими телескопами, об использовании металлических фильтров при наблюдении и фотографировании Солнца и солнечных затмений.

Каким должен быть школьный телескоп? Этот вопрос вызвал оживленную дискуссию. Говорилось, что имеющиеся в школах телескопы зачастую или совсем не используются, или используются мало. В известной степени это связано с недостатками, которыми обладают школьные телескопы. Выступавшие отметили большую работу Новосибирского отделения ВАГО и Новосибирского приборостроительного завода имени В. И. Ленина, а также энтузиаста телескопостроения Л. Л. Сикорука по проектированию и производству телескопов для любителей. Необходимо дальнейшее усовершенствование этих телескопов, которое позволит использовать их и для учебных наблюдений в школах и профтехучилищах.

Участники colloquium говорили и о таких проблемах, ко-

Заведующий Крымской метеорной станцией
В. В. МАРТЫНЕНКО
Инспектор Крымской метеорной станции
А. С. ЛЕВИНА



Активность Майских Акварид в 1985 году

С нетерпением ожидали наблюдатели метеоров новой встречи с Майскими Акваридами — одним из метеорных потоков, связанных с кометой Галлея. В течение года любители астрономии активно готовились к ответственному исследованию, помня, что изучение этого потока входит и во всеобщую, и международную программы. Необходимый опыт исследования активности η -Акварид (Земля и Вселенная, 1983, № 4, с. 66.—Ред.) они приобретали в период слежения за другими потоками — Персеидами, Орионидами, Геминидами, Квадрантидами... Наблюдения η -Акварид в СССР координировали Крымская метеорная станция имени Г. О. Зайтшикова и метеорный отдел Центрального совета ВАГО.

Члены Крымского общества любителей астрономии (КОЛА)

и Крымского отделения ВАГО следили за потоком с территории юношеской астрономической обсерватории Крымской областной станции юных техников, Алуштинского дворца пионеров, Карадагской актинометрической обсерватории, Астрономической станции Астросовета АН СССР в Симеизе и других местах. Пять любителей из КОЛА и Крымского отделения ВАГО выехали в район Ашхабада, где в 6 км к западу от него, в поселке Бикрова, изучали поток. Наблюдения велись также в поселке Новотроицком Донецкой области, поселке Дальнегорске Приморского края, г. Алма-Ате. А члены Московского отделения ВАГО решили попытать счастья на горе Санглок в Таджикистане.

К сожалению, аномально плохая погода зимой и весной 1985 года и полнолуние не по-

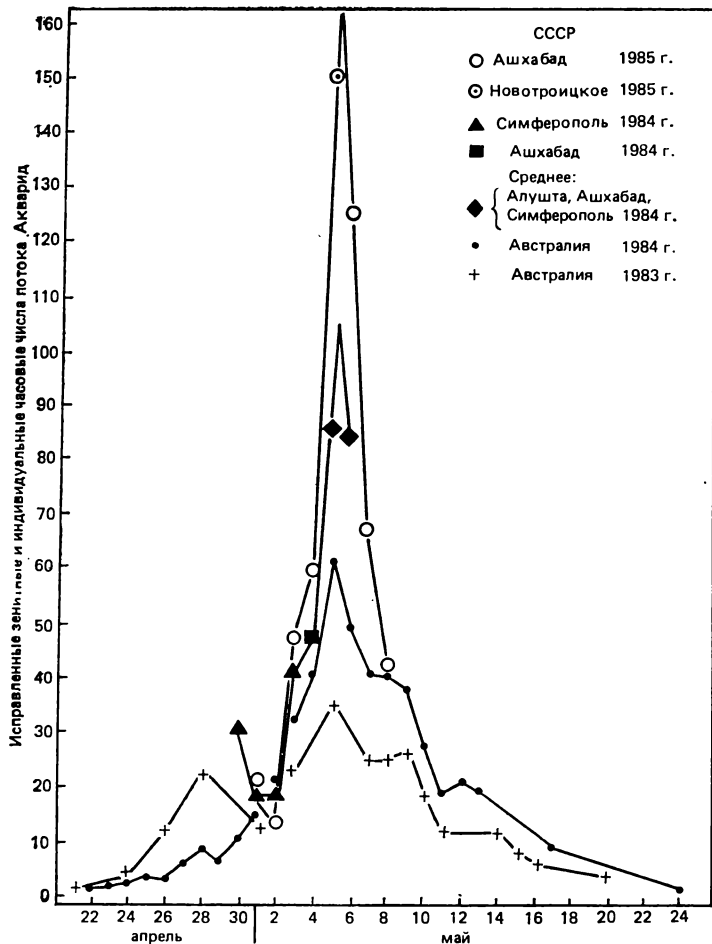
зволили провести полноценные исследования активности η -Акварид во многих пунктах СССР. Больше всего повезло группе крымских наблюдателей в поселке Бикрова, здесь только одна ночь (с 4 на 5 мая) оказалась пасмурной. Несколько ночей наблюдали поток на Карадаге, до 4 мая в городе Симферополе. Всего в Крыму за 36 часов четыре группы зарегистрировали 213 метеоров, из которых 45 относятся к η -Акваридам. Утром 5 мая в Новотроицком за 1 час 10 минут наблюдалось 8 акварид, а 6 акварид замечено наблюдателями на Санглоке. Наиболее богатый «улов» пришелся на группу в районе Ашхабада: здесь за 17 часов наблюдений (с 1 по 8 мая) отмечен 291 метеор, из которых этому потоку принадлежало 95. В основном все замеченные в ночи максимумы

торые до сих пор не решены: необходимость переиздания книг по астрономии и руководств по астроприборостроению и астрофотографии, звездного атласа А. А. Михайлова и ряда других книг.

Коллоквиум прошел интерес-

но. Он продемонстрировал небольшие успехи, достигнутые телескопостроителями. Его участники поблагодарили Академию наук АзССР, Азербайджанское отделение ВАГО, руководителя отдела любительского телескопостроения этого отделения ●

С. И. Сорина и руководство Бакинского городского дворца пионеров имени Ю. А. Гагарина за большую работу по подготовке и проведению коллоквиума.



Изменение активности метеорного потока η-Акварид с 1983 по 1985 годы по наблюдениям советских и австралийских любителей астрономии. Активность потока характеризуется индивидуальными часовыми числами с поправкой на зенитное расстояние радианта и предельную звездную величину звезд, видимых в зените. В связи с полнолунием в период максимума потока и низким положением радианта наивысшие часовые числа в 1985 году несколько неопределенны и 5 мая могли превышать 150. Данные австралийских наблюдений опубликованы в бюллетенях Австралийского планетного общества (№ 35, 1983 г.; № 75, 1984 г.) и в циркуляре Европейской федерации метеорных астрономов «WERKGROEPNIUWS» (№ 1, 1985 г.)

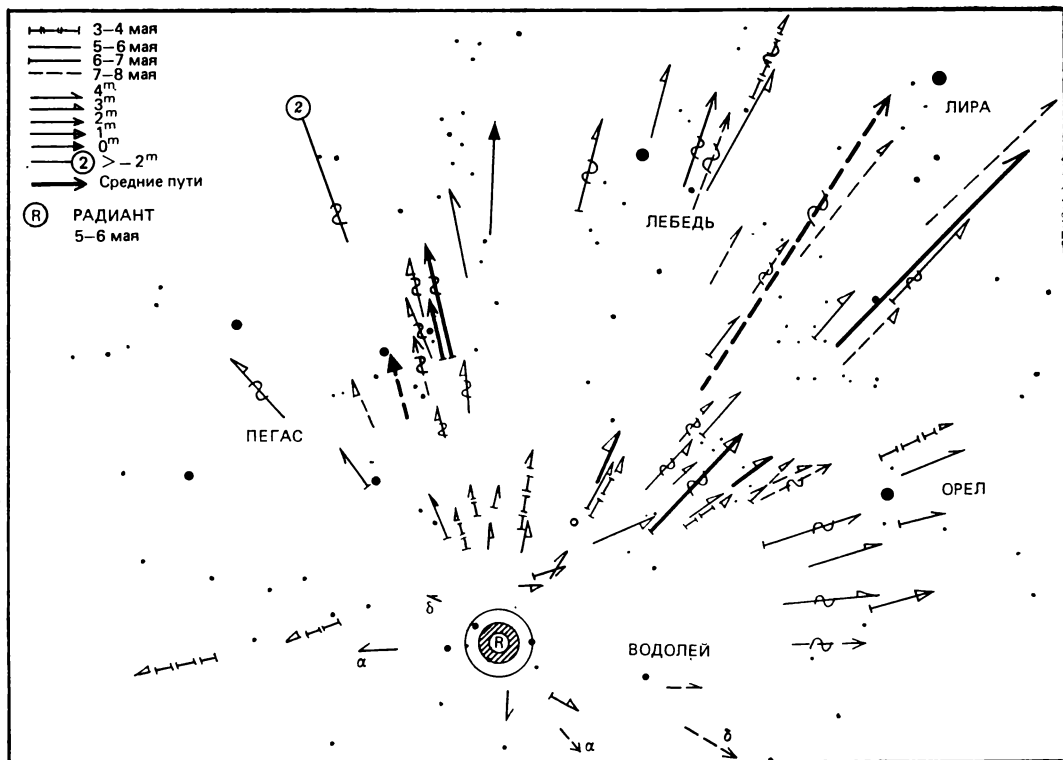
поправки. Например, учитывается область неба, закрытая облаками, деревьями, зданиями. Неточное определение предельной звездной величины на данный момент может привести к существенным искажениям вычисленных зенитных часовых чисел.

Искажаются данные об активности η-Акварид и за счет неправильного отождествления метеоров из близко расположенных радиантов таких потоков, как α-, ω-, γ-Каприкорниды (созвездие Козерога) и Южные Писциды (созвездие Южной Рыбы). Уточненные данные об этих и других потоках нам любезно предоставил руководитель австралийских наблюдателей метеоров Джефф Вуд. По неопытности любители могут принимать за аквариды другие метеоры — скорпиониды, аквилиды или офиухиды (созвездия Скорпиона, Орла, Змееносца). Чтобы этого не произошло,

метеоры — яркие, поэтому их немного. Напомним читателям, что η-Аквариды на широте Крыма (45°) могут наблюдаться примерно за час до рассвета, а на широте Ашхабада (38°) — около двух часов. Из-за низкого положения радианта потока даже на крайнем юге СССР количество его метеоров невелико.

Для получения наиболее точных часовых чисел (то есть числа метеоров в час) в данные наблюдений следует вводить несколько поправок. Известно, что 100-процентная активность

потока может наблюдаться только в случае, если радиант его находится в зените. Поэтому прежде всего надо ввести поправку на зенитное расстояние радианта (Z_R). Если полученное часовое число разделить на значение $\cos Z_R$, найдем зенитное часовое число. Затем данные приводятся к стандартным условиям наблюдений. Такими считаются условия, когда прозрачность воздуха позволяет видеть в зените звезды до 6,5^m. Низкая прозрачность приводит к большой «потере» метеоров. Иногда вводят и другие



Сводная карта путей метеоров потока η-Акварид (4—8 мая 1985 года) по наблюдениям в поселке Бикрова С. Татарцева, М. Бидниченко и М. Петрова. Некоторые метеоры, например а и б, появлялись почти одновременно

крымские наблюдатели в 1985 году кроме обычного счета метеоров наносили на звездные карты и их пути. Таким образом утром 1 мая были обнаружены три ярких каприкорниды -1^m , $-1,5^m$ и -6^m .

В международной практике для характеристики активности потоков применяются, как правило, зенитные часовые числа для одного наблюдателя. Эти значения, естественно, будут наиболее достоверными, если они средние для нескольких наблюдателей.

Каким же был поток η-Акварид в 1985 году? Результаты наблюдений говорят о том, что активность потока возросла. Любители в поселке Бикрова 1 мая с 23 до 00 часов всемирного времени отметили значительную группу, состоящую из 9 акварид. Но в 5 ч 56 мин начался рассвет, и наблюдения пришлось прекратить. Однако на следующее утро из 58 метеоров уже только 3 можно было отнести к акваридам. Зато 4 мая поток снова активизировался: из 29 метеоров 14 принадлежали акваридам. 6 мая (с 21 ч до 0 ч 40 мин всемирного времени) из 64 метеоров 30 уверенно отождествлены как аквариды, причем 26 из них наблюдались в течение всего двух часов (с 22 ч до 00 ч). Таким об-

разом, относительная активность потока получается достаточно высокой при таком низком положении радианта! В эту ночь отмечены и яркие метеоры потока -2^m и -5^m . 7 мая активность потока несколько уменьшилась: из 41 метеора — 21 η-аквариды. Надо сказать, что ночи, когда наблюдался максимум потока (4—6 мая), были лунными, поэтому предельная звездная величина в зените редко превышала 4,5—5,5^m.

После тщательного анализа полученных данных лучшими признаны наблюдения С. В. Татарцева и М. Н. Бидниченко (поселок Бикрова). Значения средних часовых чисел для эти двух наблюдателей с учетом всех поправок были такими:

| Дата | 1 мая | 2 мая | 3 мая | 4 мая | 5 мая | 6 мая | 7 мая | 8 мая |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Среднее зенитное часовое число | 20 | 14,6 | 46 | 60 | >105 | >125 | 67,6 | >36 |

Интересно, что для некоторых наблюдателей из Новотроицкого и Бикрова 5 и 6 мая доходили до 180. Такие высокие значения получены в основном за счет введения по-

правок на предельную звездную величину, которая в эти ночи, например, в Бикрова и в Новотроицком равнялась в зените 4,5^m.

Для группы, состоящей из трех-четырех наблюдателей, зе-

нитные часовые числа без поправок на предельную звездную величину несколько меньше, но более устойчивые. Для метеоров ярче 3^m они, без поправок на прозрачность, равны:

| Дата | 1 мая | 2 мая | 3 мая | 4 мая | 5 мая | 6 мая | 7 мая | 8 мая |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Среднее зенитное часовое число | 27 | 6 | >12 | >38 | >32 | >72 | >57 | >22 |

Вполне вероятно, что максимум потока пришелся на дневное время.

Таким образом, по данным советской визуальной службы метеоров один из потоков, порожденных кометой Галлея, — η -Аквариды — за 10 месяцев до наибольшего приближения кометы к Земле увеличил свою активность по сравнению с обычной в несколько раз. От австралийских наблюдателей в Крымскую метеорную станцию имени Г. О. Затейщикова поступили дополнительные данные о η -аквариде. Интересно сравнить советские и австралийские результаты, ведь в Австралии условия для наблюдений пото-

ка были превосходными, так как высота радианта η -Акварид за час до рассвета достигала 50° (в Ашхабаде лишь 30°). Сравнение показало хорошее совпадение результатов. Австралийские наблюдатели в 1984 году видели много ярких метеоров и болидов потока (например, 17 болидов — 4^m — 7^m).

В начале мая 1986 года любители астрономии смогут вновь изучать такое интересное явление, как метеорный поток η -Акварид. Кто знает, может быть «небесный салют» будет еще более обильным, чем в 1985 году.

В заключение необходимо

напомнить: готовиться к наблюдениям надо тщательно и упорно, отрабатывать технику наблюдений на главных метеорных потоках года, особенно при низких положениях радианта, а также учиться быстро и точно регистрировать данные о каждом метеоре. По вопросам организации наблюдений η -Акварид любители могут обращаться или в метеорный отдел Центрального совета ВАГО (103001, Москва, ул. Садовая-Кудринская, 24) или в Крымскую метеорную станцию ВАГО (333000, Симферополь, а/я 52, юношеская обсерватория, КМСЗ).

ПОПРАВКА

В статье В. М. Липунова «Странности Геркулеса X-1» в № 6 журнала за 1985 г. кривая в виде синих точек и кружков на с. 23 оказалась перевернутой.

Сверхзвезда или ядро звездного скопления!



Объект R 136 в Большом Магеллановом Облаке (БМО) все сильнее привлекает к себе внимание ученых. До сих пор не ясно, что собой представляет этот объект: компактное скопление OB-звезд или это одна сверхзвезда (с массой $\sim 2000 M_{\odot}$!).

Обозначение объекта связано с его номером по каталогу Радклиффской обсерватории (Южная Африка). R 136 — центральный оптический объект молодого звездного скопления NGC 2070, которое находится в центре гигантской эмиссионной туманности «Тарантул» в БМО. При хорошем качестве изображения объект R 136 разрешается на несколько компонент: a, b, c, отстоящих друг от друга на 2—3". Самую яркую и голубую из них — R 136a — ученые считали сверхмассивной звездой. Но фотографирование объекта с короткими экспозициями через интерференционные фильтры при чрезвычайно спокойном состоянии атмосферы позволили недавно разделить источник R 136a на несколько компонент (их 5 или 6). Позже выяснилось, что еще в середине 20-х годов Ван ден Бос визуально разделил объект R 136a на 4 компоненты. Две ярчайшие компоненты — R 136a1 и R 136a2 — находятся на расстоянии 0,5" друг от друга и имеют видимые звездные величины 11,08^m и 12,28^m соответственно. С учетом того, что поглощение света межзвездной пылью ослабляет яркость этих объектов в 4—6 раз, их абсолютные звездные величины составляют $M_v = -8,3^m$ и $-7,7^m$. Это соответственно в 180 тыс. и 100 тыс. раз превышает оптическую светимость нашего Солнца.

Наиболее горячие и яркие из известных звезд имеют оптическую светимость 40 тыс. L_{\odot} и массу $\sim 100 M_{\odot}$. Такие звезды относятся к спектраль-

ному типу O3. У звезд этого и близких к нему типов светимость практически пропорциональна их массе. Следовательно, поскольку оптическая светимость R 136a1 почти в 5 раз больше, чем у O3-звезд, то и формально найденная масса объекта никак не меньше, чем $500 M_{\odot}$. В действительности эта цифра должна быть еще больше, так как сравнение источников в ультрафиолетовой области спектра дает дополнительные «преимущества» загадочному R 136a1 — он горячее, чем O3-звезды, и потому излучает большую долю энергии в жестком диапазоне спектра. Основной вопрос в том, одиночный это объект (сверхзвезда) или плотное ядро звездного скопления?

Болометрическая, то есть полная, абсолютная величина R 136a1 оценивается в $M_{bol} = -15^m$, что соответствует светимости $7 \cdot 10^7 L_{\odot}$. Чтобы объект с такой светимостью не разрушился под давлением собственного излучения, его масса должна быть не менее $2000 M_{\odot}$.

Мнения исследователей разделились. Одни считают, что всю совокупность наблюдаемых фактов можно объяснить «не умножая сущностей», то есть не предполагая существования неизвестных до сих пор сверхмассивных звезд (тем более, что теория запрещает существование таких звезд). При этом приводилось в пример молодое рассеянное скопление Галактики NGC 3603. Если бы оно находилось не рядом с нами, а в Большом Магеллановом Облаке, его центральная часть, содержащая несколько O-звезд, выглядела бы на фотографиях единым объектом, во многом напоминающим R 136a1. К тому же последний не показывает признаков переменности, что характерно для звездных систем, но не для сверхмассивных звезд.

Другие ученые напоминают, что методом спекл-интерферометрии (Земля и Вселенная, 1980, № 2, с. 32.— *Ред.*) удалось надежно ограничить размер ярчайшей конденсации в R 136a величиной 0,08" (то есть 0,02 пк). Чуть менее надежные данные указывают: размер её даже меньше, чем 0,02" (0,005 пк). В этом случае звездная плотность объекта превышает $10^{10} M_{\odot}/\text{пк}^3$, что выглядит совершенно невероятным для ядра звездного скопления. Мощность звездного ветра ($4 \cdot 10^{39}$ эрг/с) и скорость расширения газовой оболочки вокруг R 136 (25 км/с) указывают: центральный объект очень молод — его возраст не может значительно превышать 1 млн. лет. Маловероятным кажется предположение о синхронном рождении в чрезвычайно малом объеме пространства тридцати звезд спектрального класса O3, которые в сумме могли бы обеспечить наблюдаемые характеристики объекта R 136a1 (заметим, что в нашей Галактике к началу 1983 года было известно всего лишь 10 звезд типа O3). Впрочем, даже эти экстремально горячие звезды, по-видимому, не могут иметь температуру выше 50 тыс. К, в то время как ультрафиолетовые спектры R 136a указывают на температуру источника от 60 до 90 тыс. К. Ученые считают это убедительным доказательством в пользу единой сверхзвезды с массой $\sim 2000 M_{\odot}$.

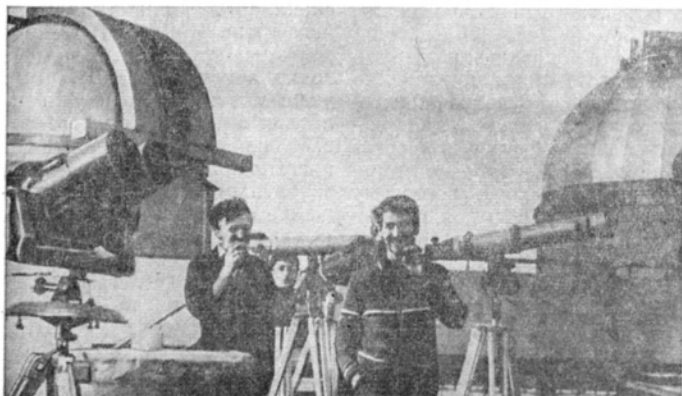
Наибольшая уступка, на которую они согласны, — это считать объект R 136a1 тесной группой, состоящей из 3—5 звезд с массами 400—700 M_{\odot} у каждой.

И наконец, третья группа ученых не смогла на основе имеющихся данных прийти к какому-либо однозначному выводу. Они предлагают сосредоточить усилия на дальнейших наблюдениях загадочного объекта R 136a1 и прежде всего на его ультрафиолетовой спектроскопии со сверхвысоким пространственным разрешением (до 0,1").



Полное лунное затмение в ночь с 4 на 5 мая 1985 года

Наблюдения в Горьком



Члены юношеской секции Горьковского отделения ВАГО готовят инструменты к наблюдениям

Как известно, в ночь с 4 на 5 мая 1985 года происходило полное лунное затмение, которое было видно на всей территории нашей страны. В обсерватории Горьковского педагогического института за этим затмением следили студенты физического факультета и члены астрономической и юношеской секций Горьковского отделения ВАГО. По программе наблюдений, утвержденной кафедрой астрономии, они определяли

моменты контакта земной тени с краем диска Луны и лунными объектами, оценивали цвет Луны в период полной фазы, проводили электрофотометрические и фотографические исследования, наблюдали покрытие звезд при полной фазе, зарисовывали фазы затмения.

С погодой на этот раз повезло. Только в момент, когда Луна выходила из тени Земли, по небу проплыли редкие облачка, но наблюдениям они почти не помешали. Поэтому вся намеченная программа была выполнена.

Станислав Любин из юношеской секции вместе с перво-

курсницей физфака Еленой Шевцовой определили десятки моментов покрытия земной тенью лунных объектов. Много потрудились, проводя электрофотометрические измерения, Дмитрий Ефимов и Ольга Будаева. Инженер из г. Дзержинска член ВАГО А. А. Ксенофонов фотографировал лунные фазы при затмении. Много зарисовок сделали студенты III-го курса.

По оценке наблюдателей затмение в наибольшей фазе — очень темное, близкое к 1 баллу (по шкале А. Данжона). На темно-сером диске Луны в начале полной фазы было замечено просветление правого края, постепенно исчезающее к моменту наибольшей фазы. Затем началось просветление левого края. В этих просветлениях были видны детали лунной поверхности. В течение всей полной фазы центральная часть лунного диска оставалась очень темной. Тогда же наблюдатели обратили внимание на темно-бурое пятно диаметром 15—20', которое перемещалось от левого края к правому. Большая часть его прошла ниже центра Луны.

Директор обсерватории
Горьковского пединститута
А. П. ПОРОШИН



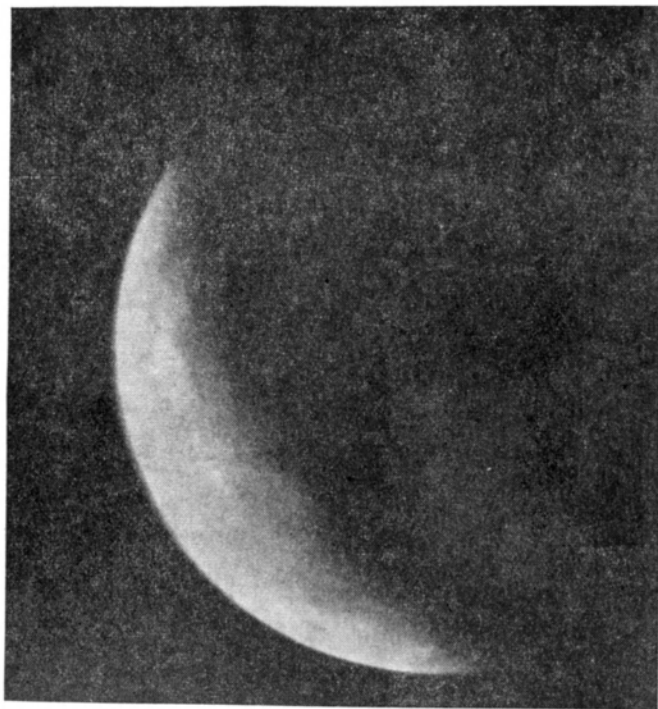
Наблюдения в Запорожье

Небо в Запорожье в эту ночь было достаточно ясным. Члены юношеской секции Запорожского отделения ВАГО П. Будилка, А. Паргамонов и А. Сококин фотографировали ход затмения на цветную и черно-белую фотопленку с помощью телеобъектива МТО-11 и телескопов РТ-80, РТМ-60. Ю. Шитиков и А. Кокин, используя телескоп «Алькор», наблюдали покрытия земной тенью 19 лунных кратеров.

С. Иващенко, М. Ксензов, С. Кривошипский, работая со школьными телескопами и телескопом «Алькор», фиксировали нестационарные явления на Луне. Эти наблюдения проводились по программе, составленной почетным членом ВАГО В. М. Черновым, и охватывали 29 лунных кратеров, в которых ранее замечались свечения, вспышки и другие аномалии. Еще до начала затмения была зафиксирована необычная яркость кратера Аристарх. При входе в тень его яркость еще больше увеличилась, и стало заметно свечение соседнего кратера Геродот. В тени оба кратера интенсивно светились на протяжении всего затмения. При выходе из земной тени

Фазы лунного затмения
4/5 мая 1985 года.

Снимки сделаны А. А. Ксенофонтовым и А. П. Порошиным с помощью камеры телескопа «Менискас» (интервал между снимками 10 мин, фотопластинки ORWO ZU 1)



Снимок получен П. Будилкой (фотоаппарат «Зенит-11», пленка «Фото-250», экспозиция — 0,5 с.)

центр — более темный, соответствующий двум баллам по шкале Данжона.

Руководитель
юношеской секции
Запорожского отделения ВАГО
В. Н. ГЛАДКИЙ

кратер Аристарх сохранил свою аномальную яркость, а свечение кратера Геродот прекратилось. Наблюдатели отметили также и повышенную яркость кратера Альфонс. В 22^ч52^м наблюдалась вспышка яркости кратера Коперник, а в ходе затмения — кратковременные вспышки в районе Моря Кризисов и в районе кратеров Эндимион и Атлас.

Цвет Луны во время полного затмения был рыжеватый, ее

Редакция журнала обращается ко всем любителям астрономии, наблюдавшим это лунное затмение, с просьбой сообщить, видели ли они какие-либо нестационарные явления, аналогичные тем, о которых сообщают запорожские наблюдатели.

Снимки лунного затмения прислали В. А. Головлев (г. Курмертау, Башкирская АССР), С. Н. Онищук (г. Макеевка, Донецкая обл.), ученики средней школы № 1 имени Н. Ф. Зюнова (г. Халтурин, Кировская обл.) и другие.



И. И. НЕЯЧЕНКО

Близнецы

С давних времен две яркие зимние звезды привлекали внимание людей. Месопотамские пастухи, видевшие в них двух ягнят, назвали их Эталарк и Латарак. Древние шумеры полагали, что именно здесь солнечный бог Нинурта открывает утренние ворота неба.

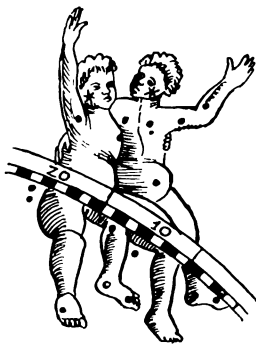
Египтянам эти звезды представлялись двумя побегам растений. Потом их стали называть в честь солнечного владыки Гора, сына верховных божеств Озириса и Изиды,— Гор старший и Гор младший. Они как бы олицетворяли две «фазы» Солнца — восходящего и заходящего.

Позднее греки увидели в этих звездах близнецов. Древняя мифология полна рассказов о близнецах. Это Геракл и Ификл, рожденные тиринфской царицей Алкменой; Прет и Акрисий, дети аргосской царицы Аглаи; Идас и Линкей, сыновья мессенского царя Афарея. Но только имена Кастора и Поллукса (Полидевка), спартанских героев, рожденных прекрасной Ледой, утвердились в названии звезд созвездия Близнецов.

Чем же прославились эти братья? Легенда гласит: жена царя Тиндарея Леда была настолько прекрасна, что сам бог богов Зевс пленился ее красотой. Он явился к ней в образе лебеда, когда она купалась в реке. Родившихся впоследствии Кастора и Поллукса называли Диоскурами, то есть детьми Зевса. Правда, один из вариантов легенды признает сы-



Созвездие Близнецов из книги Альбумазара «Наука о звездах» (1915 г.)



Созвездие Близнецов из книги Птолемея «Альмагест» (1551 г.)

ном Зевса, а значит и бессмертным, только Поллукса. Кастор же считается сыном земного Тиндарея, а следовательно он смертен. Оба брата были одинаково известны своими подвигами, оба участвовали в походах аргонатов. Кастор славился укрощением коней, Поллукс считался лучшим кулачным бойцом Греции. Самая крепкая дружба связывала их, и они всегда были неразлучны.

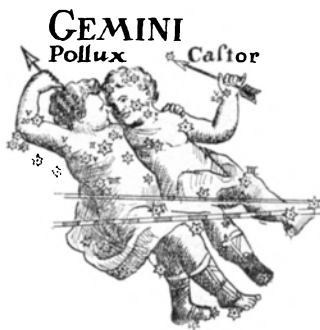
Однажды Диоскуры вместе со своими двоюродными братьями Линкеем и Идасом угнали из Аркадии стадо быков, но при

разделе добычи Идас и Линкей обманули Кастора и Поллукса. Разгневанные Диоскуры решили проучить обманщиков. Они не только вернули себе стадо, но и похитили у братьев их невест. Узнав об этом, Линкей и Идас вступили в бой с Кастором и Поллуксом. Надо сказать, Линкей имел такое острое зрение, что видел сквозь землю, а Идас обладал невероятной силой. И в первой же схватке могучий Идас пронзил копьем грудь Кастора. Разъяренный Поллукс бросился на врагов и убил Линкея, а Идаса помог одолеть Зевс.

Вернулся Поллукс к умирающему Кастору. Но помочь ему уже не мог. Смерть разлучила его с любимым братом. В отчаянии бросился Поллукс к своему отцу Зевсу, умоляя дать ему возможность умереть вместе с братом. Зевса тронула такая преданность, и он позволил Поллуксу разделить бессмертие с Кастором. С тех пор Диоскуры проводили один день в подземном царстве, а другой на Олимпе среди богов. В награду за братскую любовь Зевс вознес их на небо — так появилось созвездие Близнецов.

Диоскуры символизировали смену жизни и смерти, света и тьмы и очень почитались в Древней Греции и Риме. Их считали хранителями государства, богами-покровителями гостеприимства. Мореплаватели верили, что Близнецы укрощают бури, защищают от козней Гида и Ориона — виновников опасных штормов и ненастья.

Кроме Кастора (α Близнецов) и Поллукса (β Близнецов) в созвездии есть и другие звезды, имеющие собственные названия. Как правило, имена им давали арабы, пользуясь обычными для скотоводов понятиями. Альхена — γ Близнецов — означает «клеймо на шее верблюда». Другое ее название Альнухатал — «горб верблюда». Так же иногда называли и звезду μ , но чаще μ — Тежат («голова»). Звезда δ — Васат, что значит «середина» (созвездия). Звезда η или Тропус («поворот») указывала некогда на точку летнего солнцестояния. На месте Близнецов арабы в давние времена видели и огромного льва. Поэтому ζ — Мекбуда и ϵ —



Так изображено созвездие Близнецов в книге Корбиньянуса «Доказательство доназательства» (1731 г.)

Мебуста означают «лапа льва». Но это созвездие представлялось арабам не только львом

или верблюдом. Порой они «помещали» на этот участок неба двух павлинов с яркими хвостами. Древним римлянам Близнецы казались двумя всадниками в овальных шлемах со звездами наверху.

Другие народы также отмечали эту «двойственность»: на небе видели то две половинки грецкого ореха, то два божества, то двух человек — местных героев... Но были и оригинальные названия, особенно латинские: *Cuspo generati* — Рожденные лебедем, *Ledaem Sidus* — Звезды Леды, *Tyndarides* — Тиндарей, *Spartana Suboles* — Спартанский потомок.

Всесоюзная научная школа в Абастумани



По инициативе Совета молодых ученых Абастуманской астрофизической обсерватории АН ГрССР в октябре 1984 года была проведена научная школа, посвященная памяти известного астрофизика, исследователя Солнца, профессора Геннадия Михайловича Никольского (1929—1982). В Абастумани собралось около 30 участников — представителей различных обсерваторий и институтов нашей страны.

На открытии школы выступил директор Абастуманской астрофизической обсерватории академик Е. К. Харадзе. Он рассказал о научной деятельности Г. М. Никольского, о том, каким прекрасным теоретиком и тонким экспериментатором был Геннадий Михайлович, внесший за свою короткую жизнь крупный вклад в развитие физики Солнца. Е. К. Харадзе особо подчеркнул умение Г. М. Никольского вовлекать молодежь в науку, его большую роль в подготовке кадров. И молодые ученые не забыли

своего учителя, организовав школу, посвященную его памяти.

С теплыми воспоминаниями о Геннадии Михайловиче выступили доктор физико-математических наук Р. И. Киладзе и кандидаты физико-математических наук Р. А. Гуляев, А. А. Сазанов, З. В. Карягина.

Научные доклады, представленные молодыми учеными, посвящались главным образом результатам экспериментальных исследований и теоретических выводов Г. М. Никольского, оставившим заметный след в науке о Солнце.

Прекрасный наблюдатель и экспериментатор Г. М. Никольский вместе с доктором физико-математических наук Г. С. Ивановым-Холодным выполнил цикл теоретических исследований коротковолнового излучения Солнца и строения переходной зоны между хромосферой и короной. Его пионерские работы способствовали развитию современных представле-

ний о ряде физических процессов в атмосфере Солнца. Он занимался исследованиями межзвездной среды, планет, свечения ночного неба.

В начале шестидесятых годов Г. М. Никольский разработал схему и конструкцию крупнейшего в мире коронографа типа Лию с диаметром 530 мм. Тогда же он выдвинул идею создания принципиально нового магнитографа для измерения слабых магнитных полей в хромосфере и короне. Уже первые варианты магнитографа, изготовленные под его руководством, показали высокую эффективность и большую перспективность нового метода.

Г. М. Никольский был одним из наиболее опытных наблюдателей полных солнечных затмений. Вместе со своими учениками он исследовал тонкую структуру солнечной хромосферы, а также протуберанцы, корональные линии.

Геннадий Михайлович оставил много учеников, которые сейчас успешно работают в разных обсерваториях и научных институтах страны.

Кандидат физико-математических наук
В. И. КУЛИДЖАНИШВИЛИ



Кандидат физико-математических наук
Ю. А. БЕЛЫЙ

Преобразование астрономических координат

В астрономии существует несколько систем координат, используя которые можно с большой точностью навести телескоп в нужную точку небесной сферы. Чаще других применяются горизонтальная и экваториальная системы. О том, как, зная координаты светила в горизонтальной системе, перейти к экваториальной (и наоборот), рассказывается в этой статье.

В горизонтальной системе координат основными кругами служат математический или истинный горизонт (наблюдателя) и круг небесного меридиана. Одной из координат небесного объекта служит его высота h — дуга вертикального круга (вертикала) от горизонта до объекта, отсчитываемая со знаком плюс в видимом полушарии небесной сферы и со знаком минус — в невидимом. Однако чаще вместо высоты используется зенитное расстояние $z=90^\circ - h$. Второй координатой в этой системе является азимут A , измеряемый дугой горизонта от точки юга до пересечения с кругом высоты светила. Азимут отсчитывается от точки юга к западу от 0° до 360° или в обе стороны от точки юга: в западном направлении — от 0° до $+180^\circ$, в восточном — от 0° до -180° .

Обе горизонтальные координаты светила из-за суточного вращения небесной сферы непрерывно изменяются, но в каждый момент времени принимают строго определенные значения, что удобно для поиска небесных объектов и наведения на них телескопов, но непригодно при составлении звездных карт, каталогов небесных светил и так далее. Для этих целей более удобны экваториальные системы координат, не зависящие от вращения Земли вокруг оси. Исходная плоскость в них —

небесный экватор. Одной из координат в этих системах служит склонение светила δ — дуга круга склонения от экватора до светила, положительная к северу и отрицательная к югу (иногда используют полярное расстояние $p=90^\circ - \delta$).

Вторая координата вводится двумя разными способами. По одному из них — это часовая угол t , то есть угол при полюсе (или соответствующая дуга экватора) между меридианом и кругом склонения светила. Он отсчитывается от меридиана к западу от 0^h до 24^h . При $t=0^h$ светило, пересекая меридиан, находится в верхней кульминации, при $t=12^h$ — в нижней.

Иногда в качестве второй координаты берется прямое восхождение α — дуга, отсчитываемая в часовой мере по небесному экватору от точки весеннего равноденствия Υ в направлении с запада на восток, против суточного вращения небесной сферы. В отличие от часовых углов величина прямого восхождения каждого светила не изменяется при вращении Земли и не зависит от места наблюдения.

В астрономии нередко возникает необходимость рассматривать взаимное расположение и перемещение небесных объектов, заданных в разных координатных системах, что связано с преобразованием систем координат. При этом приходится решать соответствующие сферические треугольники по формулам сферической тригонометрии¹. Во многом облегчает и ускоряет весьма громоздкие вычисления использование микрокалькуляторов инженерного и программируемого типов. При тригонометрических вычислениях на калькуляторах, если углы даны в градусах, мину-

¹ Основные соотношения сферической тригонометрии приведены, например, в Астрономическом календаре, Постоянная часть (М.: Наука, 1981).

тах, секундах, то угловые минуты и секунды следует перевести в десятичные доли градуса:

$$\alpha^{\circ}\beta'\gamma'' = \left(\frac{\gamma}{60} + \beta\right) : 60 + \alpha.$$

Если же углы заданы в часовой мере, их нужно перевести в градусную:

$$a^{\text{h}}b^{\text{m}}c^{\text{s}} = \left[\left(\frac{c}{60} + b\right) : 60 + a\right] \cdot 15.$$

В модели микрокалькулятора «Электроника» БЗ-38 предусмотрен полуавтоматический перевод минут и секунд в десятичные доли градуса. Он осуществляется следующим образом:

$$/\alpha^{\circ}/|F_1|[^{\circ}'"]/|\beta'|/|F_1|[^{\circ}'"]/\gamma''/|F_1|[^{\circ}'"] \rightarrow$$

→ [результат перевода]².

В конкретных вычислениях часто приходится выполнять умножение двух и даже трех тригонометрических функций подряд, например $\cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos t$. Для этого удобнее применять те модели калькуляторов, которые допускают последовательное выполнение арифметических операций непосредственно над тригонометрическими функциями (например, «Электроника» БЗ-32, БЗ-36, БЗ-38). На этих калькуляторах $\cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos t$ вычисляется так:

$$/\delta/|F|[cos]| \times |\varphi/|F|[cos]| \times |t/|F|[cos]| = | \rightarrow$$

Если микрокалькулятор не допускает таких действий, например все модификации БЗ-18, БЗ-37, приходится использовать дополнительные регистры памяти или записывать результаты промежуточных вычислений на бумаге.

ПЕРЕХОД ОТ ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ КООРДИНАТ К ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ

Пусть в первой экваториальной системе координат заданы часовой угол t , склонение δ и широта места наблюдения φ . Тогда высота светила h и азимут A' (о переходе от A' к истинному азимуту A см. ниже) могут быть

² Напомним, что для обозначения действий надписи на клавишах мы будем заключать в вертикальные скобки; над клавишами — в квадратные скобки; вводимые многозначные числа отмечать наклонными скобками; результат, который высвечивается на индикаторе — подчеркивать (прим. ред.).

выражены через t , δ и φ так:

$$h = \arcsin (\sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos t), \quad (1)$$

$$A' = \operatorname{arctg} \left(\frac{\sin t}{\cos t \cdot \sin \varphi - \operatorname{tg} \delta \cdot \cos \varphi} \right). \quad (2)$$

Последовательность вычислений h и A на микрокалькуляторе «Электроника» БЗ-36 может быть представлена так (предполагается, что все исходные данные предварительно выражены в градусной мере):

$$\begin{aligned} / \delta / |F|[sin]| \times | \varphi / |F|[sin]| &= | |F|[3\Pi] / \delta / \\ & |F|[cos]| \times | \varphi / \\ |F|[cos]| \times | t / |F|[cos]| + | |F|[ИП]| &= \\ &= | |ARC|[sin] \rightarrow \underline{h}. \end{aligned}$$

Поскольку в этом калькуляторе допускаются действия с содержимым регистра памяти ($|F|[П_+]$, $|F|[П_-]$, $|F|[П_x]$, $|F|[П_+]$), вместо $\dots | + | |F|[ИП]| = | \dots$ можно было бы тот же результат получить несколько по-другому: $\dots |F|[П_+]|F|[ИП]| \dots$

Вычисление азимута выполняется так:

$$\begin{aligned} / t / |F|[cos]| \times | \varphi / |F|[sin]| &= | |F|[3\Pi] / \delta / |F|[tg]| \times | \varphi / |F|[cos]| = | |F|[\\ | \Pi_-] / t / |F|[sin]| |F|[\Pi_+] |F|[ИП]| & |F|[\\ \left[\frac{1}{x} \right] |ARC|[tg] \rightarrow \underline{A'}. \end{aligned}$$

Поскольку при вычислении арктангенса на микрокалькуляторе возникает неопределенность, квадрант для A следует уточнить. Надо иметь в виду, что если $\sin t < 0$, то истинный азимут $A = A'$; если же $\sin t > 0$, то $A = 360^\circ - A'$. Если $A' < 0$, его следует превратить в положительный, прибавив 360° .

На моделях, которые не допускают выполнения «цепочечных» операций вида $/\delta/|F|[sin]| \times |\varphi/|F|[sin]| \dots$ над тригонометрическими функциями, одного регистра памяти для запоминания промежуточных результатов недостаточно и часть их приходится записывать на бумаге, а затем в нужный момент вводить в калькулятор заново. Последовательность вычислений h в этом случае такая:

$$\begin{aligned} / \delta / |F|[cos]| |F|[3\Pi] / \varphi / |F|[cos]| \times | |F|[ИП]| &= \\ = | |3\Pi] / t / |F|[cos]| \times | & \\ |F|[ИП]| = | |F|[3\Pi] / \varphi / |F|[sin]| \rightarrow \end{aligned}$$

$\rightarrow (\sin \varphi)$ (записать!) $/\delta / |F| [\sin] | \times |$
 $/\sin \varphi / = | | + | | F | [ИП] | = | | F | [\arcsin] \rightarrow h$.

Без промежуточных записей можно обойтись и при использовании модели СЗ-15 с двумя дополнительными регистрами памяти, к тому же эта модель позволяет оперировать с десятиразрядными (а не с восьмиразрядными, как в других калькуляторах) числами. Однако угловые величины для СЗ-15 должны выражаться в радианной мере, что для астрономических вычислений неудобно.

Преобразование координат лучше выполнять на калькуляторах с инверсным вводом и стековой памятью (БЗ-19 и все модели программируемых калькуляторов, выпускаемые в нашей стране).

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД ОТ ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ КООРДИНАТ К ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ

Составим программу для программируемого калькулятора «Электроника» МК-54, обозначения клавиш в котором несколько отличаются от обозначений модели БЗ-34 (но система программирования та же). Так, вместо [ИП] имеем здесь $|\Pi \rightarrow x|$, вместо $|\Pi|$ — $|x \rightarrow$

$\rightarrow \Pi|$; [arcsin], [arccos], [arctg] заменены на $[\sin^{-1}]$, $[\cos^{-1}]$, $[\text{tg}^{-1}]$, изменено расположение клавиш $|+|$, $|-|$, $|\times|$, $|\div|$.

Отведем для хранения значений φ , δ и t регистры памяти № 1, 2 и 3 и используем опыт вычисления углового расстояния между двумя небесными объектами (Земля и Вселенная, 1984, № 2, с. 104). Программу (после $|B/O| |F| [ПРГ]$) смотрите по таблице.

После перехода в режим автоматической работы ($|F| |ABT|$), вводим в соответствующие регистры памяти значения φ , δ , t в градусах и их десятичных долях, и через 30—35 секунд после запуска программы в счет ($|B/O| |C/П|$) на индикаторе высвечивается A' , а из регистра памяти № 5 ($|\Pi \rightarrow x| |5|$) на индикатор может быть вызвано значение h . Если A' отрицательно, его можно преобразовать в положительное прибавлением 360° . О получении истинного азимута A по A' уже говорилось.

Проверим программу на следующем примере. Вычислим h и A звезды Регул (α Льва) в Москве, когда часовой угол звезды $t = 19^h 19^m 6^s = 289,775^\circ$, склонение $\delta_{1985} = 12^\circ 02' 27'' = 12,041^\circ$, широта Москвы $\varphi = 55^\circ 46' = 55,767^\circ$. После ввода этих значений в память, получаем: $A = A' + 360^\circ = -80,367164^\circ +$

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|
| 00 | $ \Pi \rightarrow x 1 $ | $ F [\sin]$ | $ \Pi \rightarrow x 2 $ | $ F [\sin]$ | $ \times $ |
| 10 | $ F [\cos]$ | $ \times $ | $ \times $ | $ \div $ | $ F [\sin^{-1}]$ |
| 20 | $ \times $ | $ \Pi \rightarrow x 2 $ | $ F [\text{tg}]$ | $ \Pi \rightarrow x 1 $ | $ F [\cos]$ |
| 30 | $ F \left[\frac{1}{x} \right]$ | $ F [\text{tg}^{-1}]$ | $ C/П $ | | |

| | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 00 | $ \Pi \rightarrow x 1 $ | $ F [\cos]$ | $ \Pi \rightarrow x 2 $ | $ F [\cos]$ | $ \Pi \rightarrow x 3 $ |
| 10 | $ x \rightarrow \Pi 5 $ | $ \Pi \rightarrow x 1 $ | $ F [\sin]$ | $ \Pi \rightarrow x 3 $ | $ F [\cos]$ |
| 20 | $ \times $ | $ - $ | $ \Pi \rightarrow x 3 $ | $ F [\sin]$ | $ \div $ |

$$+360^\circ = 279,63^\circ = 279^\circ 37' 58''; \quad |\Pi \rightarrow x| \cdot |5| \rightarrow h = 21,015^\circ = 21^\circ 09'.$$

Решим еще одну задачу: найдем зенитное расстояние z и азимут A Арктур (α Волопаса) для Саратова ($\varphi = 51^\circ 32' = 51,533^\circ$) в момент $s = 13^h 34^m 54^s$ звездного времени, если прямое восхождение этой звезды $\alpha_{1985} = 14^h 14^m 59^s$, склонение $\delta_{1985} = 19^\circ 15' 36'' = 19,26^\circ$.

При решении этой задачи по программе следует учесть, что $z = 90^\circ - h$, часовой угол t равен разности между звездным временем на данном меридиане и прямым восхождением светила, то есть $t = s - \alpha$. В нашем случае $t = 13^h 34^m 54^s - 14^h 14^m 59^s = 13,582^h - 14,250^h = -0,668^h = -10,02'$. После ввода исходных данных в результате вычислений по программе получаем $A' = A = -17,46^\circ + 360^\circ = 342,55^\circ = 342^\circ 33'$; $h = 56,778^\circ = 56^\circ 47'$; $z = 90^\circ - h = 33^\circ 13'$.

Попробуйте решить эти же задачи на инженерном калькуляторе, используя приведенные выше алгоритмы.

ПЕРЕХОД ОТ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ КООРДИНАТ К ЭКВАТОРИАЛЬНЫМ

Его можно выполнить по формулам:

$$\delta = \arcsin(\sin h \cdot \sin \varphi - \cos h \cdot \cos \varphi \cdot \cos A) \quad (3),$$

$$t' = \arctg\left(\frac{\sin A}{\cos A \cdot \sin \varphi + \tg h \cdot \cos \varphi}\right). \quad (4)$$

Эти формулы легко получить из формул для нахождения h и A . Только здесь вместо δ берется h , вместо t — A . В выражении для δ сумма заменяется разностью, а в формуле для t' разность — суммой.

Ход вычислений на инженерном калькуляторе (с учетом изменения знаков) остается таким же, поэтому остается пригодной и старая программа. Чтобы изменить отдельные команды программы, нужно перейти к адресу изменяемой программы нажатием клавиши [БП] («безусловный переход») и набрать соответствующий адрес. В нашем случае для изменения программы следует выполнить действия:

а) для изменения знака по адресу 13: |F|[ABT]|БП||13||F|[ПРГ]|—|

б) то же по адресу 26: |F|[ABT]|БП||26||F|[ПРГ]|+|.

Проверьте теперь работу измененной таким образом программы на следующем примере: пусть $\varphi = 49^\circ 55' = 49,9167$ ($|x \rightarrow \Pi|1|$), $h = 67^\circ 55' 27'' = 67,9242^\circ$ ($|x \rightarrow \Pi|2|$); $A = 222^\circ 32' 14'' = 222,5372^\circ$ ($|x \rightarrow \Pi|3|$). Получаем $t = -33,4364^\circ = -2^h 13^m 45^s$; $\delta = 62,5398^\circ = 62^\circ 32' 23''$.

Акустическое изображение морского дна

Звуковой сигнал, посланный на морское дно и рассеянный донным грунтом, несет информацию о свойствах донного грунта. Этот способ может оказаться весьма перспективным для обнаружения железомарганцевых конкреций или других руд на океанском дне, поскольку, как показали опытные исследования, уровень обратного рассеяния звука на участках дна, где есть железомарганцевые конкреции, заметно выше, чем там, где их нет.

Акустические эксперименты по изучению дна стали специальной задачей 6-го рейса научно-исследовательского судна «Академик Мстислав Келдыш» в Атлантический и Тихий океанах (май — сентябрь 1983 г.).



Излучателем звуковых сигналов служил судовой узколучевой эхолот с шириной диаграммы направленности около 7° , а приемная антенна представляла собой прямоугольную решетку, в узлах которой располагались 64 акустических преобразователя. Эта многоэлементная антенна в ходе экспериментов погружалась на глубину от 50 до 300 м, так что влияние помех океанской поверхности полностью исключалось.

В районе, где шли экспедиционные работы, применялось и прямое фотографирование дна глубоководной фотоуста-

новкой. На снимках видны разбросанные по илистому слою железомарганцевые конкреции различной формы, причем в восточной части района их меньше, они сильно разрушены и обогащены глиной. При одновременном анализе снимков и акустического изображения, проведенном академиком Л. М. Бреховских и его коллегами из Института океанологии АН СССР, выяснилось, что высокий уровень переизлучения звукового сигнала был на участке дна с повышенным содержанием конкреций.

Использование многоэлементных антенн, по-видимому, поможет целенаправленно проводить работы, связанные с изучением геоморфологии верхнего слоя донных отложений.

Доклады АН СССР, 1985, 283, 4

В. А. ОРЛОВ

На марках — космические корабли-спутники

(к 25-летию запусков)



В период подготовки полета человека в космическое пространство в Советском Союзе были осуществлены запуски пяти непилотируемых космических летательных аппаратов — кораблей-спутников (1960—1961 гг.).

Первый из них был запущен 15 мая 1960 года. Программой полета не предусматривалось возвращение на Землю корабля, поэтому кабина корабля-спутника пробыла на орбите достаточно долго (1979 суток). Марку, посвященную этому кораблю, советская почта выпустила 17 июня 1960 года. На марке показаны корабль-спутник в орбитальном полете, земной шар с картой СССР и Спасская башня Московского Кремля. Текст гласит: «Советский космический корабль-спутник. 15.V.1960».

Запуск второго корабля-спутника 19 августа 1960 года Министерство связи СССР отметило выпуском серии из двух марок (29.09.60). Новый эксперимент был особо примечательным. На сей раз в космическое путешествие отправились подопытные животные — собаки Белка и Стрелка. Впервые в истории живые существа, совершив суточный орбитальный полет, благополучно возвратились из космоса на Землю. На марках одинаковый рисунок: орбитальный полет космического корабля в

условном изображении, радарная установка Центра управления полетом и радиолуч, направленный на корабль, фрагмент земного шара, Спасская башня Кремля; на экране телевизора — «портреты» собак Белки и Стрелки. Сопроводительный текст такой: «2-й советский космический корабль-спутник. 19—20.VIII.1960 г.». Марки отличаются только номиналом и цветовой гаммой.

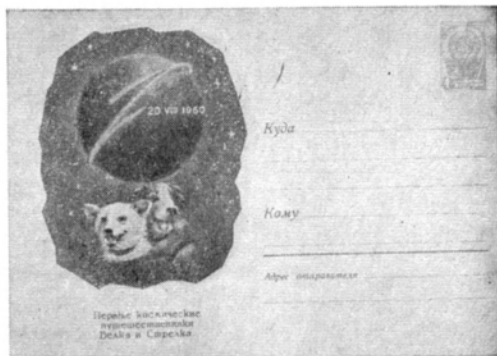
Этому полету советская почта посвятила также три художественных маркированных конверта (2 и 23.11.60; 26.12.60). На первом из них изображены Белка и Стрелка на фоне земного шара с контурами территории СССР, второй космический корабль-спутник и его орбита. Текст таков: «Первые космические путешественники Белка и Стрелка». Третий конверт (26.12.60) от первого отличался лишь напечатанной на нем маркой (номинал 4 коп., на первом — 40 коп.). Новая стандартная марка примечательна и тем, что ее рисунок — Государственный флаг и Государственный герб СССР, вписанные в орбиту первого советского ИСЗ, — является одновременно и космической маркой. На втором конверте (23.11.60) тот же сопроводительный текст, но композиция иллюстрации решена иначе. Здесь



показана планета Земля с орбитой корабля-спутника на фоне звездного неба, указана дата приземления капсулы с животными: «20.VIII.1960»; на фоне космоса — «портреты» Белки и Стрелки.

Особый интерес представляет марка, посвященная четвертому советскому космическому кораблю-спутнику, совершившему 9 марта 1961 года полет с собакой Чернушкой на борту. Эта почтовая миниатюра примечательна тем, что под условным изображением орбиты с названием корабля имеется текст «Земля—Космос—Земля», написанный русской телеграфной азбукой Морзе. Сюжет марки в общем-то традиционный для почтовых выпусков, рассказывающих о результатах запусков беспилотных кораблей-спутников. Здесь — планета Земля, ракета-носитель на активном участке полета, с работающими двигателями, и «героиня космоса» собака Чернушка. Но есть и некоторые особенности: показан спускаемый аппарат, приближающийся к Земле, приведен тот же текст, написанный азбукой Морзе.

25 марта 1961 года был запущен пятый корабль-спутник с подопытной собакой Звездочкой. До исторического полета Ю. А. Гагарина оставалось всего три недели... Пятому кораблю-спутнику советская почта также посвятила специальную марку (8.06.61). На ней — «портрет» Звездочки, космический корабль-спутник с работающими двигателями последней ступени ракеты-носителя, показан оператор в



Центре управления полетом, а также судно космической службы и его антенны.

В заключение расскажем о болгарских марках, отразивших полеты непилотируемых космических кораблей-спутников. Авиапочтовая марка, посвященная второму кораблю, выпущена болгарской почтой 28 января 1961 года. На ней — космический корабль в полете, «портреты» собак Белки и Стрелки и фрагмент планеты Земля. Текст (на болгарском языке) такой: «Il советский космический корабль. 19 августа 1960. Белка и Стрелка». Вторая болгарская марка (29.06.61), также авиапочтовая, посвящена всей серии кораблей-спутников, точнее — программе медико-биологических исследований, осуществленных в космосе. На почтовой миниатюре изображены все четыре собаки, побывавшие в космосе и благополучно возвращенные на Землю.

НОВЫЕ КНИГИ

«Этюды о Вселенной»

Так называется книга известного итальянского физика-теоретика Туллио Редже, которую выпустило в свет издательство «Мир» в 1985 году (перевод с итальянского кандидата физико-математических наук Дж. Б. Понтекорво под редакцией академика Б. М. Понтекорво).

Свободному, непринужденному описанию многих фунда-

ментальных проблем астрофизики, космологии и современной физики посвящены три первых главы книги — «Относительность и космология», «Астрофизика и Солнечная система», «О современной физике». Две следующие (дополнительные главы) состоят либо из кратких очерков о Галилее, Максвелле, Эйнштейне и Геделе (глава 4), либо переносят читателя в мир фантастики (глава 5 представляет собой остроумную новеллу об «изобретении» одного из видов «вечного двигателя»).

В предисловии к книге автор излагает свое отношение к распространению науч-

ных знаний, к популяризации достижений науки. Он пишет: «Мое впечатление сводится к тому, что это серьезное дело, которое требует полной отдачи, заставляет идти на легкие компромиссы и которое сильно отличается от исследовательской работы, хотя и сосуществует с ней, отнюдь не являясь ее простым придатком. Во всяком случае, распространение знаний — это деятельность, которая обогащает личность и расширяет горизонты, освещая новым светом известное ранее».



Кандидат физико-математических наук
В. И. ХЛЕБНИКОВ

Открывая теорию относительности для себя

В 1984 году издательство «Мир» выпустило тиражом 50 тысяч экземпляров книгу С. Лилли «Теория относительности для всех». Перевод с английского выполнен кандидатом физико-математических наук А. З. Штейнградом, редакция доктора физико-математических наук Л. П. Грищука.

Примечательно, что английское издание этой книги носит название «Discovering Relativity for yourself», что в дословном переводе на русский язык звучит «Открывая теорию относительности для себя». Перед нами самоучитель по теории относительности, но самоучитель необычный, я бы даже сказал — уникальный, самоучитель нового типа. Время, прошедшее после выхода книги в свет, с очевидностью подтвердило, что ее издание на русском языке полностью себя оправдало, явившись отличным вкладом в дело популяризации релятивистской механики и физики в СССР, совершенствования методики преподавания специальной и общей теории относительности. Давайте попытаемся разобраться, в чем секрет успеха этой книги — секрет тем более удивительный, что наши книжные полки давно уже переполнены научно-популярной литературой по специальной и общей теории относительности, которая по характеру изложения и принципам отбора материала охватывает ин-



тересы практически всех возможных категорий читателей-непрофессионалов. Я надеюсь, что такой анализ, предпринятый по любезному предложению редакционной коллегии журнала «Земля и Вселенная», будет небезразличным для наших читателей не только с библиографической, но и с методологической точки зрения. Кстати сказать, книга дает богатую пищу для размышлений психологам и педагогам, поскольку она в яркой форме отражает интенсификацию процесса обучения в развитых капиталистических странах.

В чем же заключается новаторство автора книги? Вполне точный, хотя и несколько сухой ответ на поставленный вопрос может звучать примерно так: в форме организации и подачи учебного материала.

В нашей стране школьники изучают элементы специальной теории относительности лишь в старших классах средней школы. Что же касается общей теории относительности (то есть теории пространства, времени и тяготения), то этой области науки у нас обучают, как правило, только будущих узких специалистов, да и то начиная с III—IV курсов университетов, педагогических институтов и некоторых технических вузов. Но быть может теория относительности не является необходимым элементом физического образования? На это следует ответить, что многие вопросы механики, электромагнетизма, ядерной физики, в необходимости раннего преподавания которых никто не сомневается, требуют для своего понимания неформального владения специальной теорией относительности¹. Откройте теперь книгу С. Лилли — и вы обнаружите, что в ней специальный принцип относительности и лоренцево замедление хода движущихся часов вводятся параллельно с объяснением теоремы Пифагора и даже... отрицательных

¹ Об этом красноречиво свидетельствует, в частности, курс физики, разработанный профессорами А. А. Пинским и Б. М. Яворским («Основы физики», 3-е изд., М.: Наука, 1981). Этот курс предназначен для подготовительных отделений вузов.

чисел и действий над ними, возведения в степень, и извлечения квадратного корня!.. Напомним: теорему Пифагора в советских школах проходят в шестом классе, а упомянутые арифметические операции — еще раньше. Поневоле задумаешься: что же это за «чудодейственные» педагогические приемы, позволяющие обучать сложнейшим понятиям современного естествознания людей, у которых по существу еще не выработалась способность «количественно» мыслить?

Попробуем вникнуть в «секреты» педагогического мастерства автора «Теории относительности для всех».

Текст книги вовсе не похож на унылый монолог, так характерный для учебников и монографий. Едва ли не на каждой странице мы находим вопросы, выделенные жирным шрифтом, призывающие подумать, сделать оценку, поспорить с высказанным утверждением, сравнить — иными словами, призывающие читателя к самостоятельной творческой деятельности. Поскольку вслед за вопросом обычно приводится ответ, то работа с книгой приобретает черты работы с индивидуальным преподавателем, характеризующейся максимально действенной обратной связью между учителем и учеником.

Журналисты говорят в шутку, что читатель ленив. И это ироническое высказывание, по-видимому, не лишено позитивного смысла. Согласитесь: далеко не на каждый вопрос, предлагаемый автором, нам с вами сразу же захочется искать ответ, отнюдь не над каждым утверждением подумать, как ни выделяй их жирным шрифтом, петитом или рамочкой. Важнее

для нас то, в какой форме задан вопрос, насколько он уместен, насколько отвечает нашему собственному настрою превратить чтение и поразмышлять. Задача же педагога, автора — уловить настроение своего подопечного, угадать впечатление читателя от только что воспринятой новой информации и, вызвав в нем желание задуматься, подтолкнуть мысли в нужном направлении четко сформулированной проблемой. Это великолепно удается С. Лилли. Тридцатилетний опыт преподавания теории относительности на факультете образования для взрослых Ноттингемского университета (Великобритания) позволил ему глубоко постичь психологию человека со средними способностями, не имеющего специального технического образования, но вместе с тем желающего изучить основы теории относительности. Автор не скрывает, что он сам многому научился у своих слушателей. Благодаря им С. Лилли смог систематизировать и обобщить огромное количество индивидуальных особенностей восприятия, с которыми и связаны те или иные трудности в освоении релятивистских концепций. Обращаясь к читателю, С. Лилли никогда не занимает назидательно-назойливую позицию ментора, а скорее наоборот: в некоторых случаях он даже незаметно подставляет себя под справедливую критику, на которую способен самый неподготовленный читатель. Делается это для того, чтобы дать возможность обучающемуся поверить в свои силы, как бы вызвать его на логическое соревнование и после активных совместных поисков торжественно провозгласить истину, а уж затем извлечь из

этой блестяще спровоцированной полемики замечательные педагогические дивиденды. Иными словами, для тех из вас, кто действительно решил изучить «с нуля» теорию относительности и с этой целью отважился пройти долгий путь в пять сотен страниц, книга С. Лилли из простого самоучителя превратится в желанного собеседника — умного, взыскательного, увлеченного и в то же время исключительно тактичного и доброжелательного. Теория относительности относится к разряду «неудобных» для самостоятельного изучения дисциплин. И основная причина указанного «неудобства» связана, по-видимому, отнюдь не с недостатком профессиональной математической подготовки. Большинство любителей, предпринявших попытку самостоятельно ознакомиться с теорией относительности по той или иной популярной или полупопулярной книжке, рано или поздно натолкнулись на «каверзный» в психологическом отношении вопрос, так и оставшийся для них без ответа. Подобного рода «каверзные» вопросы возникают зачастую на «пустом месте», вопреки формальной строгости и логической последовательности рассуждений, за которыми обычно бдительно следят специалисты — авторы популярных книг. Следует отметить в связи с этим, что для непрофессионала (в отличие, скажем, от студента, систематически изучающего курс) эмоциональная сторона восприятия физической теории играет значительно большую роль, чем абстрактно-логическая. Студент, знакомый с адекватным математическим аппаратом, может освоить теорию и по принципу «сначала не понимает, а потом

привыкает». Любитель же такой возможности не имеет. Первое серьезное непонимание катастрофически быстро обрастает другими, и вот уже теория Эйнштейна предстает в ореоле «таинственности» и «неприступности». Для таких читателей я особенно настоятельно рекомендую книгу С. Лилли и выражаю уверенность, что в ней они почти наверняка найдут ответы на оставшиеся неразрешенными вопросы.

Педагогическая система С. Лилли, активно опирающаяся на жизненный опыт и интуицию учащихся², в сущности не нова. Известно, что именно такой способ обучения приносит наибольший эффект в других областях естествознания. Новаторство автора книги заключается прежде всего в том, что он нашел адекватный способ реализации этой системы на примере релятивистской механики и физики.

Автор пишет в предисловии, что он преподает теорию относительности «плотникам, мелким служащим, домохозяйкам, шахтерам и страховым агентам — всем тем, кто не имеет специального образования для изучения этого предмета». Предвижу «провокационный» вопрос: а нужна ли этим людям теория Эйнштейна? Этот вопрос ничуть не приводит меня в замешательство. В наш

век космических скоростей и гигантских энергий, достигнутых на ускорителях элементарных частиц, теория относительности превратилась из первоначально «кабинетной», а позднее инженерной дисциплины, в одно из самых грандиозных достояний общечеловеческой культуры. Быстроразвивающаяся научно-техническая революция непрерывно вовлекает в повседневную жизнь все новые и новые элементы естественнонаучной информации вместе с соответствующей специальной терминологией. Процесс этот настолько стремителен, что зачастую он обгоняет реальный рост наших знаний. Так, мы привычно рассуждаем о неведомости, которую испытывает космонавт на борту искусственного спутника Земли, но не всегда можем правильно объяснить это явление и тем более истолковать сформулированный на его основе принцип эквивалентности — краеугольный камень теории гравитации Эйнштейна. В научно-фантастических романах на все лады описаны черные дыры, но, как правило, только узкие специалисты отдают отчет в том, что эти объекты неразрывно связаны с довольно сложным геометрическим понятием — горизонтом частиц в искривленном пространстве-времени. Почему так происходит? Почему, не моргнув глазом, мы берем на себя ответственность рассуждать о том, что сами едва себе представляем? В определенном смысле потому, что в наше время стало модным щеголять специальной научной терминологией, даже если не очень-то понятно, что именно за ней стоит. Я глубоко убежден: современный культурный человек независимо от профессии должен

хотя бы на качественном уровне представлять себе основные положения и выводы релятивистской теории — такие как относительность длин и промежутков времени, эквивалентность энергии и массы, взаимосвязь геометрических свойств окружающего мира и характеристик содержащейся в нем материи.

Книга С. Лилли состоит из 33 глав, 22 из которых посвящены специальной теории относительности и 11 — общей. Глава в среднем состоит из двух-трех десятков небольших параграфов. Такое мелкое дробление текста позволяет автору сослаться не только на формулы, но и на необходимые в дальнейшем изложении высказывания и утверждения. Отдельные параграфы, помеченные буквой М, содержат попутное объяснение различных математических понятий и операций. Следует отдать должное мастерству и настойчивости автора, с которыми он вводит читателя в круг математических идей. Вначале С. Лилли старательно избегает любых, даже самых элементарных, выкладок, но по мере продвижения вперед постепенно переходит к объяснению достаточно нетривиальных математических понятий (таких как дифференциал и производная) и с их помощью заново, уже на более высоком, количественном уровне обсуждает затронутые ранее вопросы. Дальше — больше. В последней трети книги появляются атрибуты геометрии искривленного пространства, причем для наглядности сначала рассматриваются простейшие геометрии на цилиндре и сфере. С помощью картографической проекции Меркатора автору удалось очень доступно объяснить, что такое метрика —

² Предполагается, что читатели «Теории относительности для всех» действительно обладают достаточно высоким уровнем общей культуры. Вот почему ученикам 5—6 классов средней школы, уже имеющим необходимую математическую подготовку, отдельные разделы книги могут показаться тем не менее трудными.

один из основных объектов римановой геометрии, «ответственный» за расстояние между двумя близкими событиями четырехмерного пространства-времени. Кажется почти невероятным, что С. Лилли смог, опираясь лишь на изложенный в книге математический аппарат, рассмотреть геодезические — линии экстремальной (наименьшей или наибольшей) длины в римановом пространстве. Дело в том, что обычно для нахождения геодезических эксплуатируется умение решать дифференциальные уравнения, которым читатели «Теории относительности для всех» не обладают.

Хорошо помогает разобраться в трудном вопросе таблица, рисунок или диаграмма. Вот почему следует считать большой удачей придуманную С. Лилли подвижную пространственно-временную диаграмму, представляющую собой лист бумаги с нанесенными на нем мировыми линиями наблюдателя, световых сигналов и других объектов. На этот лист накладывается непрозрачная пластинка (например, открытка) с длинной узкой прорезью, которая может двигаться вдоль мировых линий в соответствии с очень простыми правилами. В результате читатель, не поленившийся изготовить такую диаграмму, увидит в прорези точки, перемещающиеся согласно законам специальной теории относительности. Сами точки являются схематическими изображениями объекта, который описывается соответствующей мировой линией. На основе этой диаграммы С. Лилли получает релятивистский закон сложения скоростей, вводит в рассмотрение целый ряд важнейших релятивистских понятий, среди

них, например, понятия абсолютного прошлого и абсолютного будущего... Не будем, однако, лишать читателя удовольствия самому ознакомиться с содержанием «Теории относительности для всех».

Позволю себе высказать отдельные замечания критического характера. Несколько последних разделов книги посвящены количественному рассмотрению классических эффектов общей теории относительности — отклонения света в гравитационном поле Солнца и смещения перигелия Меркурия. Как отмечено редактором перевода, стремление избежать в этих вопросах тензорного анализа и дифференциального исчисления привело хотя и к элементарным, но весьма громоздким и утомительным вычислениям. По этой причине изложение в данной части книги потеряло, на мой взгляд, свои главные привлекательные черты — наглядность и доступность. Также дискуссионно выглядит попытка включения в «Теорию относительности для всех» материала главы 32, в которой автор отступает от принятых им правил и «под занавес» обрушивает на ошеломленного читателя целый комплекс довольно беспорядочных сведений из тензорного анализа. По-видимому, преподавание некоторых вопросов общей теории относительности для непрофессионалов все еще ждет более глубокой методической проработки. Высказанные замечания, однако, ни в коей степени не умаляют высоких достоинств всей книги в целом.

Особенно приятно отметить отсутствие какой бы то ни было тенденциозности в представлении и подборе учебного материала. В отличие от многих спе-

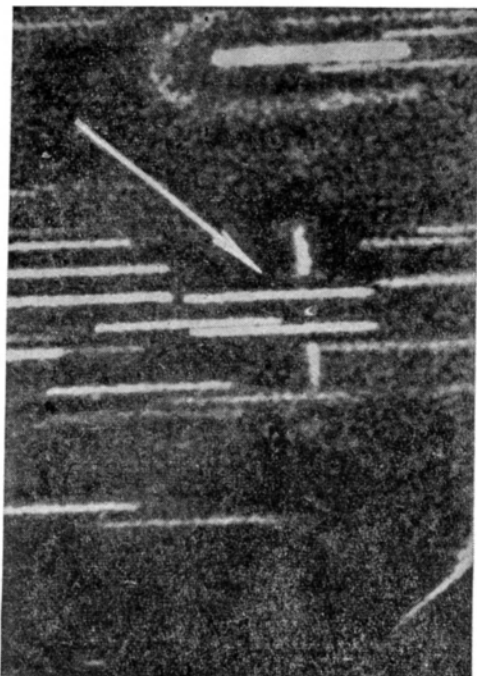
циалистов — авторов популярных изданий — С. Лилли не питает повышенного пристрастия к каким-либо частным вопросам освещаемого предмета. Подобное пристрастие зачастую оборачивается искусственной перестройкой структуры курса в угоду той или иной субъективной установке. «Теория относительности для всех» — методически выдержанный, хорошо сбалансированный учебник.

Читая книгу, обратим внимание на правильную трактовку вопроса о статусе сил инерции в механике. Как известно, на этом «коварном» вопросе спотыкались и до сих пор спотыкаются как популяризаторы, так и специалисты. С. Лилли блестяще выдерживает «испытание силами инерции», убедительно доказывая в параграфе 11 главы 23, что силы инерции — фиктивны³.

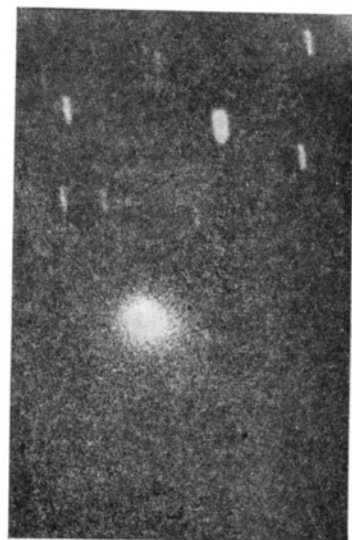
В заключение хочется отметить большую и очень хорошую работу переводчика и титульного редактора книги, исправивших замеченные в английском издании неточности и бережно сохранивших яркий стиль оригинала.

³ Исключительно глубокий и содержательный анализ утверждения о фиктивности сил инерции был представлен недавно доктором физико-математических наук В. Ф. Журавлевым в его докладе на всесоюзном совещании «Основы классической механики и их роль в преподавании механики» (Москва, 2—4 октября 1985 г.). Содержание доклада опубликовано в работе В. Ф. Журавлева «Основания механики. Методические аспекты» (препринт № 251 Института проблем механики АН СССР, М., 1985).

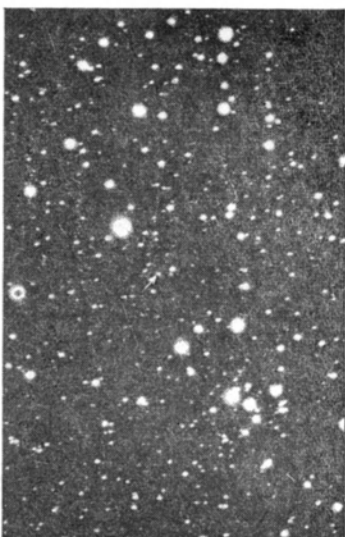
Фотографии кометы Галлея



▲
Снимок кометы Галлея, полученный в ночь с 27 на 28 ноября 1984 года на 1-метровом телескопе АФИ АН ТаджССР (гора Санглон). Экспозиция 2 часа. Пластика 103D, очувствленная в водороде. Наблюдатели Г. П. Чернова и Н. Н. Киселев



▲
Комета Галлея в ночь с 19 на 20 сентября 1985 года (в центре снимка). Расстояние до нее приблизительно 360 млн. км. Звездная величина кометы — 12,2^m. Появились первые признаки хвоста, вытянутого в юго-западном направлении. Диаметр ядра кометы — 2", яркость ядра — 13,5^m, размер гало — 23×35 тыс. км. Снимок получен кандидатом физико-математических наук С. Б. Новиковым на 1-метровом телескопе Цейса (фокусное расстояние 13,3 м) в Высоногорной среднеазиатской экспедиции ГАИШа. Применялась пленка «Kodak», гиперсенсibilizированная водородом; время экспозиции — 2 часа. В обоих случаях гидрирование осуществлялось по методу Метнофа



Такой была комета Галлея 21 августа 1985 года. Она находилась на границе созвездий Ориона и Близнецов в точке с координатами $\alpha = 6^h 03^m 37,15^s$; $\delta = +19^\circ 11' 20,5''$ и была примерно 15,5 звездной величины. Это один из первых снимков кометы, полученных советскими наблюдателями. Съемки проводились на широкоугольном астрографе Цейса (диаметр объектива 0,4 м, фокусное расстояние 1,6 м). Использовались фотопластины ZU 21; время экспозиции — около часа. Снимок получен кандидатом физико-математических наук Д. Н. Пономаревым на Южной станции ГАИШа в Крыму



ОТВЕТЫ
НА ВОПРОСЫ
ЧИТАТЕЛЕЙ

Местная группа галактик

«...Иногда в астрономической литературе встречается понятие Местная группа галактик. Пожалуйста, расскажите, что это такое!»

А. П. МИРЕНКОВ
г. Казань.

На этот вопрос мы попросили ответить сотрудника Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга кандидата физико-математических наук В. Г. СУРДИНА.

Обычно крупные галактики находятся на больших расстояниях друг от друга (несколько мегапарсек). Но часть галактик образуют крупные скопления или группы, где расстояния между галактиками — членами группы — значительно меньше.

Наша Галактика — член Местной группы галактик (МГ). Помимо двух крупных спиральных галактик — Туманности Андромеды (М 31) и нашей Галактики, а также небольшой спирали в созвездии Треугольника (М 33), в Местную группу входит около тридцати неправильных и карликовых эллиптических галактик. Точное число членов МГ назвать трудно, поскольку не ясно, какие звездные системы самостоятельные, а какие — принадлежат крупным галактикам. Например, Магеллановы Облака — самостоятельные галактики, а находя-

щиеся дальше них шаровые звездные скопления считаются принадлежащими нашей Галактике.

Радиус МГ обычно принимают равным 1,5 Мпк, но значение это довольно условное: с одной стороны МГ соприкасается с группой галактик в созвездии Скульптора, а с другой — с группой, окружающей крупную спираль М 81, так что эти три группы скорее являются единой, вытянутой более чем на 5 Мпк, системой галактик. Но все же, в силу сложившейся традиции, а также по степени изученности, МГ выделяется среди других групп галактик. Само название «Местная группа» (Local group) предложил в середине 20-х годов американский астроном Э. Хаббл. В то время было известно лишь 13 членов МГ. Современная «копись» членов Местной группы взята из статьи сотрудника Европейской Южной обсерватории О.-Г. Ризтера. В названиях галактик Местной группы нет единообразия: некоторые из них имеют собственные названия (Галактика, Магеллановы Облака), другие обозначены номерами из известных каталогов [Месье (М); нового общего каталога Дрейера (NGC), индекс-каталога (IC) и т. д.], названия третьих связаны с созвездиями, в которых они наблюдаются (Draco, Leo V и т. д.). Авторы открытия в большинстве случаев известны. Но есть и спорные случаи: не ясно, кто открыл Большое Магелла-

ново Облако — персидский астроном Аль-Суфи (903—986 гг.), который отметил под названием «Белый бык» похожий объект в своем знаменитом звездном каталоге, или итальянский мореплаватель Андреас Корсали, составивший в 1516 году карту южного небосвода.

Хотя многие астрономы уверены, что обнаружены еще далеко не все члены Местной группы (этому, в частности, мешает поглощение света в полосе Млечного Пути), анализ приведенного списка дает материал для размышлений. Так, например, непонятно, почему Туманность Андромеды (М 31) — гигантская спиральная галактика, в 2—3 раза более массивная, чем наша, — имеет в несколько раз меньше спутников, чем Галактика. Возможно, окрестности Галактики богаты карликовыми системами потому, что рядом с ней находится довольно крупная неправильная галактика Большое Магелланово Облако. Существует мнение, что наша Галактика своими приливными силами разрушила часть Большого Магелланова Облака и большинство карликовых систем — это ее «осколки».

Местная группа галактик — член значительно более обширной системы, так называемого Местного сверхскопления галактик. Это сплюснутая, возможно, вращающаяся система диаметром ~50 Мпк, центр которой совпадает с крупным скоплением галактик в созвез-

| Название галактики | Первооткрыватель и дата открытия | Координаты | | Морфологический тип | Расстояние от Солнца (Мпк) | Видимая звездная величина | Абсолютная звездная величина (в голубой области спектра) |
|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-------------|---------------------|----------------------------|---------------------------|--|
| | | α | δ | | | | |
| M 31 (NGC 224) Галактика | Аль-Суфи? (964) ? (550 до н.э.) | 00h40 ^m 17 42 | +41° -28 | Sb Sbc | 0,67 0,01 | 4,38 ^m | -21,61 ^m -20,6: |
| M 33 (NGC 598) | Ш. Мессье (25 авг. 1764) | 01 31 | +30 | Sc | 0,76 | 6,26 | -19,07 |
| Большое Магелланово Облако | Аль-Суфи? ? | 05 24 | -69 | SBm | 0,06 | 0,63 | -18,43 |
| Малое Магелланово Облако | А. Корсали? (1515) | 00 51 | -73 | Im | 0,08 | 2,79 | -16,99 |
| IC 10 | Л. Свифт | 00 17 | +59 | Im? | 1,3: | 11,70 | -16,2: |
| NGC 205 (M 110) | Ш. Мессье (10 авг. 1773) | 00 37 | +41 | S0/E5pec. | 0,67 | 8,60 | -15,72 |
| M 32 (NGC 221) | Ж.-Дж. Ле Жантиль (29 окт. 1749) | 00 40 | +40 | E2 | 0,67 | 9,01 | -15,53 |
| NGC 6822 | Е. Е. Барнард (1884) | 19 42 | -14 | Im | 0,56 | 9,35 | -15,11 |
| WLM | М. Вольф (1908) | 23 59 | -15 | IBm | 1,6 | 11,29 | -15,04 |
| IC 5152 | Д. Стевард | 21 59 | -51 | Sdm | 1,6: | 11,68 | -14,6: |
| NGC 185 | В. Гершель | 00 36 | +48 | dE3 pec. | 0,67 | 10,13 | -14,59 |
| IC 1613 | М. Вольф (1907) | 01 02 | +01 | Im | 0,77 | 9,96 | -14,5 |
| NGC 147 | Х. Л. Д'Аррест (1856) | 00 30 | +48 | dE5 | 0,67 | 10,36 | -14,36 |
| Leo A (Leo III) (Лев) | Ф. Цвикки (1940) | 09 56 | +30 | IBm | 1,59 | 12,70 | -13,49 |
| Pegasus (Пегас) | А. Г. Вилсон (1959) | 23 26 | +14 | Im | 1,62 | 12,41 | -13,37 |
| Fornax (Печь) | Х. Шепли (1938) | 02 37 | -34 | dE0 pec. | 0,16 | 9,04 | -11,98 |
| DDO 155 (GR 8) | Ж. Ривс (1955) | 12 56 | +14 | Im | 1,3: | 14,59 | -11,2: |
| DDO 210 (Водолей) | С. ван ден Берг? (1959) | 20 44 | -13 | Im | 1,6: | 15,34 | -11,0: |
| Sagittarius dIG (Стрелец) | Х.-К. Шустер (13 июня 1977) | 19 27 | -17 | Im | 1,10 | 15,6 | -10,65 |
| Sculptor (Скульптор) | Х. Шепли (1937) | 00 57 | -33 | dE3 pec. | 0,08 | 9,0 | -10,6 |
| Andromeda I (Андромеда) | С. ван ден Берг (окт. 1971) | 00 43 | +37 | dE3 | 0,67 | 13,9 | -10,6 |
| Andromeda III (Андромеда) | С. ван ден Берг (1972) | 00 32 | +36 | dE | 0,67 | 13,9: | -10,6: |
| Andromeda II (Андромеда) | С. ван ден Берг (1972) | 01 13 | +33 | dE | 0,67 | 13,9 | -10,6: |
| Pisces (Рыбы) | К. Ковал и др. (29 окт. 1978) | 01 01 | +21 | Im | 1,0: | 15,5 | -9,7: |
| Leo I (Regulus) (Лев) | А. Вилсон (1950) | 10 05 | +12 | dE3 | 0,19 | 11,81 | -9,62 |
| Leo B (Leo II) (Лев) | Р. Харрингтон (1950) | 11 10 | +22 | dE0 pec. | 0,19 | 12,3 | -9,25 |
| Ursa Minor (М. Медведица) | А. Вилсон (1955) | 15 08 | +67 | dE4 | 0,09 | 11,6 | -8,2 |
| Draco (Дракон) | А. Вилсон (1955) | 17 19 | +57 | dE0 pec. | 0,10 | 12,0 | -8,0 |
| Carina dE (Киль) | Р. Кэннон и др. (1977) | 06 40 | -50 | dE4 | 0,09 | (>13) | -5,5:. |

Примечание:

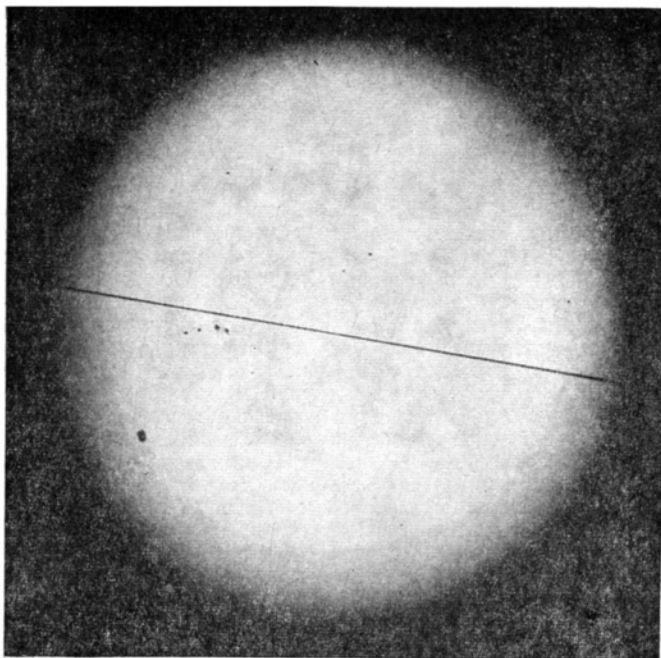
S — спиральные галактики различных подтипов (b, bc, c, d); SB — спираль с перемычкой; I — неправильная галактика (m — типа Магеллановых Облаков); E — эллиптическая галактика (цифра после E указывает степень сплюснутости галактики: 0 — круглая, ..., 5 — сильно эллиптическая); dE — карликовая эллиптическая галактика (pec. — пекулярная, необычная); S0 — линзовидная галактика; (:) — низкая точность данных; (: :) — ненадежность данных

Таблица взята из «ESO Messenger», 1984, 35

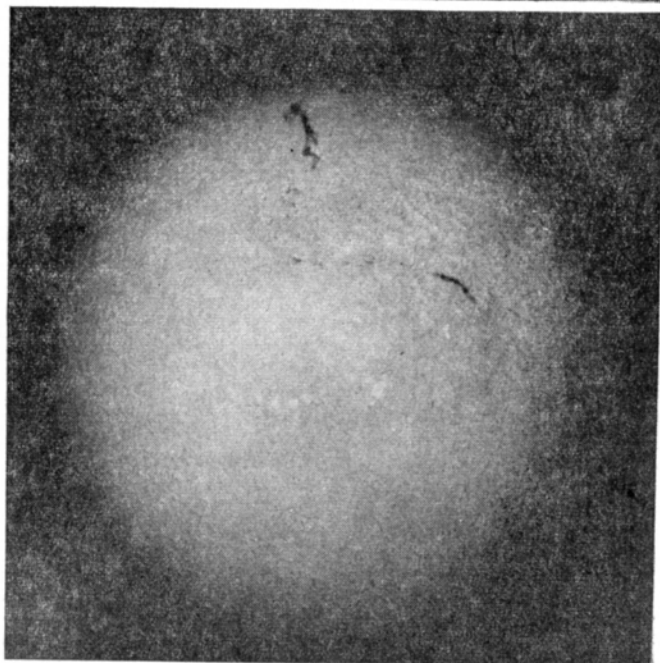
диде Девы (оно удалено от нас люющие их группы и скопления групп и скоплений галактик друга в ходе общего расширения Вселенной, и лишь небольшое отличие их скоростей (связанное с взаимным притяжением скоплений) приводит к тому, что сверхскопления сохраняют свою индивидуальность и не смешиваются друг с другом.

Солнце в августе — сентябре 1985 года

▶
Фотосфера 31 июля 1985 года. Очередное прохождение группы пятен, образовавшейся в июне — июле. К 5 августа цепочка пятен вблизи экватора полностью исчезла; осталось лишь одиночное пятно в южном полушарии. Во время следующего прохождения эта зона была лишена пятен. Таким образом, комплекс активности, образовавшийся в июне, не получил дальнейшего развития и уже в августе полностью разрушился



▶
Хромосфера 13 августа 1985 года. Среди немногих активных образований, наблюдавшихся в этот период в хромосфере, внимание привлекают волонна — протуберанцы, которые выглядят темными на фоне солнечного диска



Снимки получены В. Ф. Кныш и С. А. Язевым на Байкальской астрофизической обсерватории СибИЗМИРА СО АН СССР

Цикл солнечной активности явно приближается к минимуму. Об этом свидетельствует уровень солнечной активности в августе — сентябре 1985 года, который был существенно ниже, чем в предыдущие месяцы. Во второй и третьей декадах августа, первой декаде сентября пятен на Солнце почти не было. В среднем же число Вольфа за два месяца близко к 3.

Едва ли не единственная за-

метная флуктуация в пятнообразовании отмечена на рубеже июля и августа. В это время Солнце было обращено к нам той стороной, где в июне — июле развивался обособленный комплекс актив-

ности, объединивший несколько активных областей (Земля и Вселенная, 1985, № 6, с. 86).

Кандидат
физико-математических наук
В. Г. БАНИН
С. А. ЯЗЕВ

В 335 — кандидат в протозвезды!



В 335 — одно из компактных тёмных облаков межзвёздного газа, обнаруженных 40 лет назад Б. Воксом и его сотрудниками. Такие небольшие плотные облака, получившие название «глобул», — идеальное место для рождения звёзд. И действительно, в некоторых глобулах были обнаружены признаки звездообразования. Но наблюдать этот процесс не просто — межзвёздная пыль не пропускает из глобул оптическое и инфракрасное излучение. Глобулу В 335, расположенную в созвездии Орла (ближайшую к нам область звездообразования), группа английских астрофизиков исследовала в диапазоне далёкого ИК-излучения (360—750 мкм), способного частично преодолеть «пылевую завесу». Для наблюдений использовался специальный ИК-телескоп (Мауна Кеа, Гавайские о-ва). По-видимому, впервые ученым удалось исследовать протозвезду в процессе ее сжатия.

Несколько лет назад в этой глобуле был замечен компактный ИК-источник, от которого в двух противоположных направлениях исходят газовые потоки. Ученые считают, что это характерные признаки очень молодой (или ещё только формирующейся) звезды, и потому объект привлек к себе пристальное внимание. Целью исследования английских астрофизиков было выяснить, родилась ли уже в недрах глобулы В 335 нормальная звезда или она находится пока

на стадии формирования. Характерным признаком протозвезды считают аккрецию на неё окружающего вещества, именно за счет гравитационной энергии вещества протозвезда светится, причем её размер и светимость должны быть связаны с параметрами окружающей межзвёздной среды. Учёные измерили угловой размер ИК-источника и, зная расстояние до него (250 пк), определили, что диаметр ИК-объекта составляет 0,034 пк. Светимость его в несколько раз выше солнечной, но практически всё излучение находится в далёкой ИК-области, поскольку вызывается оно довольно холодными пылинками ($T=14$ К), заполняющими оболочку объекта. Судя по всему, эта оболочка состоит в основном из молекулярного водорода, плотность его «по межзвёздным понятиям» довольно высока: $3 \cdot 10^8$ атомов в см^3 . Полная масса объекта оценивается в несколько масс Солнца. Так что же это такое — закутанная в газово-пылевую кокон молодая звезда или сжимающаяся из межзвёздного вещества протозвезда?

Сравнивая полученные характеристики объекта со свойствами других ему подобных источников, английские ученые пришли к выводу, что в данном случае они имеют дело с протозвездой. Об этом говорит низкая температура пыли

и невысокая светимость источника. Близкие к нему по массе объекты, в недрах которых уже сформировалась звезда, имеют значительно более высокую светимость (например, ИК-объект Беклина — Нейгебауэра в Орлоне), а энергия газовых потоков у них в сотни раз выше, чем у объекта в глобуле В 335. Плотность этого объекта так высока, что при существующей температуре он гравитационно неустойчив и должен сильно сжаться за предстоящие 20 тыс. лет. Ни тепловое газовое давление, ни вращение, ни энергия газовых потоков не в состоянии удержать его от сжатия. Правда, в эволюции протозвёздного объекта важную роль играет вращение: астрономы уверены, что в результате вращения наружные части объекта принимают форму диска, играя роль «отражателя», последний формирует две газовые струи в направлении своей оси вращения. Однако причина, по которой газ ускоряется и покидает протозвёздный объект, пока не ясна. С другой стороны, значительный поток межзвёздного вещества, падающего со всех сторон на диск, нагревает его до температуры 14 К в наружных частях и до 40—50 К в центральной области.

Если дальнейшие более детальные исследования подтвердят выводы английских ученых, то ИК-источник в глобуле В 335 станет прототипом нового класса астрономических объектов.

Кандидат
физико-математических наук
В. Г. СУРДИН

Сдано в набор 18.10.85. Подписано к печати 18.12.85 г. Т-17280. Формат бумаги 70X100/16.

Высокая печать. Усл.-печ. л. 9,03. Уч.-изд. л. 11,3. Усл. кр.-отт. 516,7 тыс. Бум. л. 3,5.

Тираж 42723 экз. Заказ 1883. Цена 65 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени

издательство «Наука», 103717, ГСП, Москва, К-62, Подсосенский пер., 21.

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

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

Земля и Вселенная

• ЯНВАРЬ • ФЕВРАЛЬ • 1/86

Редакционная коллегия:

Главный редактор
доктор физико-математических наук
Д. Я. МАРТЫНОВ

Зам. главного редактора
член-корреспондент АН СССР
Ю. Д. БУЛАНЖЕ

Зам. главного редактора
кандидат педагогических наук
Е. П. ЛЕВИТАН

Академик
Г. А. АВСЮК

Доктор географических наук
А. А. АКСЕНОВ

Кандидат физико-математических наук
В. А. БРОНШТЭН

Доктор юридических наук
В. С. ВЕРЕЩЕТИН

Кандидат технических наук
Ю. Н. ГЛАЗКОВ

Доктор технических наук
А. А. ИЗOTOV

Доктор физико-математических наук
И. А. КЛИМИШИН

Доктор физико-математических наук
Б. Ю. ЛЕВИН

Кандидат физико-математических наук
Г. А. ЛЕЙКИН

Доктор физико-математических наук
Л. И. МАТВЕЕНКО

Доктор физико-математических наук
А. В. НИКОЛАЕВ

Доктор физико-математических наук
И. Д. НОВИКОВ

Доктор физико-математических наук
Г. Н. ПЕТРОВА

Доктор физико-математических наук
М. А. ПЕТРОСЯНЦ

Доктор геолого-минералогических наук
Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ

Доктор физико-математических наук
В. В. РАДЗИЕВСКИЙ

Доктор физико-математических наук
Ю. А. РЯБОВ

Кандидат технических наук
Г. М. ТАМКОВИЧ

Доктор физико-математических наук
Г. М. ТОВМАСЯН

Доктор технических наук
К. П. ФЕОКТИСТОВ

Художественный редактор **Е. А. Проценко**

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

Адрес редакции: 103717, ГСП, Москва, К-62,
Подсосенский пер., д. 21, комн. 2

Первую и четвертую страницу обложки (к статье
Е. А. Козловского) оформил А. В. Хорьков

Телефоны: 227-02-45, 227-07-45

Номер оформили: А. Г. Калашникова, А. В.
Хорьков, Е. К. Тенчурина



Земля и Вселенная

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА ●

1/86



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“
ЦЕНА 65 КОП.
ИНДЕКС 70336