



Земля и Вселенная

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА ●

5/85

Навстречу XXVII СЪЕЗДУ КПСС

Осуществлен важный этап проекта «Вега»

Преодолев за шесть месяцев расстояние около 500 млн. км, станция «Вега-1» достигла окрестностей планеты Венера (как известно, «Вега-1» была запущена в СССР 15 декабря 1984 года, а «Вега-2» — 21 декабря 1984 года). 9 июня 1985 года от станции был отделен спускаемый аппарат, который 11 июня при входе в атмосферу разделился на посадочный аппарат и аэростатный зонд.

Аэростатный зонд, оболочка которого после его отделения наполнилась гелием, начал дрейф в атмосфере на высоте 54 км. На зонде были установлены передающий радиокomплекс и научная аппаратура, предназначенная для измерений параметров атмосферы и облачного слоя Венеры. Совершая дрейф на высоте порядка 50 км со средней скоростью 200 км в час и переместившись с ночной стороны планеты на освещенную, зонд преодолел расстояние около 10 тыс. км.

Во время снижения посадочного аппарата с помощью установленного на нем комплекса научных приборов продолжалось начатое в предыдущих полетах советскими автоматическими станциями изучение облачного слоя, физических характеристик и химического состава атмосферы. Посадочный аппарат совершил мягкую посадку в точке с координатами 7 градусов 11 минут северной широты и 177 градусов 48 минут долготы в районе равнины Русалки. На поверхности Венеры выполнен комплекс научных исследований. Прием и ретрансляция научной информации с посадочного аппарата осуществлялись посредством радиосистемы станции «Вега-1».

В создании аппаратуры посадочного аппарата и аэростатного зонда наряду с советскими учеными принимали участие специалисты Франции.

После отделения спускаемого аппарата автоматическая станция «Вега-1» прошла на расстоянии 39 тыс. км от

поверхности Венеры и продолжает полет к комете Галлея.

Станция «Вега-2» достигла окрестностей планеты Венера 13 июня 1985 года. При подлете к Венере от нее был отделен спускаемый аппарат, который 15 июня разделился на аэростатный зонд и посадочный аппарат.

Аэростатный зонд произвел снижение на парашюте и после наполнения его оболочки гелием начал дрейф в атмосфере планеты на высоте 54 км, проводя регулярные измерения метеорологических параметров.

Посадочный аппарат совершил мягкую посадку на ночную сторону Венеры в точке с координатами 6 градусов 27 минут южной широты и 181 градус 5 минут долготы в районе равнины Русалки.

Во время спуска в атмосфере проводились исследования ее состава и физических характеристик. С помощью установленного на аппарате грунтозаборного устройства на поверхности Венеры в условиях температуры окружающей среды 452°С и давления 86 атмосфер были проведены бурение поверхностного слоя грунта планеты, взятие проб и их анализ с целью определения элементного состава пород в новом районе. С использованием выносного прибора определены физико-механические свойства поверхностного слоя грунта. Данные о работе систем и научных приборов посадочного аппарата принимались и ретранслировались на Землю автоматической межпланетной станцией «Вега-2».

Пройдя на расстоянии 24 тыс. км от поверхности Венеры, станция «Вега-2» продолжила полет к комете Галлея.

Новое выдающееся достижение советской космонавтики стало достойным подарком ученых, конструкторов и рабочих XXVII съезду Коммунистической партии Советского Союза.

(По материалам ТАСС)

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

Земля и Вселенная

• СЕНТЯБРЬ • ОКТЯБРЬ • 5/85

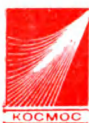


На первой странице обложки — иллюстрация к статье Ю. Н. Глазкова «Встречи с Землей», символизирующая взгляд человека из космоса на нашу планету.

В номере:

Касьян И. И.— Космические сутки Германа Титова	6
Глазков Ю. Н.— Встречи с Землей	14
Тейфель В. Г.— Облака на Уране и Нептуне	22
Песков Б. Е., Снитковский А. И., Хохлов Г. В.— Рожденные в грозových облаках	29
Амнуэль П. Р.— Планетарные туманности	36
Шолпо В. Н.— Земля в диапазонах пространства	44
НАШИ ИНТЕРВЬЮ	
Пищик В. Б.— В космическом экипаже — врач	49
ЛЮДИ НАУКИ	
Шумилова Е. А., Шумилов А. В.— Николай Николаевич Зубов	57
СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ	
Салуквадзе Г. Н., Григорьев В. М.— Обсуждаются проблемы солнечного приборостроения	63
ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ	
Степанян А. А.— Гамма-телескоп Крымской астрофизической обсерватории	64
МЕЖДУНАРОДНЫЕ НАУЧНЫЕ ПРОГРАММЫ	
Сухоруков Ю. Т.— Международная программа «Литосфера»	68
ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ	
Ершов Л. М.— Звездный городок	73
Еремеева А. И.— Вильям Гершель и крупномасштабная структура Вселенной	81
ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ	
Сурдин В. Г.— Астрономические «часы» для биосферы?	85
ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ	
Наумов Д. А.— Еще раз об усовершенствовании зрительной трубы «Турист»	89
Семакин Н. К.— Космические снимки — школьникам	91
В ОТДЕЛЕНИЯХ ВАГО	
Смирнов В. А.— Из истории Одесского отделения ВАГО ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ	95
Бернацкая М. С.— «Жизнь на орбите»	98
Малахова Г. И., Стамейкина И. А.— Юбилей музея «Космос»	101
КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ	
Орлов В. А.— Марки о Г. С. Титове	104
КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ	
Коногорский И. П.— «Вечные календари»	107
Милновский В. Л.— «Мифы и легенды о созвездиях»	108
ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ	
112	
НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ	

На орбите «Салют-7» [2]; Землетрясения и температура земных недр [13]; 100-летний юбилей ученого [62]; Книги 1986 года [79]; Аномалии мантии Земли и полезные ископаемые [97]; Солнце в марте—мае 1985 года [109]; Вечер в Доме ученых [110]; Новые книги [43, 56, 90, 100, 103, 108].



На орбите «Салют-7»

В соответствии с программой исследования космического пространства 6 июня 1985 года в 10 ч 40 мин московского времени в Советском Союзе был осуществлен запуск космического корабля «Союз Т-13», пилотируемого экипажем в составе командира корабля дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта СССР полковника **Джанибекова Владимира Александра** и бортинженера Героя Советского Союза, летчика-космонавта СССР **Савиных Виктора Петровича**.

Программой полета корабля «Союз Т-13» предусматривалось проведение совместных работ с орбитальной научной станцией «Салют-7», которая в то время, находясь на околоземной орбите уже более трех лет, совершала полет в законсервированном состоянии.

Космонавты выполнили штатные операции по проверке герметичности отсеков корабля «Союз Т-13» и контролю его бортовых систем. На 4-м витке были проведены коррекции траектории движения.

Командир корабля «Союз Т-13» дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР **В. А. Джанибеков** родился 13 мая 1942 года в поселке Искандар Бостанлыкского района Ташкентской области. После окончания в 1965 году Ейского высшего военного авиационного училища летчиков служил летчиком-инструктором в Военно-Воздушных Силах. **В. А. Джанибеков** — член КПСС с 1970 года. В отряде космонавтов с 1970 года. В 1978—1984 годах **В. А. Джанибеков** совершил четыре космических полета. Он был командиром экипажей экспедиций посещения на орбитальных научных станциях «Салют-6» и «Салют-7», в том числе двух международных с участием космонавтов Монголии и Франции. **В. А. Джа-**

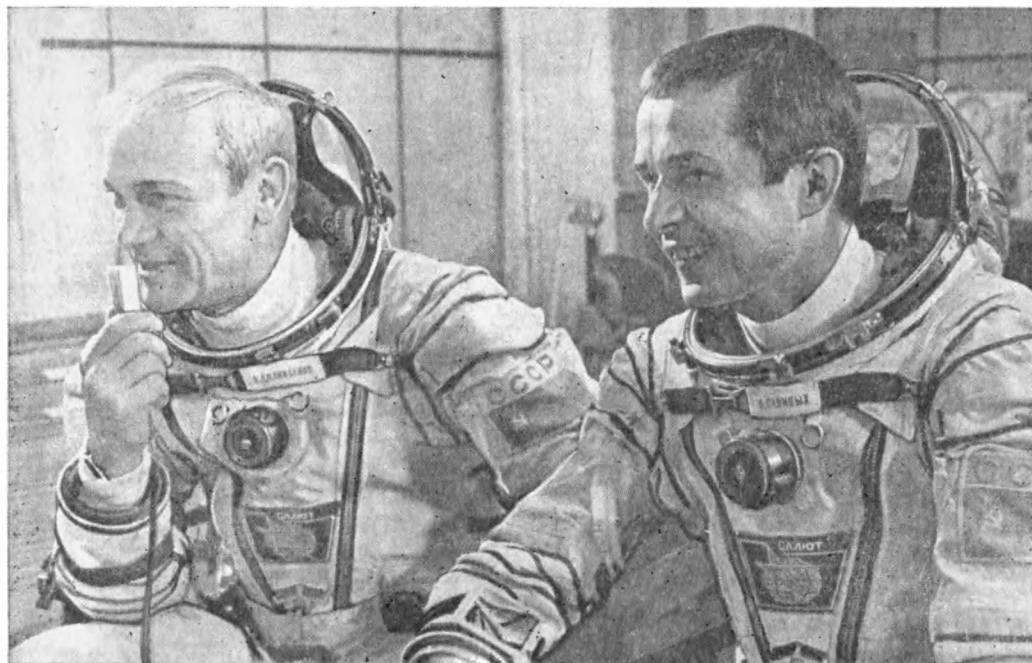
нибеков — депутат Верховного Совета Узбекской ССР.

Бортинженер корабля «Союз Т-13» Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР **В. П. Савиных** родился 7 марта 1940 года в деревне Березкины Оричевского района Кировской области. Окончил Пермский техникум железнодорожного транспорта, проходил службу в рядах Советской Армии. **В. П. Савиных** — член КПСС с 1963 года. После окончания в 1969 году Московского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии работал в конструкторском бюро, занимался разработкой приборов для космических аппаратов, принимал участие в управлении полетами космических кораблей. В отряд космонавтов **В. П. Савиных** был зачислен в 1978 году. В 1981 году он совершил космический полет продолжительностью 75 суток в качестве бортинженера основной экспедиции на станции «Салют-6».

7 июня рабочий день **В. А. Джанибекова** и **В. П. Савиных** на борту космического корабля «Союз Т-13» начался в 8 ч московского времени. После контроля систем корабля и завтрака экипаж продолжил выполнение программы полета. В ходе дня были проведены две коррекции траектории движения корабля и серия экспериментов по отработке различных режимов управления космическими аппаратами.

За двое суток автономного полета корабля «Союз Т-13» проведено несколько коррекций траектории движения, в результате которых корабль приблизился к станции «Салют-7» на заданное расстояние. Дальнейшее сближение выполнялось экипажем вручную с использованием аппаратуры определения дальности и бортового вычислительного комплекса. При подходе к станции космонавты осмотрели антенны, солнечные батареи и другие наружные элементы конструкции. На этапе причаливания они выполнили необходимые маневры,

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



**Экипаж космического корабля «Союз Т-13» —
В. А. Джанибеков (слева) и В. П. Савиных —
на предполетной пресс-конференции**

что позволило 8 июня 1985 года, в 12 ч 50 мин московского времени осуществить стыковку космического корабля «Союз Т-13» с орбитальной станцией «Салют-7». Четкие действия экипажа обеспечили выполнение процессов сближения, причаливания и стыковки точно в расчетное время. Проверив герметичность стыковочного узла, космонавты В. А. Джанибеков и В. П. Савиных перешли в помещение станции. В соответствии с программой полета экипаж приступил к проверке состояния бортовых систем и оборудования станции.

В последующие дни космонавты продолжали запланированные операции по расконсервации станции «Салют-7». Они выполняли контрольно-профилактические работы с бортовыми системами и агрегатами, проверяли состояние пультов, электрических коммуникаций, приборов и оборудования, провели подзарядку химических источников тока системы энергоснабжения станции. Кроме того, они проверили функционирование органов управления панелями солнечных батарей и выполнили необходимые измерения электрических характеристик. Была начата расконсервация системы

обеспечения жизнедеятельности, подключены к бортовой электросети регенераторы, поглотители вредных примесей, газоанализаторы и подогреватель пищи.

12 и 13 июня В. А. Джанибеков и В. П. Савиных выполняли контрольно-профилактические мероприятия с системой терморегулирования, проверяли аппаратуру радио- и телевизионной связи, настраивали телетайпный аппарат. 14 июня экипаж орбитального комплекса «Салют-7» — «Союз Т-13» занимался проверкой функционирования системы управления станции в режиме ручной ориентации и контролировал работу автоматики. По оценкам специалистов группы медицинского контроля, к этому времени у космонавтов завершился процесс адаптации к невесомости.

15 и 16 июня после предыдущих напряженных рабочих дней экипажу было предоставлено время для отдыха: космонавты убрали помещения станции, занимались физкультурой, вели наблюдения земной поверхности. В следующие два дня В. А. Джанибеков и В. П. Савиных проверяли функционирование системы ориентации и управления движением орби-

тального комплекса в различных режимах полета, осмотрели иллюминаторы, заменили ряд блоков. Кроме того, они провели анализ газового состава атмосферы в жилых отсеках, проверку средств радиосвязи, системы регенерации воды, работали с бортовой документацией.

20 июня минуло две недели пребывания космонавтов в орбитальном полете. Они завершили расконсервацию станции «Салют-7» и проверку состояния ее бортовых систем, выполнили необходимые профилактические работы. Была начата подготовка научной аппаратуры к предстоящим исследованиям. Экипаж приступил к учету имеющихся на станции сменного оборудования, продуктов питания, других расходуемых материалов. По плану медицинского контроля космонавты произвели измерение массы тела. Распорядком дня были предусмотрены также занятия физическими упражнениями, телевизионный репортаж.

В соответствии с программой дальнейшего обеспечения функционирования орбитальной научной станции «Салют-7» 21 июня 1985 года в 4 ч 40 мин московского времени в Советском Союзе был произведен запуск автоматического корабля «Прогресс-24». Целью этого запуска являлось: доставка на орбитальную станцию различных грузов, в том числе средств для обеспечения жизнедеятельности экипажа и проведения научных исследований, топлива для дозаправки двигательной установки, оборудования для проведения регламентных профилактических работ на борту станции, а также почты. Общая масса доставляемых грузов равнялась 2000 кг.

23 июня 1985 года в 6 ч 54 мин московского времени была осуществлена автоматическая стыковка грузового корабля «Прогресс-24» с орбитальным пилотируемым комплексом «Салют-7» — «Союз Т-13». Взаимный поиск, сближение, причаливание и стыковка космических аппаратов выполнялись с помощью бортовой автоматики. Эти процессы контролировались Центром управления полетом и экипажем орбитального комплекса. Грузовой корабль был пристыкован к станции со стороны агрегатного отсека.

С 19 по 23 июня 1985 года В. А. Джанибеков и В. П. Савиных принимали участие в первом этапе комплексного эксперимента «Курск-85», который проводился в соответ-

ствии с программой международного сотрудничества в области исследования и использования космического пространства в мирных целях «Интеркосмос». В этом эксперименте, осуществляемом в рамках программы международного космического проекта «Изучение динамики геосистем дистанционными методами», принимали участие специалисты НРБ, ВНР, СРВ, ГДР, ПНР, СССР и ЧССР. Эксперимент «Курск-85» проводился с целью изучения состояния сельскохозяйственных культур и разработки методов прогнозирования их урожайности с помощью аэрокосмических средств.

Фотографирование земной поверхности со станции «Салют-7» сопровождалось съемкой с искусственных спутников Земли. Одновременно посредством новой аппаратуры, разработанной и изготовленной в странах — участницах программы «Интеркосмос», выполнялась съемка с самолетов-лабораторий и наземных пунктов наблюдения. Результаты эксперимента должны найти применение в развитии технических средств дистанционного зондирования Земли в странах — членах СЭВ.

27 июня у В. А. Джанибекова и В. П. Савиных завершилась третья неделя трудовой вахты на борту орбитального комплекса. В минувшие дни космонавты занимались разгрузкой корабля «Прогресс-24», регламентными профилактическими мероприятиями на станции «Салют-7», визуально-инструментальными наблюдениями суши и акватории Мирового океана. С использованием многофункциональной регистрирующей аппаратуры «Аэлита» и «Реограф» определялись параметры сердечно-сосудистой системы космонавтов — как в покое, так и под воздействием физической нагрузки. 28 июня программа работ экипажа включала исследование структуры верхних слоев земной атмосферы, технические эксперименты с применением масс-спектрометрической аппаратуры, испытания и отработку новых приборов, а также занятия физическими упражнениями.

К 5 июля В. А. Джанибеков и В. П. Савиных осуществили все запланированные мероприятия по переводу станции «Салют-7» в режим пилотируемого полета, провели детальный контроль состояния ее бортовых систем, выполнили ряд научных исследований и экспериментов. Одновременно космонавты завершили разгрузку транспортного корабля «Прогресс-24». Они перенесли на штатные

места доставленного оборудование, заменили на станции три блока аккумуляторных батарей, а также отдельные приборы, узлы и детали, выработавшие свой ресурс. Был произведен наддув жилых отсеков комплекса кислородом из баллонов грузового корабля. 5-го июля космонавты проводили профилактические работы с системой регенерации воды из атмосферной влаги, медицинский контроль, включающий измерение массы тела и оценку состояния мышц, занятия физическими упражнениями на велоэргометре и «бегущей дорожке». Началась подготовка объединенной двигательной установки станции к дозаправке топливом. После проверки герметичности заправочных магистралей производилась откачка сжатого азота из баков горючего. В. А. Джанибеков и В. П. Савиных продолжили геофизические эксперименты по программе исследования природных ресурсов Земли и изучения окружающей среды.

Программа полета следующих четырех дней включала работы с грузовым кораблем, регламентные профилактические мероприятия с отдельными системами станции, геофизические исследования. Было также отведено время для отдыха экипажа. Полностью разгрузив транспортный корабль «Прогресс-24», космонавты разместили на станции доставленные грузы, а отработавшее оборудование начали переносить и укладывать в освободившийся отсек корабля. После подготовительных операций по откачке сжатого азота из топливных емкостей станции «Салют-7» космонавты приступили к дозаправке объединенной двигательной установки горючим. Также выполнялись визуально-инструментальные наблюдения и съемка отдельных районов акватории Мирового океана.

К 12 июля экипаж орбитальной научной станции «Салют-7» выполнил практически все

намеченные работы с кораблем «Прогресс-24». В. А. Джанибеков и В. П. Савиных провели заключительные операции по дозаправке объединенной двигательной установки топливом и перекачке воды в емкости станции. Проводилось запланированное комплексное медицинское обследование экипажа, которое включало измерение массы тела, оценку состояния мышц и определение реакции сердечно-сосудистой системы на имитацию гидростатического давления. Исследование сердечной деятельности выполнялось с использованием пневмоможакуумного костюма «Чибис». Регистрация физиологических параметров при этом осуществлялась аппаратурой «Аэлита» и «Реограф». Проводились также эксперименты по определению характеристик атмосферы в непосредственной близости от орбитального комплекса, визуальные наблюдения, занятия физическими упражнениями.

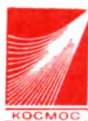
15 июля в 16 ч 28 мин московского времени корабль «Прогресс-24» отстыковался от станции. В расчетное время была включена его двигательная установка. В результате торможения грузовой корабль перешел на траекторию спуска, вошел в плотные слои атмосферы и прекратил существование.

В соответствии с программой изучения природных ресурсов В. А. Джанибеков и В. П. Савиных выполнили очередную серию геофизических исследований. Проводились визуально-инструментальные наблюдения и фотосъемка отдельных районов территории республик Средней Азии, Поволжья, Северного Кавказа, Крыма.

(По материалам ТАСС)

Продолжение следует

Доктор медицинских наук
И. И. КАСЬЯН



Космические сутки Германа Титова

(к 50-летию со дня рождения
Г. С. Титова)

...Прошло всего три с половиной месяца после того, как первый в мире космонавт Ю. А. Гагарин за 108 минут облетел нашу планету. И вот новое достижение Страны Советов: Герман Степанович Титов — космонавт-2 — за 25 часов 18 минут на корабле «Восток-2» совершил семнадцать витков вокруг земного шара. Это было 7 августа 1961 года...

ТРУДНЫЙ ПУТЬ К ВЕРШИНАМ

Детство Германа Титова протекало в Алтайском крае, Косихинском районе, сначала в селе Верхнее Жилино, затем в колхозе «Майское утро». Отец космонавта-2 — Степан Павлович Титов — был многосторонне одаренным человеком. Тракторист и плотник, овощевод и садовод, музыкант и художник, поэт и лектор — казалось, любое дело ему по плечу. Не случайно Г. С. Титов говорил впоследствии своим друзьям: «Если бы вы знали, какой у меня батя! Всем хорошим, что есть у меня, я ему обязан!»

Учился Г. С. Титов всегда прекрасно. Как и у отца, у него было сильно развито чувство долга, и начатое дело он всегда доводил до конца. Пытливый аналитический ум, великолепная память и природная сообразительность — характерные его качества. Он хорошо закончил Налобихинскую среднюю школу, на «отлично» сдал экзамены по технике пилотирования в военном авиационном училище летчиков, а после полета на корабле «Восток-2» с отличием закончил Военно-воздушную инженерную академию им. проф. Н. Е. Жуковского и орденов Ленина и Суворова Военную академию Генерального штаба Вооруженных Сил СССР им. К. Е. Ворошилова, защитил кандидатскую диссертацию.

Сейчас трудно определить время и причину выбора Г. С. Титовым летной профессии. Ни

отец, ни мать об этом с сыном никогда не говорили. Во всяком случае желание стать летчиком пришло довольно рано, и, как показала жизнь, в своем решении будущий космонавт не ошибся.

Запуск первого искусственного спутника Земли возвестил начало новой, космической эры в истории человечества. На повестку дня встала подготовка к первым пилотируемым полетам в космос. Многие летчики подавали тогда рапорты о зачислении их в отряд космонавтов. И потому не удивительно, что с таким рапортом обратился к командованию и Г. С. Титов — человек увлекающийся, романтик в лучшем смысле этого слова.

После предварительной беседы в войсковой части с авиационным врачом, как и других летчиков, Г. С. Титова вызвали в Научно-исследовательский авиационный госпиталь для прохождения специальной медицинской комиссии. 25-го декабря 1959 года он приехал в Москву. Начались всевозможные исследования и испытания. К летчикам, прибывшим из войсковых частей, врачебно-летная комиссия предъявляла очень жесткие требования. Но Г. С. Титов и здесь оказался «на высоте»: он успешно прошел комиссию, и его зачислили кандидатом в космонавты.

Первым наставником космонавтов был назначен Н. П. Каманин. Прославленный летчик и военачальник, один из первых Героев Советского Союза, он сыграл важную роль в

создании Центра подготовки космонавтов, в осуществлении пилотируемых космических полетов на кораблях «Восток», «Восход» и «Союз».

Медицинское обеспечение подготовки и тренировок космонавтов было возложено на В. И. Яздовского, О. Г. Газенко, Е. А. Карпова, Н. Н. Гуровского, Е. М. Юганова.

Необходимо сказать об огромной работе, которую пришлось выполнять первому начальнику Центра подготовки космонавтов Е. А. Карпову. Опытный авиационный врач, имевший большой опыт работы с людьми, он досконально знал состояние здоровья, уровень подготовки и характерные особенности каждого космонавта. Е. А. Карпов был требовательным начальником и хорошим воспитателем молодых летчиков-космонавтов, прибывших из разных войсковых частей. Несмотря на множество забот, связанных со строительством Звездного городка, созданием стендовой базы и организацией научных подразделений, он всегда находил время, чтобы внимательно следить за проведением занятий, физической подготовки, а также повседневной тренировки космонавтов на различных стендах, тренажерах и в макетах космических кораблей.

Режим труда и отдыха космонавтов был расписан поминутно, теоретические занятия чередовались с практическими. По ракетной технике и динамике космического полета лекции читали М. К. Тихонравов, К. Д. Бушуев, К. П. Феоктистов. По космической биологии и медицине — В. И. Яздовский, О. Г. Газенко, Е. М. Юганов.

Рабочий день начинался с физической подготовки. Утренняя физзарядка космонавтов поначалу продолжалась 25 минут, а затем возросла до 40 минут. Она включала ходьбу, небольшие пробежки в медленном темпе, упражнения с резиновой лентой, набивными мячами, групповые упражнения, подвижные игры с мячом, упражнения для тренировки вестибулярного аппарата, а также 8—10-минутный бег без остановки. Методика занятий была комплексной, что позволило разнообразить физические упражнения, сделать занятия эмоционально насыщенными. Например, плавание сочеталось с прыжками в воду, легкая атлетика со спортивными играми.

Г. С. Титов любил гимнастику и тренировки на велосипеде, бег на лыжах и игру в хоккей.

Увлекался акробатикой. Если в начале тренировок он мог подтянуться на перекладине только 9 раз, то к концу — 16 раз, а время удержания угла в виси на перекладине увеличилось с 16 до 47 секунд. Кроме того, Г. С. Титов хорошо овладел техникой спортивных игр — баскетбола, волейбола, футбола.

Систематические упражнения на батуте, лопинге, рейнском колесе совершенствовали координацию движений, умение владеть телом и повышали устойчивость вестибулярного аппарата. Все это имело большое значение для успешного выполнения космического полета на корабле «Восток-2».

А вот к парашютной подготовке Г. С. Титов отнесся вначале скептически. Вообще, будучи старшим врачом авиационного полка, я часто сталкивался с тем, что многие летчики-истребители с большим желанием и энтузиазмом летали на самолетах и неохотно выполняли прыжки с парашютом, хотя парашютная подготовка крайне важна в летном деле.

Парашютные прыжки выполнялись и днем, и в сумерки, и в ночное время. Прыгали не только на сушу, но и на воду — как в обычной одежде, так и в специальном снаряжении. Не прекращались тренировки и на наземных тренажерах — скажем, прыжки с вышки, на подвижных подвесках.

За два часа перед прыжками врачи определяли общее состояние космонавта, а также оценивали его поведение. Записывали электрокардиограмму, подсчитывали частоту пульса, дыхания, определяли вес тела, жизненную емкость легких и мышечную силу кистей рук, регистрировали температуру тела. Велась киносъемка лица.

В ходе парашютной подготовки Г. С. Титов выполнил 46 прыжков. Психологические наблюдения показали, что эмоциональная реакция была более выражена в первой половине цикла тренировок. Он уже свободно владел телом в полете к тому времени, когда начались прыжки с задержкой раскрытия парашюта, равной 25—30 с. При медицинском обследовании после прыжков у Г. С. Титова наблюдалось повышение температуры тела на 0,5—1,0°, незначительное учащение дыхания на 2—7 циклов в минуту и уменьшение веса тела на 200—300 г. С каждым прыжком сердечно-сосудистая, дыхательная и мышечная системы все лучше приспосабливались к воз-

действию стрессового фактора. Если в первый день прыжков частота пульса была 104 удара в минуту, то на 8-й день она уже составила всего 80 ударов, при исходных 77 ударах в минуту.

На центрифуге Г. С. Титов первый раз тренировался, будучи дублером Ю. А. Гагарина, а затем перед своим космическим полетом. Во время вращения создавались как постоянные по величине поперечные перегрузки, так и перегрузки, имитирующие выведение корабля на орбиту и возвращение на Землю.

Г. С. Титов отмечал, что субъективно перегрузки, характерные для выведения космического корабля на орбиту, воспринимались им значительно легче, чем для возвращения на Землю.

Необходимыми были и полеты на самолете, создававшие условия кратковременной невесомости. В каждом полете выполнялось по три параболических горки. Длительность невесомости составляла 40—45 с. В начале и в конце параболы действовали перегрузки около $3,5 \pm 0,5$ единиц в течение 15 с. А руководил этими исследованиями Е. М. Юганов, я ему помогал.

Любопытны записи, которые Г. С. Титов делал после каждого такого полета.

Первый полет 26 мая 1960 года: «На первой горке сидел, ничего не делал. Предметы плавают в кабине. Новым было необычное ощущение легкости. Очень приятно. Пробовал на второй горке выполнить задание на координографе. Ничего трудного. На третьей горке снимал маску; когда стал надевать, то левую свободную лямку на месте не нашел, так как она плавала выше. Учел это и поймал ее сразу. Вообще вся эта процедура пребывания в невесомости — очень приятная штука».

...Третий полет 31 мая 1960 года: «Первая и третья горки выполнялись обычно. На вторую горку ввод самолета производили с перегрузкой до 5 единиц. При переходе к невесомости впечатление такое, чтоходишь в горизонтальный полет, а затем уже через 5—10 секунд наступает „адаптация“, и невесомость ощущается во всем ее великолепии. Дышится легко, веса тела не чувствуешь, все предметы плавают, можно любой взять и „подвесить“ где угодно. Чувствую себя очень хорошо».

При подготовке к космическому полету учитывалась также возможность аварийного

повышения температуры в кабине корабля. Для этих целей в специальной термокамере была проведена сначала серия ознакомительных, а затем и тренировочных испытаний в условиях температуры воздуха $+70^\circ$, влажности 30% и скорости движения воздуха 1,5 метра в секунду.

Во время испытаний Г. С. Титов сидел в кресле, точно выполнял все задания экспериментатора, которые необходимы были для измерения показателей, а в свободное время читал книгу.

Как известно, при взлете космического корабля на организм космонавта непродолжительное время действует вибрация. В лабораторных условиях на специальном вибростенде Г. С. Титов прошел цикл тренировок, отчего вибрация в полете не оказала существенного влияния на самочувствие космонавта и его работоспособность.

Новым для всех космонавтов стало испытание в сурдокамере — камере тишины. Одну из барокамер переоборудовали так, что космонавт полностью изолировался от внешнего мира. Внутри установили стол с настольной лампой, кресло, телевизионную камеру, специальный пульт. Запас воды и продуктов был рассчитан на 10—15 суток. Одна из особенностей эксперимента — Г. С. Титову дали «перевернутый» распорядок дня. В дневное время он отдыхал, а с четырех часов утра выполнял задания. В сурдокамере Герман Степанович читал стихи, рисовал, по радиосвязи информировал о своем самочувствии, сообщая о кровяном давлении, температуре тела, влажности и температуре воздуха.

Велись в сурдокамере и психологические исследования — работа с черно-красными таблицами. В ходе этого эксперимента создавались различные помехи (речевые, звуковые, импульсные световые вспышки, музыкальные ритмы), которые мешали космонавту сосредоточиться. А перед ним — таблица, где в 49 квадратах были цифры черного (от 1 до 25) и красного (от 1 до 24) цвета в случайной комбинации, что исключало запоминание. Космонавт должен вести счет черных чисел в возрастающем, а красных — в убывающем порядке, чередуя эти действия. Одновременно требовалось показывать эти цифры в таблице. А магнитофонная запись ответов позволяла регистрировать результаты работы и реакцию космонавта на помехи. За каждым его дей-

ствием велось постоянное врачебное наблюдение в окно иллюминатора и с помощью кинокамеры.

Г. С. Титов все задания выполнил без ошибок. Сурдокамеру он покинул несколько утомленный, обросший бородой, но не потерявший бодрого расположения духа.

С. П. Королев так характеризовал Г. С. Титова: «Пожалуй, примечательные черты Германа Степановича — это быстрота реакции, сообразительность, хладнокровие, и вероятно, самое ценное — наблюдательность, способность к серьезному анализу. При важности всех других, два последних качества в данном полете имеют особое значение».

На завершающем этапе подготовки к полету Г. С. Титов тренировался на стенде-тренажере. Цель тренировок на этом стенде — отработка навыков в эксплуатации космического корабля, приобретение и закрепление навыков по выполнению операций, необходимых в полете, в том числе по ручному управлению кораблем, и изучение индивидуальных особенностей космонавтов.

В качестве кабины пилота на стенде-тренажере использовалась кабина корабля «Восток». Это был небольшой шар, объемом 5 м³, оснащенный необходимыми приборами и аппаратурой, со штатной системой жизнеобеспечения, водой и космической пищей. Все, как в реальном полете. Здесь же — пульт управления, вентилятор, глобус, по которому космонавт определяет местонахождение корабля. На стенде-тренажере проигрывалась вся программа предстоящего полета.

Немаловажное значение в подготовке Г. С. Титова придавалось исследованиям в макете кабины корабля «Восток». Отрабатывались элементы полетного задания, проверялась подгонка скафандров, крепление электродов для датчиков для регистрации физиологических показателей, уточнялся рацион питания на борту. Во время тренировок (космонавт был в скафандре) выполнялась запланированная программа полета, проводился комплекс вестибулярных проб и накапливались исходные данные для сравнения с результатами, которые будут получены в реальном полете.

Испытания в макете кабины корабля «Восток» шли с использованием системы кондиционирования воздуха, других средств и систем жизнеобеспечения, физиологической



Г. С. Титов тренируется на лопинге в спортивном городке Центра подготовки космонавтов (ныне — имени Ю. А. Гагарина)

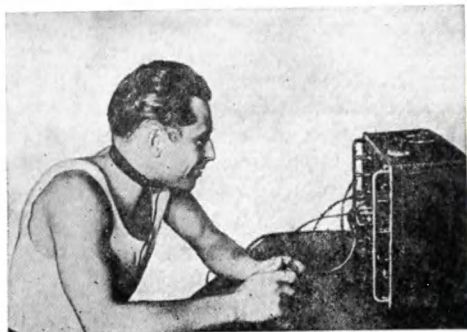
аппаратуры, штатного кресла и двухсторонней радиосвязи. За два часа до начала очередного эксперимента Г. С. Титову накладывали датчики для регистрации физиологических показателей, надевали скафандр и помещали в кабину макета. Физиологические показатели регистрировались каждые 90 минут.

Исследования в макете корабля «Восток» завершали систему тренировок космонавта перед космическим полетом.

К середине июля 1961 года Г. С. Титов полностью закончил все запланированные занятия и тренировки в Центре подготовки космонавтов. Специальная комиссия сделала заключение о готовности космонавта к полету на корабле «Восток-2».

С. П. Королев долгое время размышлял, какой продолжительности должен быть второй космический полет. Мнения высказывались разные. Мне вспоминается обсуждение

Перед полетом на космическом корабле «Восток-2» Г. С. Титов проходил комплексные физиологические обследования на специальной медицинской аппаратуре





В предполетные занятия входило также изучение снафандра, в котором Г. С. Титову предстояло находиться на орбите в кабине космического корабля «Восток-2»

этого вопроса среди медиков. Многие из нас, в том числе Н. М. Сисакян, В. В. Парин, В. И. Яздовский, О. Г. Газенко, Н. Н. Гуровский, Е. М. Юганов, полагали, что увеличивать пребывание человека в невесомости надо постепенно. Поэтому продолжительность полета не должна превышать 3-х витков. Было не ясно, как невесомость в течение суток повлияет на психическое состояние человека, на сердечно-сосудистую и дыхательную системы, на вестибулярный и зрительный анализаторы и на работоспособность космонавта. Да и американские ученые сначала планировали только кратковременные полеты.

Но С. П. Королев в беседах с разными специалистами, медиками и космонавтами приводил убедительные доводы в пользу увеличения продолжительности полета до одних суток. Во-первых, это подтверждалось успешным суточным полетом животных на втором и третьем космических кораблях-спутниках. Во-вторых, полет Ю. А. Гагарина на корабле «Восток» прошел благополучно. В-третьих, это будет значительный шаг вперед в изучении

космического пространства. Кроме того, «Восток-2» полетит по «космической тропе» Ю. А. Гагарина и район приземления должен быть там же, где приземлился корабль «Восток».

Эту идею поддержали Г. С. Титов и другие космонавты.

По докладу С. П. Королева Государственная комиссия приняла решение о выполнении Г. С. Титовым суточного космического полета, а дублером был утвержден А. Г. Николаев.

СУТКИ, КОТОРЫЕ ВОСХИТИЛИ МИР

После полета Ю. А. Гагарина Г. С. Титов и его дублер А. Г. Николаев досконально изучают новую технику, сложную аппаратуру и приборы, тренируются, участвуют во многих испытаниях. Они бывают в конструкторском бюро, на заводах, в различных институтах и лабораториях.

Оба космонавта беседовали с Ю. А. Гагариным, который рассказывал о своих ощущениях в полете, говорил, на что надо обратить особое внимание. Вместе они анализировали его отчет. Потом совместно с другими космонавтами написали инструкцию по технике пилотирования космических кораблей, где последовательно обозначен порядок действий космонавта на различных участках полета.

Перед полетом на космодром космонавты посетили Красную площадь, потом гуляли по Москве. К памятнику Пушкину Г. С. Титов принес букет живых цветов...

На Байконуре у космонавтов был жесткий распорядок дня. Занимались физическими упражнениями, изучали программу полета, согласовывали со специалистами вопросы по документации, заполняли и сверяли бортовые журналы. Побывали в корабле, посидели в пилотском кресле, еще раз ознакомились с аппаратурой, приборами и «мысленно» проиграли полет. Самочувствие у обоих космонавтов было хорошее, жалоб никаких не было.

Ночь перед полетом Г. С. Титов и А. Г. Николаев провели в том же домике, что и Ю. А. Гагарин. Герман спал на «своей» койке, а Андриян расположился на койке Гагарина. Сон был крепким и спокойным. Наутро, когда их разбудили врачи Е. А. Карпов и А. В. Никитин, космонавты сделали физзарядку, позавтракали. Медицинский осмотр никаких от-

клонений не выявил. Пульс, частота дыхания и артериальное давление были в пределах нормы. За несколько часов до полета на космонавтов надели поясную систему с датчиками и электродами. Такая система применялась впервые в космической практике, и датчиков было больше, чем у Ю. А. Гагарина. Электродами были серебряные диски диаметром 20 мм и толщиной 0,3 мм, сверху покрытые порошеном. После этого космонавты надели нательное белье и скафандры.

Как вспоминает Г. С. Титов, «утро в этот день было прекрасное, настроение хорошее». На специальном автобусе обоих космонавтов доставили на стартовую площадку. Г. С. Титов доложил председателю Государственной комиссии о готовности к космическому полету, попрощался со своим дублером, с друзьями-космонавтами, с С. П. Королевым и членами Государственной комиссии.

Затем космонавт поднялся на лифте, вошел в кабину корабля, расположился в кресле, подключил все разъемы, проверил скафандр, связь, работу динамика «Заря» и доложил о готовности к полету. За пять минут до взлета включили телеметрическую систему, посредством которой получали данные о сердечной деятельности и частоте дыхания. Частота пульса перед полетом составляла 106 ударов в минуту, частота дыхания — 20 циклов в минуту. Впрочем, отклонения от нормы — сугубо нервно-эмоционального происхождения. Самочувствие же, как передал Герман Степанович, было отличное.

Космический корабль «Восток-2» с космонавтом Г. С. Титовым на борту стартовал 6 августа 1961 года в 9 часов утра. Двадцать миллионов лошадиных сил со скоростью 28 тысяч километров в час вывели корабль на околоземную орбиту.

Перегрузки, шум работающих двигателей и вибрацию на активном участке полета Г. С. Титов перенес хорошо. Переход от перегрузок к состоянию невесомости сопровождался у него быстро проходящими нарушениями ориентировки в пространстве. Возникло ощущение, будто он летит в перевернутом положении, что его «подвесили за ноги вниз головой». Через минуту-полторы все это прошло полностью.

В условиях кратковременной невесомости на самолете подобных ощущений у Г. С. Титова не было. Следует сказать, что и в по-

следующих полетах многие космонавты при переходе от перегрузок к невесомости отмечали аналогичные пространственные иллюзии.

Через несколько минут после наступления невесомости Г. С. Титов снял перчатки, открыл гермошлем и произвел проверку бортового оборудования. Выполняя работу, он обратил внимание, что резкие повороты головы как вправо, так и влево вызывают неприятные ощущения, напоминающие головокружение. Это явление в условиях невесомости впервые было замечено Г. С. Титовым, и в дальнейшем по его рекомендации все космонавты, совершавшие полеты на различных космических аппаратах, в начальном периоде невесомости старались меньше поворачивать голову.

В полете Г. С. Титов без особых затруднений осуществил во всех режимах ручную ориентацию корабля. Он так говорил об этой работе: «Управлять кораблем легко, удобно, можно ориентировать его в любом заданном положении и в любой момент направлять, куда надо. Я чувствовал себя хозяином корабля. Он был послушен моей воле, моим рукам». Киноаппаратом «Конвас» Г. С. Титов впервые в мире провел съемку неба, поверхности Земли и Луны.

Работал Г. С. Титов с огромным желанием и эмоциональным подъемом. Конструкция кабины корабля «Восток-2» и ее размеры обеспечивали космонавту необходимые удобства в выполнении всех рабочих операций, в проведении различных исследований и экспериментов. Системы кондиционирования и регенерации воздуха в сочетании с индивидуальным снаряжением космонавта создавали благоприятные условия, которые не вызывали напряжения регуляторных механизмов.

Врачи постоянно следили за состоянием здоровья космонавта-2, проводили анализ физиологических показателей, полученных в ходе полета. Результаты медицинского контроля периодически докладывались С. П. Королеву. Во время радиопереговоров Г. С. Титова с операторами наземных станций специалисты следили за тембром голоса, не меняется ли его звучание. А при передаче телевизионного изображения наблюдали за лицом космонавта на экранах специальных устройств, одновременно изображение фиксировалось на фото- и киноплёнке.

Через два часа после старта космонавт выполнил ряд вестибулярных проб (в виде ри-



Г. С. Титов выступает на пресс-конференции после успешного полета на космическом корабле «Восток-2»

сунков) и не сделал никаких ошибок. Без ошибок провел он и пробы на отсчет двадцатисекундных интервалов времени, на координацию движений с открытыми и закрытыми глазами. Как и на земле, правильно и без ошибок нарисовал пятиконечные звезды и спираль в 2,5 витка. Почерк в полете не менялся.

Приближалось время первого космического обеда. Он состоял из трех блюд: на первое суп-пюре из тубика, на второе — мясной и печеночный паштет, на третье — черносмородиновый сок. В наборе продуктов были хлебцы, кусочки копченой колбасы, витаминизированное шоколадное драже, лимонные дольки и комплект различных туб. Как заявил сам космонавт, особого аппетита во время полета у него не было, но глотание не нарушалось,

вкусовые ощущения тоже сохранялись. Вода содержалась в специальном бачке, и Г. С. Титов пил ее без особых затруднений, пользуясь мундштуком и шлангом.

На четвертом витке полета в течение часа космонавт-2 отдыхал. После отдыха впервые в космосе выполнил физзарядку.

Ужинал Г. С. Титов на шестом витке, а на седьмом лег спать. Впоследствии в своей книге «700 000 километров в космосе» он писал: «Сон должен был не только снять охватившую меня усталость, но и в какой-то степени помочь избавиться от неприятных ощущений, связанных с естественными в условиях невесомости нарушениями вестибулярного аппарата».

Во время сна Герман Степанович два раза просыпался, частота пульса была 53—67 ударов в минуту. Действительно, после сна, как и предвидел космонавт-2, исчезли неприятные ощущения, усталость. После физзарядки позавтракал и приступил к дальнейшему выполнению научных исследований и экспериментов.

За три часа до посадки Г. С. Титов в последний раз провел вестибулярные пробы, которые практически не отличались от предыдущих. На шестнадцатом витке последовало сообщение с Земли о готовности к заключительной операции. Тормозные перегрузки Г. С. Титов перенес хорошо. На завершающем этапе он катапультировался и на парашюте приземлился в поле недалеко от поселка Красный Кут в Саратовской области.

К месту посадки прибыли Е. А. Карпов, А. В. Никитин, В. Я. Клоков и А. Г. Николаев. Встреча была радостной. В самолете медики сняли с космонавта комбинезон, медицинский пояс с датчиками, измеряли давление, считали пульс. Здесь же, в самолете, Г. С. Титов и заснул крепким земным сном.

Так же, как и Ю. А. Гагарина, советские люди восторженно встречали пионера космических трасс Г. С. Титова. По улицам Москвы, на Красной площади разлилось людское море. Москвичи вышли встречать космонавта, неся его портреты, флаги, транспаранты.

«ПОКОЙ НАМ ТОЛЬКО СНИТСЯ...»

С сентября 1961 года начались многочисленные «земные витки» Г. С. Титова. После полета он побывал во многих странах — ГДР,

Болгарии, Югославии, в Афганистане, Индонезии, Бирме, во Вьетнаме, США... Встречался с Т. Живковым, И. Броз Тито, Хо Ши Мином, Дж. Кеннеди, с другими государственными деятелями. Многие правительства наградили Г. С. Титова высшими наградами своих стран. Он — Герой Народной Республики Болгарии, Герой Труда Социалистической Республики Вьетнам, Герой Монгольской Народной Республики, награжден орденом Карла Маркса.

После учебы в Военно-воздушной инженерной академии им. проф. Н. Е. Жуковского Г. С. Титов становится летчиком-испытателем. Он изучает новую технику, упорно тренируется на летных тренажерах. Более 1500 раз поднимались в голубые выси могучие крылатые машины разных типов, ведомые летчиком-испытателем Г. С. Титовым.

Одновременно космонавт-2 досконально изучает новые космические корабли «Восход», «Союз» и орбитальные станции типа «Салют». Часто приезжает на запуски космических кораблей в Байконур, бывает в Центре управления полетом. После своего космического

старта Г. С. Титов написал книги: «700 000 километров в космосе», «17 космических зорь» и «Моя голубая планета». Так раскрылась новая — литературная — грань его дарований.

Почти четверть века прошло с того, теперь уже легендарного полета космического корабля «Восток-2». И вот мы празднуем 50-летие генерал-лейтенанта авиации Германа Степановича Титова. Космонавт-2 по-прежнему полон сил и кипучей энергии. Человек большой культуры, талантливый во всем, он остается доброжелательным, простым и искренним в обращении с людьми. Неумоимо работает. И конечно же, никогда не забывает те сутки полета, те 17 космических зорь, которые так много дали и ему, и земной науке, и, пожалуй, всем людям на планете...

Землетрясения и температура земных недр



В последнее время стала накапливаться информация о том, что перед сейсмическими толчками возрастает температура окружающих земных недр. За два с половиной месяца перед Пржевальским землетрясением (1970 г.) повысилась температура и уровень воды в скважине «Пржевальск»; в три раза возрос тепловой поток за два года до Дагестанского землетрясения (1970 г.); на несколько градусов изменялась температура в скважинах и горячих источниках Ферганской депрессии за 10—20 суток перед землетрясениями, разразившимися там в 1974—1976 годах. Отмечено также, что вариации температуры горных пород «обгоняют», а то и сопровождают подземные толчки вблизи вулкана

Узу в Японии. Однако все эти измерения не носили систематического характера.

Первые систематические измерения температуры недр в сейсмической зоне были проведены в 1981—1982 годах в скважине «Биладжик» на Шекинском полигоне в Азербайджане. Е. А. Любимова, А. Ш. Мухтаров, Т. А. Исмаил-заде (Институт физики Земли АН СССР, Институт геологии АН АзССР, ЮжНИИ Геофизика) провели анализ данных, причем сведения о сейсмической обстановке на полигоне они взяли из Каталога землетрясений Азербайджана и ежегодника «Земле-

трясения в СССР». Во время этих длительных измерений теплового потока на глубине в несколько сот метров под земной поверхностью четырежды фиксировались аномальные вариации температуры недр. И каждый раз они предвещали тот или иной сейсмический толчок.

Нагревание горных пород в области готовящегося землетрясения все больше привлекает внимание исследователей. Температура недр, как считают ученые, может повышаться в процессе разрушения пород, а также при движении блоков с трением вдоль разломов в земной коре. Полагают, что тепло из области разрушения передают подвижные флюиды, которые особенно активизируются, когда вблизи очага землетрясения число трещин в горных породах начинает расти, подобно лавине.

Физика Земли, 1985, 4.

Герой Советского Союза
летчик-космонавт СССР
кандидат технических наук
Ю. Н. ГЛАЗКОВ



Встречи с Землей

В 1986 году московское издательство «Машиностроение» выпустит книгу Ю. Н. Глазкова «Земля над нами», посвященную полету В. В. Горбатко и Ю. Н. Глазкова в 1977 году на орбитальной станции «Салют-5». Это — книга воспоминаний, конкретных и вместе с тем не ограниченных рамками одного полета, книга, где личные впечатления о работе космонавта переплетаются с размышлениями о путях науки, о судьбе планеты. «Земля над нами» — как бы взгляд с космических высот на Землю, взгляд космонавта сквозь призму нужд человеческих. Мы предлагаем вниманию наших читателей фрагменты из книги, любезно предоставленные ее автором «Земле и Вселенной».

Человечество стремится в космос, постепенно осваивая окружающее нашу планету пространство. Земляне побывали на Луне, длительность полетов на околоземной орбите уже превысила полгода, далеко ушли автоматы — на окраины Солнечной системы. И чем больше человек познает, тем больше возникает перед ним вопросов, требующих разрешения.

ВЗГЛЯД С ВЫСОТЫ

В космосе многое стало привычным, но это общая фраза, а на самом деле каждого космонавта, особенно если он летит впервые, непременно что-то поражает, удивляет, восхищает.

Когда находишься в невесомости, понятия «верх» и «низ» теряют изначальный смысл. И очень часто: поглядишь в иллюминатор, а там, под ногами, — черное звездное небо, а над головой — Земля. Словно все в мире меняется местами. И не сразу, далеко не

сразу привыкаешь к такому положению вещей.

Перед стартом один из друзей попросил меня записать на магнитную ленту мои впечатления о смене дня и ночи на орбите. Эта пленка у меня сохранилась. Вот что там записано: «На дневной стороне звезд я не видел... глядя назад, на темное небо, звезды можно различить... Как фонари висят. Мерцания не замечаю. Они хорошо видны сквозь атмосферу Земли... Около станции опять летает много частичек, особенно после того, как двигатели сработают, „хлопнут“. Частички эти можно легко перепутать со звездами... Теперь я уже научился их отличать по угловому перемещению относительно настоящих, неподвижных звезд.

Подходим к рассвету, к космической заре. Примерно так: темная Земля, чуть светлее атмосфера, далее голубая полоса, а сверху красная. Чудо, да и только. Верхняя полоса становится ближе к желто-золотому. Скоро выскочит из-за горизонта Солнце — начинает вся стройность горизонта как-то вспучиваться, горбиться. Вот и выскочило Солнце и заливает все кругом ярким, слепящим светом. На

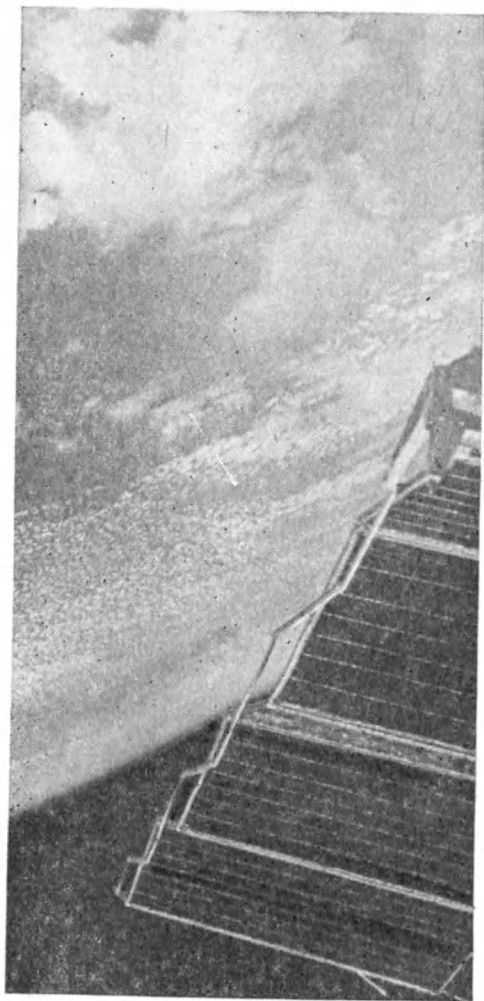
Солнце смотреть невозможно. Отворачиваю взгляд в сторону, еще могу видеть звезду. Но и она пропала. Клин зари превратился в свет дневной. А там, сзади, черный космос и звезды».

Краски Земли разнообразны: на севере — льды, на экваторе — лето. Яркая зелень джунглей, белизна заснеженных гор, синь океана... — вся эта гамма цветов причудливо переливается, сплетается в одну изумляющую и восхищающую картину, созданную самой природой. Здесь можно увидеть и захватывающие краски Серьена, и пронзительно-резкие тона Ван Гога. Пейзажи Африки, Австралии, Южной Америки иногда поражают пламенно-алыми, лиловыми, красноватыми тонами, мерцающими в лучах Солнца. Это уже чем-то напоминает картины Гогена. А на самом деле все гораздо прозаичней: пески, почва, богатая железом, колышущаяся саванна.

Океан похож на переплетенные лозы; на верное, наложение волн создает такую сложную картину. Океан живет своей, беспокойной жизнью. В его просторах можно видеть и течения, и огромные круговороты. Разнообразны цвета океана, вообще он на удивление многолик. Вглядываясь в него с орбиты, видишь коралловые атоллы, во множестве встречающиеся у Австралии, в Малайском архипелаге. Они похожи на подкову, снаружи их окутывает белесый прибой; сама подкова, покрытая пальмами, зеленоватого цвета, а внутренняя вода — чистый, глубокой зелени изумруд.

Однажды мы с Виктором Горбатко были поражены такой картиной. У острова Ява океан вдруг «раскрылся» нашему взгляду: появились очертания дна, подводные хребты, темные колышущиеся массы, может быть, это была подводная растительность. Потрясающе, неправдоподобно, но та. было! Подводный мир, увиденный с высоты 250 километров... Фантастика!

Пролетая над горными хребтами западного побережья Южной Америки, над потухшими вулканами, заглянули в жерло одного из них. И опять чудо, опять неожиданность. В жерле вулкана мы увидели озеро. Голубое озеро, чистое и глубокое, причем голубизна его окраин сгущалась к центру, уплотняясь прямо-таки до черноты. Слово неведомый глаз устремлен в космос, на нас. Земное око, распахнутое в бесконечность...



Вот такой видна Земля в иллюминатор космического корабля. Не слишком-то огромная на самом деле и потому при взгляде с космической орбиты — особенно родная...

Впрочем, это образное сравнение. А вот что касается реального, человеческого глаза — древнейшего инструмента наблюдений, то в космосе он демонстрирует удивительные способности. Он может, например, с высоты 200—350 километров различить такие детали, про которые обычно говорят: «Увидеть нельзя».

А. Г. Николаев видел улицы городов, В. Ф. Быковский — инверсионные следы самолетов, след корабля в Средиземном море.

В. И. Севастьянов сумел разглядеть тот самый дом в Сочи, где он родился и вырос. А космонавты Л. И. Попов и В. В. Рюмин, пролетавшие над Африкой на высоте 350 километров, вдруг ясно увидели крыши хижин африканского селения.

Вот что писал Г. Купер, американский астронавт: «Я мог различить отдельные дома и улицы в такой безоблачной и сухой зоне, как район Гималайских гор... Я разглядывал паровоз, заметив сначала его дым... Я видел также след корабля на большой реке в районе Бирмы—Индии... и яркий оранжевый свет от британского нефтеочистительного завода к югу от города Перт в Австралии».

Сначала ученые относились с недоверием к этим сообщениям. Но полетов становилось все больше, статистика наблюдений росла, и уже не удивляли сообщения о наблюдении городов, кварталов, шоссе и железных дорог. И все-таки некоторые феномены зрения еще требуют объяснения.

В Южной Америке есть длинное шоссе. Как и многие протяженные объекты, оно хорошо видно из космоса. Частенько мы скользили взглядом вдоль этой автострады, конец которой (или начало?) упирался в большой и красивый город. Однажды, провожая взглядом извивающееся далеко под нами шоссе, я заметил яркий отблеск. Непроизвольно взгляделся и увидел... автобус? Что это? Действительно сумел различить автобус или показалось? Ведь как все получается... Шоссе, солнечный отблеск на нем... Первое, что приходит в голову—машина. Сознание подсказывает: это очень далеко; поэтому, а вернее, может быть, поэтому строится образ большой машины—автобуса. Видел это я один. Характер наблюдений субъективный. Так что утверждать, что видел, а не вообразил, не могу. И тем не менее...

«Все видеть, все понять, все знать,
все пережить.
Все формы, все цвета вобрать в себя
глазами,
Пройти по всей земле горящими
ступнями...»

Прекрасные стихи написал Максимилиан Волошин. Они удивительно точно отражают настроение космонавта.

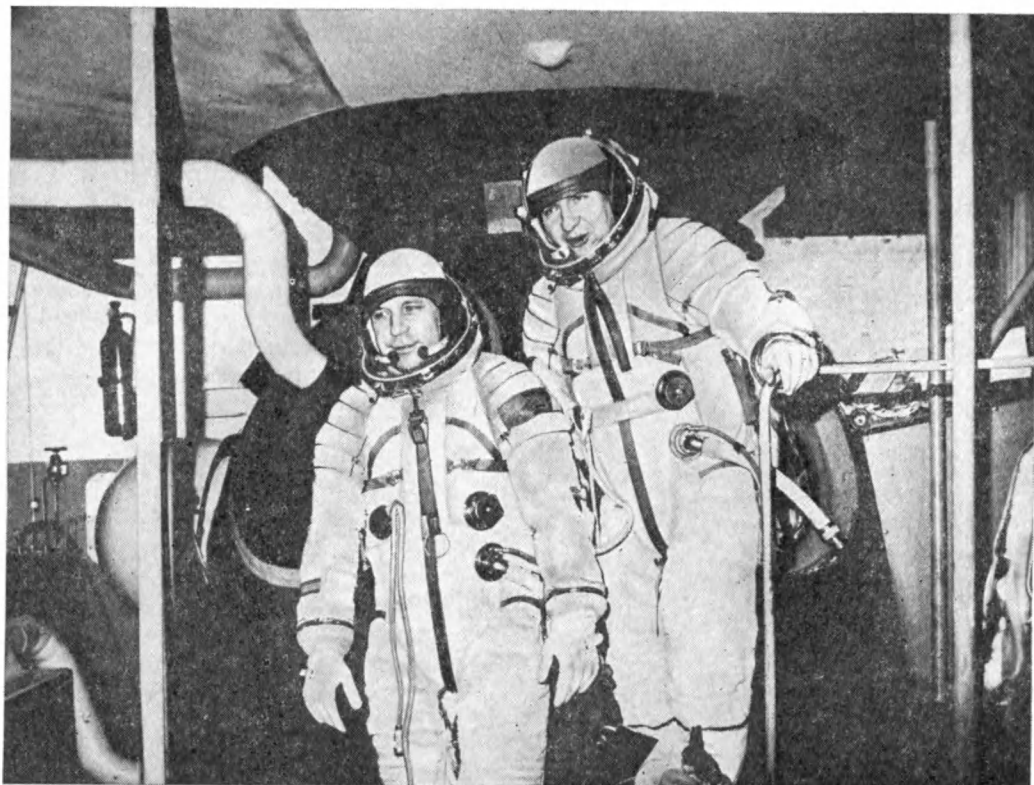
КОСМОНАВТЫ НА ЗЕМЛЕ

Вспоминаю 1970 год, тренировку в пустыне Каракумы. Отрабатывались навыки, необходимые, чтобы выжить, если спускаемый аппарат приземлится в пустыне.

Группами по два человека нас «разбросали» среди барханов. В нашем распоряжении часть парашюта, сублимированная пища и около трех литров воды. И это все, если не считать бескрайнего песка, сорока пяти градусов жары, ветра до двадцати метров в секунду и ночного холода. То была интересная и трудная работа. Быстро соорудили навес, чтобы в его тени укрыться от палящего солнца. Но навес надо соорудить на какой-то опоре, а ничего похожего на столбики у нас под рукой не было. Тогда отрезали штанину гидрокостюма, насыпали внутрь песок, и получилась отличная опора. Одна, вторая, четвертая—и уже можно натягивать тент. Здесь солнце не жжет, но ветер заносит песком все: песчинки режут глаза, скрипят на зубах, они в воде и в продуктах. Если устроить тент так, чтобы он защищал и от ветра,—образуется застойная зона, растет температура, недалеко и до теплового удара. Воздух горячий, над землей висит марево, все кругом движется и шуршит, становится расплывчатым и нереальным.

Вот так, борясь с ветром, песком и жарким солнцем, мы провели весь день. На своем опыте убедились, что вода—самая драгоценная жидкость на Земле. На следующее утро начали исследовать окрестности. Оказалось, под нами—засыпанный песками старинный город. Пески, перекатываясь, то обнажают его развалины, то укрывают вновь. Нашли глиняный кувшин, в нем—горсть монет с причудливой арабской вязью, ставших зельными и ломкими. Занимаясь «археологическими поисками», натолкнулись на довольно большой саксаул. Решили, приладив к нему парашют, соорудить нечто похожее на шалаш. Устроились неплохо, а самое главное, к нам стало попадать намного меньше песка. Так прожили второй день. Тренировки убедили нас, что продержаться в пустыне можно, хотя она безжалостна и коварна.

Были подобные тренировки и в других условиях: в лесу, в горах, на море. Море тоже по-своему проявляло свой характер, к которому приходилось изо всех сил при-



В. В. Горбатко (слева) и Ю. Н. Глазков
во время предполетной тренировки

способливаться. Оно то было спокойным, то штормило. Пенистые валы захлестывали модуль нашего маленького космического корабля, и вот при таком волнении надо было освободиться от скафандра, надеть специальный костюм, в котором можно плавать, выпрыгнуть из вертящегося волчком корабля. А потом попадаешь во власть волн, они тебя качают, кидают из стороны в сторону, стараются растащить экипаж далеко друг от друга, вырвать из рук снаряжение. В таких условиях ты должен уметь очень много. Например, пользоваться радиостанцией, сигнальными устройствами, рыболовными снастями, уметь пить и есть прямо на волнах. Одним словом, нам доставалось. Мне не раз приходилось работать на море. С какой завистью смотрел в иллюминатор на берег, где люди купались и загорали!.. В лесу тоже свои «прелести», особенно зимой: нужно в любое время развести костер, приготовить пищу, поймать дичь.

В горах трудностей не меньше. И всему необходимо научиться. Тренировки эти очень важны, и мы к ним всегда относились с полной серьезностью, потому что все они в итоге «работали» на предстоящий космический полет.

КОСМОС — ЗЕМЛЕ

Астрономия — древнейшая наблюдательная наука — в течение последних десятилетий переживала поистине революционные изменения. Тысячелетиями единственным «инструментом» для наблюдения бесчисленных космических тел был человеческий глаз. Развитие новых разделов астрономии в значительной степени определялось «прозрачностью» земной атмосферы, приоткрывающей свою завесу лишь в некоторых интервалах радио-, инфракрасного и оптического диапазонов. Наблюдения в других диапазонах волн настоятельно требовали выноса регистрирующей аппаратуры за пределы земной атмосферы. Это стало реальным в век ракетно-космической техники.



При возвращении на Землю не исключены непредвиденные осложнения. Так, например, спускаемый аппарат может приводниться где-либо в океане. Очень непросто продержаться на волнах до прибытия поисковиков. На снимке: космонавты Б. Фарнаш (ВНР) и В. Н. Кубасов во время морской тренировки

Всегда проблемой из проблем было предсказание погоды. И лишь запуск специализированных спутников Земли, полеты человека в космос открыли здесь новые перспективы. Какой же представляется служба погоды в ближайшем будущем? Это должна быть глобальная система наблюдений, дающая обширную информацию об атмосфере, океане, суше. Существенная роль в такой глобальной системе будет отведена спутниковой системе, состоящей из ряда геостационарных спутников, а также спутников, обращающихся по полярным орбитам. В океанах уже работают специальные суда — «корабли погоды», автоматические буйковые системы появятся в различных уголках Мирового океана. Не последняя роль отводится самолетам-лабораториям, ракетным зондам и воздушным шарам — разведчикам погоды. Громадный поток информации станет передаваться по каналам

связи, оперативно обрабатываться и использоваться для составления прогнозов на две недели, месяц, год, а возможно, и на несколько лет вперед.

Человек стремится использовать космические полеты и в своих производственных интересах. Невесомость... Удивительное состояние! В невесомости можно смешивать материалы с существенно различным удельным весом. Что это дает? Скажем, смешать алюминий и свинец на Земле очень трудно, сплав их нестойк, а в невесомости это сделать проще. Замена сплава алюминия и олова (именно он сейчас используется в подшипниках) на сплав алюминия и свинца дает экономию и улучшение эксплуатационных характеристик. Очень перспективны для энергетики сверхпроводники. Но у большинства металлов сверхпроводимость наступает лишь при охлаждении почти до абсолютного нуля (-273 K), а для достижения таких температур необходимы большие энергетические затраты. В невесомости же можно получать сплавы, у которых сверхпроводимость наступает при достаточно «высоких» температурах. Сплаву титана и никеля присущи еще более удивительные свойства — он обладает своеобразной механической «памятью». Если листу такого сплава придать какую-либо форму, а затем охладить его и смять, то при нагревании искореженная гряда металла восстановит былую форму. Перспектива у такого материала очевидна: в космос отправляется компактная деталь, а там под нагревом она превращается в нужное сооружение. В космосе удастся получить более крупные и совершенные кристаллы, чем на Земле. По оценкам специалистов, только производство в космосе некоторых видов кристаллов может дать к 1990 году прибыль в десятки миллионов рублей.

Развитие космических исследований требует создания в будущем крупногабаритных сооружений в космосе: энергетических спутников, антенн радиотелескопов, больших орбитальных станций. Поэтому в космосе сейчас активно ведутся эксперименты, связанные с получением композиционных материалов, многослойных покрытий, которые обладали бы значительно лучшими механическими характеристиками, нежели однородные материалы.

В невесомости различные живые организмы ведут себя по-разному. Одни замедляют свой рост, а другие опережают оставшихся

на Земле. Например, в космосе личинки непарного шелкопряда появились из яиц на два месяца раньше, чем в условиях Земли. Ускоряется и рост многих микробов, в том числе и тех, которые используются в пищевой промышленности и фармакологии. Специалисты считают, что до 80% энергии роста любого растения на Земле идет на формирование стебля: деревья имеют мощный ствол, цветы — стебель. Растение как бы тянется к живительным лучам Солнца, преодолевая силу земного притяжения. А в космосе? Невесомость, по мнению ученых, позволит получить растения с более развитой кроной и меньшим стеблем, а ведь именно в кроне в основном содержится то, что нужно человеку. Для дальних полетов, когда прекратится транспортное сообщение с нашей планетой, особенно важным станет создание замкнутой экологической среды обитания на борту космического корабля. Одним из ее элементов будет выращивание прямо в космосе растений, идущих в пищу.

Невесомость коварна. За легкостью стоит детренированность, вялость мышечного аппарата, изменение кровообращения; вымывается кальций из организма, изменяются костные ткани. А ведь впереди встреча с Землей! У нетренированного человека, оказавшегося в невесомости, может появиться чувство постоянного падения, потеря пространственной ориентации, головокружение, что, безусловно, сказывается на работоспособности. А если полет продолжительный? Ведь путешествия даже в пределах Солнечной системы, к ближайшим планетам, будут длиться годы. Выдержит ли человек? Вот почему медико-биологические исследования вызывают у специалистов такой повышенный интерес.

НАШ «КОСМИЧЕСКИЙ ДОМ»

Нередко нам, космонавтам, приходится отвечать на вопросы о Бермудском треугольнике: как он выглядит из космоса, не видны ли там какие-нибудь чудеса? Нет, ничего необычного в этом районе космонавты не наблюдали. Ничего сверхъестественного, необъяснимого мы там не обнаружили, кроме массы всевозможнейшего мусора.

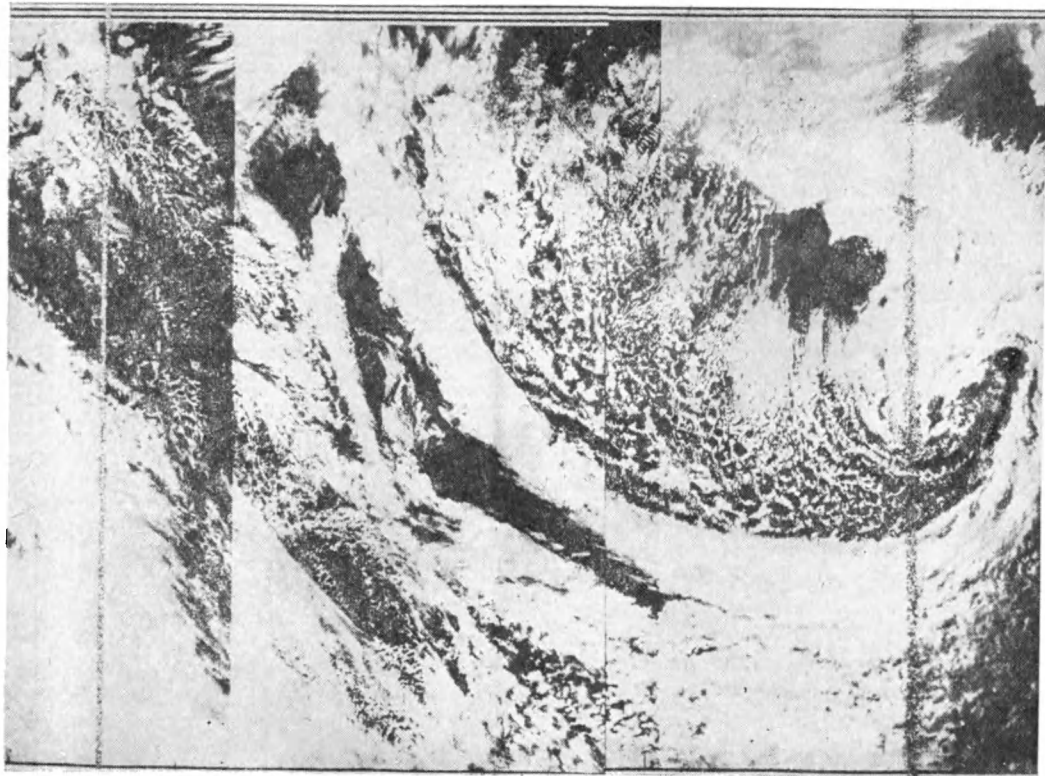
Да, Мировой океан сейчас загрязняется повсеместно. А ведь в жизни на Земле он играет первостепенную роль. Так, во многом

именно Мировой океан определяет климат на планете. Учет всех свойств океана очень важен для прогнозирования погоды, в особенности долгосрочного. Океан поглощает огромное количество тепловой энергии и сохраняет ее длительное время. Испарения с поверхности океана служат главными источниками влаги в атмосфере. Воздушные течения оказывают влияние на океанские течения, а значит, и на перераспределение накопленной океаном тепловой энергии. Однако теперь уже не только природные факторы влияют на изменение погодных условий в тех или иных регионах. При прогнозировании погоды надо учитывать также факторы хозяйственной деятельности человека. Ведь крупные промышленные комплексы — это поглощение и выделение колоссальной энергии, гидроэлектростанции — это значительное перераспределение водных стоков.

По мнению специалистов, достоверными географическими картами охвачены только две трети земного шара; оставшаяся треть — труднодоступные районы. Очевидно, составление карт этих районов будет выполняться с привлечением космических средств. И не только привычных для нас карт, где очерчены береговые линии морей и океанов, где нанесены горные хребты, реки и озера, но и других, более специфических. Народному хозяйству требуется ежегодно более 1000 тематических карт, сотни атласов. Оптимальное их обновление — раз в 5 лет, тогда как ранее карты обновлялись всего лишь через 10—15 лет.

Подсчитано, что пять минут космической съемки эквивалентны съемке той же территории земной поверхности с самолетов или вертолетов в течение 2—3 лет, а если использовать традиционные геологические партии, то на это уйдет 70—80 лет.

Инвентаризация огромных лесных массивов дело непростое и трудоемкое. Совсем недавно составлены карты лесов Забайкалья. И помогли в этом космические снимки. В среднем ежегодно в мире выгорает 2,5% всех лесов. Потери от лесных пожаров огромны. Что же здесь может сделать космонавт? Впервые, обнаружить сам пожар. И в практике пилотируемых полетов такие случаи были, космонавты передавали на Землю информацию об очагах пожаров, о тенденции их распространения. Но ведь важно не только об-



Земная атмосфера все время в движении, области циклонов сменяются антициклонами. Из космоса их границы видны очень хорошо. А ведь от знания того, куда и как перемещаются воздушные массы, во многом зависит качество прогноза погоды

наружить пожар, гораздо важнее его предвидеть, быть готовым ликвидировать его в самом зарождении. Не однажды, прильнув к иллюминаторам, мы наблюдали яркие вспышки и сполохи на ночной стороне Земли — свидетельства мощных электрических процессов в атмосфере. Регистрируя их визуально и приборами, можно предсказывать районы активной грозовой деятельности, а тем самым и места возможных очагов пожара.

Примерно половину всей получаемой космической фотоинформации используют геологи. По космическим снимкам прослежены зоны сгущения трещин в земной коре. А именно по ним в далеком прошлом могли подниматься рудоносные лавы — богатейшие естественные растворы. Обнаружить эти зоны, понять их закономерности, выявить общность образо-

вания традиционными методами — с помощью наземных геологических партий — тяжело. Сколько лет потребовалось лишь для того, чтобы составить карту береговой линии морей и океанов! А из космоса, пожалуйста, — любые фотографии... И мгновенья заменяют сотни лет труда. Скопления трещин обнаружены на Кольском полуострове, в Якутии, в Казахстане и Приморье. Найдены перспективные на нефть и газ районы в Прикаспии и Туркмении. С помощью космических снимков установлены структуры алмазосодержащих районов Якутии, выявлены более перспективные рудоносные зоны в Карелии, зафиксированы многочисленные кольцевые структуры земной коры в областях северо-востока СССР, на юге Сибири, к которым приурочены месторождения цветных, редких и благородных металлов.

Космос позволил человеку «заглянуть» и под Землю. Располагая мелкокомасштабными снимками из космоса, можно проследить некоторые особенности строения «нижнего этажа» геологических структур. А для поисков месторождений полезных ископаемых это очень важно.

Вторгается космонавтика и в различные сферы деятельности человека, в том числе в сельское хозяйство.

Ранней весной космическая съемка позволяет определить запасы снега на полях, после снеготаяния — увлажненность почвы и другие ее характеристики; когда взойдут посевы, нетрудно оценить степень их развития, созревания, поражения сельскохозяйственными вредителями.

По снимкам, сделанным в инфракрасном диапазоне, можно узнать не только распределение температуры почвы на огромных площадях, но и тенденцию к ее изменению, а значит, и более точно определить сроки начала сева. Космическая съемка помогает также идентифицировать сельскохозяйственные угодья, выяснять структуру почв и планировать, что и где лучше сеять: здесь кукурузу, а здесь — сою, пшеницу или рожь.

В этой работе совершенно незаменим метод дистанционного космического зондирования. Различные природные образования обладают специфическим, присутствующим только им спектром отражения солнечного излучения. Но для его регистрации нужен специальный прибор. И такой прибор был создан, название ему — ручной спектрограф. Он регистрирует яркость объекта на каждой длине волны отраженного света. В итоге получается набор фотографий, которые все вместе и представляют собой как бы полный спектр.

Космические исследования позволяют говорить сейчас о создании глобальной системы космических средств, служащей интенсивному развитию сельского хозяйства не только в отдельных регионах нашей страны, но и в общегосударственном масштабе и даже в масштабах межгосударственной кооперации.

Космическая съемка оказалась незаменимой в охране окружающей среды. На снимках из космоса четко видны дымовые выбросы крупных заводов над промышленными центрами, дымы газовых факелов нефтяных скважин, мутьевые выносы в водоемы, крупные карьеры, смог над городами. Уже сейчас начата программа составления карт охраны природы с применением космических средств, что будет способствовать рациональному использованию природных ресурсов и разработке мероприятий по защите окружающей среды.

Предотвратить извержение вулканов пока

невозможно. А предвидеть? В последнее время ученые установили зависимость вулканизма от солнечной активности. А нельзя ли из космоса проследить тенденцию к повышению температуры просыпающегося вулкана, не могут ли космические наблюдения и фотографии прогнозировать направления перемещения облаков пепла и потоков раскаленной магмы? Наверное, можно и это.

Изучение океана — сложнейшая комплексная задача, требующая немалых расходов. Что могут дать космические исследования? Теплые и холодные течения океана, сталкиваясь на больших акваториях, создают турбулентные потоки, способствующие подъему со дна органических соединений, то есть пищи для рыбы. Очертания таких естественных водных регионов хорошо просматриваются с околоземной орбиты, а именно в этих местах весьма часто скапливается рыба. Наиболее вероятными местами подобных скоплений могут быть наблюдаемые из космоса гигантские водовороты в океанах, по которым, как по течению, следуют в безбрежных водах косяки рыб.

Итак, космическое земледелие, рыболовство... Не правда ли, несколько неожиданные словосочетания? С одной стороны — космос, а с другой — Земля. И связующее звено — взгляд с орбиты на планету. Заинтересованный, не побоюсь сказать, влюбленный взгляд...

Мы летим над освещенной Солнцем Землей. Всю красоту ее словами не передать. Не помогут эпитеты, восторженные сравнения. Она просто прекрасна, голубая наша планета. Именно так и назвал ее первый космонавт Земли — Юрий Гагарин.

Поднимаются космонавты в заоблачные дали, несут свою нелегкую трудовую вахту на околоземной орбите. И каждый их полет — это открытие нового, того самого нового, что позволит человечеству разрешить в грядущем многие из проблем, еще вчера казавшихся «вечными».

●



Облака на Уране и Нептуне

Метеорологические явления, атмосферная циркуляция и климатические изменения характерны не только для планет земного типа, но и для планет-гигантов. Не составляют исключения и наиболее удаленные от Солнца, но также окруженные плотными атмосферами, планеты Уран и Нептун. Хотя они еще мало изучены, целый ряд данных астрофизических и радиоастрономических наблюдений этих планет свидетельствует об активных процессах в их атмосферах.

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

С Земли даже в самые мощные телескопы рассмотреть какие-либо детали на крохотном зеленоватом диске Урана почти невозможно. Тем не менее некоторые наблюдатели прошлого на своих зарисовках отмечали две полосы, параллельные экватору. С помощью баллонного телескопа «Стратоскоп-2» в 1970 году были получены снимки Урана, которые с большим нетерпением ожидали астрономы. Но на них никаких деталей не обнаруживалось, хотя угловое разрешение было достаточно высоким. Возможно, как считает, например, американская исследовательница Р. Биби, контрасты темных и светлых поясов Урана меняются в зависимости от сезона или по другим причинам.

Сезонные изменения на Уране должны носить совершенно особый характер из-за необычной ориентации его оси вращения, которая лежит почти в плоскости орбиты планеты (Земля и Вселенная, 1975, № 4, с. 29.—Ред.). Поэтому почти целое полушарие в течение длительного времени освещается Солнцем. На широте 90° , например, день на Уране продолжается 42 года, на широте 60° — 28 лет, на широте 30° — 14 лет. В другом полушарии,

естественно, столько же тянется непрерывная ночь. Периоды, когда на планете происходит нормальная смена дня и ночи, приходится на минимальное и максимальное удаления ее от Солнца, так что различие в притоке солнечной радиации из-за эксцентриситета орбиты Урана (0,047) в эти периоды составляет более 20%. Так как полный оборот вокруг Солнца Уран совершает за 84 земных года, а многие современные методы и средства астрофизических исследований (например, фотоэлектрическая спектрометрия, радиоастрономия, чувствительные приемники инфракрасного излучения) стали применяться лишь 40 лет назад, понятно, что пока трудно сделать вполне определенные выводы о том, как сезонные вариации притока солнечной энергии влияют на состояние атмосферы Урана. Еще сложнее ответить на этот вопрос относительно Нептуна, период обращения которого вокруг Солнца составляет почти 165 лет. Сезонные изменения на Нептуне, если они там происходят, должны быть связаны главным образом с наклоном его экватора к плоскости орбиты (около 29°), поскольку эксцентриситет орбиты мал, а удаленность от Солнца очень велика.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АТМОСФЕРЫ

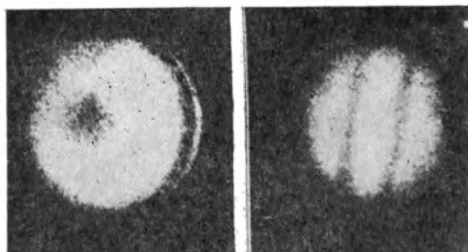
Что же известно в настоящее время об атмосферах Урана и Нептуна? Прежде всего, что они, так же как и атмосферы Юпитера и Сатурна, состоят по меньшей мере на 85% из молекулярного водорода (Земля и Вселенная, 1984, № 6, с. 16.—Ред.). Остальное приходится на долю гелия, метана, аммиака, незначительных примесей других углеводородных соединений (этана, ацетилен), возможно, водяного пара, но точных данных о процентном содержании этих газов пока нет. По аналогии с Юпитером и Сатурном можно лишь предполагать, что 8—12% вещества их атмосфер составляет гелий, следующим по вели-

чине содержания должен быть метан. Полосы поглощения метана в спектрах Урана и Нептуна гораздо сильнее, чем у Юпитера и Сатурна, поэтому появляется большой соблазн предположить, что метана здесь значительно — в десятки и даже сотни раз — больше. Но, как мы увидим дальше, дело обстоит не столь просто. Что касается аммиака, то в оптических спектрах Урана и Нептуна его пока не обнаружили, однако это еще не доказывает, что его совсем нет в атмосфере. Скорее всего, в верхних слоях атмосферы он вымерзает, а более глубокие слои недоступны оптическим наблюдениям. Но на помощь исследователям приходит радиоастрономия. Известно, что тепловое радиоизлучение исходит из более глубоких слоев, а на длине волны около 2 см молекулы аммиака поглощают радиоизлучение. Такое поглощение хорошо заметно в спектрах радиоизлучения Юпитера и Сатурна, есть оно и в спектре радиоизлучения Урана, но намного слабее.

ТЕМПЕРАТУРА ПЛАНЕТ

К весьма интригующему результату привели измерения температур Урана и Нептуна. Температура, которая определяется по величине полного потока собственного теплового излучения планеты, называется ее **эффективной температурой**. Если планета нагревается за счет поглощения падающей на нее солнечной радиации, ее равновесную радиационную температуру можно легко рассчитать, зная альбедо планеты (отношение количества солнечной радиации, отражаемой, рассеиваемой в пространство твердой поверхностью или атмосферой планеты, к количеству радиации, падающей на планету). У Юпитера и Сатурна наблюдаемая эффективная температура существенно выше расчетной равновесной температуры. Это говорит о повышенном тепловом излучении планеты, которое должно быть связано не только с поглощением солнечной радиации, но и с наличием у планеты **внутренних собственных источников тепловой энергии**.

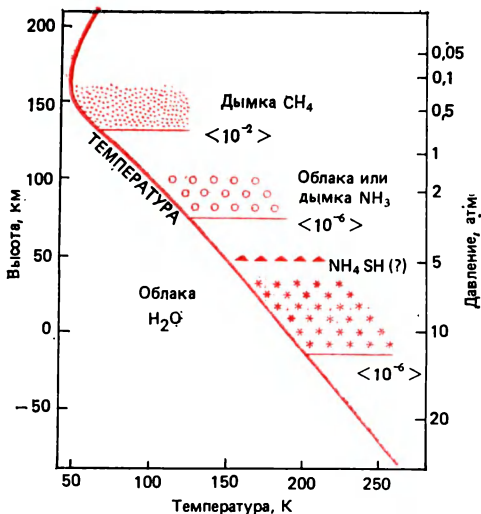
Удивительно, что измеренные эффективные температуры Урана и Нептуна оказались почти одинаковыми — около 57—59 К. По расчетам, равновесная температура для Урана примерно такая же, но у Нептуна, получающего от Солнца в 2,5 раза меньше энергии,



Вверху: зарисовка диска Урана, сделанная В. Стивенсоном (США) 7 сентября 1915 года по наблюдениям на 25-сантиметровом рефракторе. Внизу: вид Урана при разной ориентации оси вращения (рисунки известного французского наблюдателя планет Э. Антониади)

при почти таком же, как у Урана, альбедо, равновесная температура должна быть значительно ниже (около 43—46 К). А это значит, что Нептун в действительности заметно «горячее», чем показывают расчеты, следовательно, он, как Сатурн и Юпитер, имеет собственный внутренний источник тепловой энергии.

Таким образом, в семье планет-гигантов только у Урана нет внутреннего источника разогрева (по крайней мере, достаточно сильного, чтобы вызвать ощутимое различие между эффективной и радиационной температурами). Чем вызвана такая «несправедливость», пока не известно. Возможно, как считает, например, У. Хаббард (США), Уран просто успел в процессе тепловой эволюции достичь равно-



Изменение температуры и давления в атмосфере Урана с высотой и вероятное распределение облачных слоев из сконденсировавшегося метана, аммиака и водяного пара. Положение нижней границы каждого облачного слоя соответствует относительному содержанию газа. При большей относительной концентрации эта граница смещается вниз. По некоторым предположениям, возможно также существование облачного слоя из гидросульфида аммония. Высота отсчитывается от уровня с давлением 10 атм

весной температуры, тогда как Нептуну потребуется еще несколько миллиардов лет, чтобы остыть до своей более низкой, чем у Урана, равновесной температуры.

МОДЕЛИ АТМОСФЕР

Располагая данными об эффективной температуре и химическом составе атмосферы, мы уже можем хотя бы приблизительно представить себе и основные ее особенности: изменение температуры, давления и плотности с высотой, то есть можем построить модель атмосферы. Существенно, что метан довольно сильно поглощает солнечное излучение как в видимой, так и особенно в инфракрасной областях спектра. Наиболее заметную роль здесь играет полоса поглощения метана вбли-

зи длины волны 3,3 мкм. Солнечное излучение в этом участке спектра еще достаточно велико, и значительная часть его, поглощенная молекулами метана, идет на нагревание верхних слоев атмосферы.

Глубже в атмосфере изменение температуры с высотой определяется в основном процессом переноса собственного инфракрасного излучения планеты, которое как поглощается, так и переизлучается. Поглощение возникает при многочисленных столкновениях водородных молекул и растет пропорционально квадрату плотности. С уменьшением плотности и с ослаблением поглощения температура стремится к некоторой постоянной величине, и если бы верхние разреженные слои атмосферы не нагревались солнечными лучами, атмосфера на больших высотах оставалась бы изотермической. Но поглощение метаном в полосе 3,3 мкм создает дополнительный нагрев и инверсию температуры (рост ее с высотой). Нагревание верхних слоев атмосферы частично компенсируется их охлаждением за счет излучения в более длинноволновой полосе метана (7,7 мкм), в полосах этана (12,2 мкм) и ацетилена (13,7 мкм). Понятно, что вертикальное изменение температуры в какой-либо зоне атмосферы зависит от содержания здесь этих газов.

Тут мы сталкиваемся с еще одним различием между Ураном и Нептуном: излучение в полосе этана 12,2 мкм, обнаруженное у Нептуна, пока не найдено у Урана. Из-за этой разницы радиационное охлаждение верхней атмосферы Урана, по-видимому, происходит медленнее.

Согласно существующим моделям атмосфер и измерениям эффективных температур, и на Уране, и на Нептуне температура в атмосфере понижается до 52—55 К. Это значит, что на Нептуне и Уране возможна конденсация газов, имеющих очень низкую температуру испарения, в частности метана. В атмосферах Юпитера и Сатурна с более высокими минимальными температурами метан не достигает состояния насыщения, поэтому наблюдаемые на этих планетах облака содержат главным образом капельки или кристаллики аммиака, насыщение которого происходит при не столь низких температурах, как у метана.

Если атмосферы Урана и Нептуна содержат водяной пар (спектральными измерения-

ми его удалось обнаружить пока только на Юпитере), вполне возможно формирование и водяного облачного слоя. Но так как в атмосфере присутствует аммиак, это не будут чисто водяные облака. Аммиак хорошо растворяется в воде, образуя всем известный нашатырный спирт. Поэтому значительная часть газообразного аммиака в зоне конденсации водяного пара может перейти в раствор, что, естественно, приведет к понижению относительной концентрации газообразного аммиака в атмосфере. Чем больше относительное содержание газа, тем на большей глубине (при более высоких температурах) газ становится насыщенным и происходит его конденсация. Вертикальная протяженность облака, так же как и его плотность и микроструктура зависят от многих факторов: размеров частиц, числа их в единице объема, агрегатного состояния частиц (капли или кристаллы). На толщину облака влияют также и восходящие течения в атмосфере, интенсивность турбулентного перемешивания, количество ядер конденсации, необходимых для формирования зародышей, из которых вырастает капля или кристалл.

К сожалению, обо всем этом мы пока имеем лишь весьма ориентировочное представление, наблюдательные же сведения об аэрозольной составляющей атмосфер Урана и Нептуна еще очень скудны, хотя и чрезвычайно интересные.

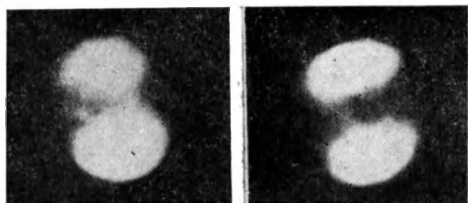
Но некоторые выводы можно сделать уже из отражательной способности этих планет в коротковолновой части спектра, где нет сильных полос поглощения метана. Геометрическое альbedo, характеризующее отражательную способность планеты, вблизи длины волны 0,5 мкм и для Урана, и для Нептуна оказывается довольно высоким (около 0,6), однако оно все же меньше, чем должна была бы иметь планета с оптически толстой чисто газовой атмосферой. Значит, атмосфера содержит или облачный слой, находящийся на сравнительно небольшой оптической глубине, или перемешанный с газом аэрозоль, обладающий некоторым поглощением. Отражательная способность Урана несколько снижается в сторону ультрафиолетовой части спектра, это также не характерно для чисто газовой атмосферы, поскольку известно, что рэлеевское рассеяние в газе усиливается в сторону коротких длин волн обратно пропорционально четвертой степени длины волны.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЯРКОСТИ ПО ДИСКУ

Свойства газовой и аэрозольной среды проявляются, в частности, в том, как происходит отражение солнечной радиации от планеты в разных направлениях. Не раз предпринимались попытки измерить распределение яркости по диску Урана в разных длинах волн. Прямые измерения, конечно, давали искаженную картину, так как дрожание изображения, вызываемое турбулентцией в земной атмосфере, очень сильно сказывается на результатах измерений крохотного по угловым размерам диска Урана. Чтобы найти действительное распределение яркости, необходимо использовать довольно сложный математический аппарат для выполнения процедуры «восстановления» изображения, относящейся, как говорят математики, к классу некорректных задач. Поэтому пока точных данных о распределении яркости по дискам Урана и Нептуна нет, но сделанные в последние годы М. Прайсом и О. Францем (США) электрофотометрические наблюдения довольно определенно указывают на усиление яркости к краям диска в центрах сильных спектральных полос, таких, например, как полоса метана (0,886 мкм). Похожие результаты этим исследователям удалось получить и для Нептуна.

Значительно раньше факт поярчения к краям диска у Урана в полосе метана (0,886 мкм) был отмечен В. Синтоном (США) по фотографическим снимкам, а потом Б. Смитом (США), использовавшим для наблюдений новый пока еще для астрофизики прибор с зарядовой связью (ПЗС)*. Полученный Б. Смитом в 1976 году снимок Урана в полосе метана (0,886 мкм) обошел многие научные издания. Впоследствии аналогичным образом были по-

* Прибор с зарядовой связью — это матрица площадью порядка 1 см², состоящая из большого числа (например, 300×300) элементов — твердотельных кристаллических приемников излучения с высокой и почти постоянной чувствительностью к длинам волн в видимой и ближней инфракрасной областях спектра. Световое излучение вызывает появление электрического заряда, который может накапливаться в течение заданного времени. Затем накопленный заряд считывается в ЭВМ путем последовательного переноса заряда, от элемента к элементу, и записанная информация подвергается необходимой обработке.



Изображение Нептуна, полученное Б. Смитом в центре полосы поглощения метана (0,886 мкм) с помощью ПЭС-матрицы (май 1979 г.). Светлые области соответствуют высокоширотным районам планеты

лучены и изображения Нептуна в той же полосе, и снова оказалось, что распределение яркости по диску Нептуна очень неравномерно — экваториальный пояс гораздо темнее высокоширотных областей планеты. Интересно, что в последние годы, когда Уран обращен к Солнцу и Земле своим полюсом, его диск в полосе метана (0,886 мкм) кажется почти равномерным по яркости, без наблюдавшегося ранее потемнения в центральной части и усиления яркости к краям.

АЭРОЗОЛЬ В АТМОСФЕРЕ

По-видимому, наиболее чувствительным индикатором изменений, происходящих в атмосфере планеты, служат облака или, если говорить более обобщенно, аэрозольная составляющая атмосфер. Аэрозоль атмосферы может иметь как конденсационную природу (капли или кристаллики), так и пылевую (метеорная, вулканическая и космическая пыль, твердые продукты химических реакций). Действительно, и на Венере, и на Марсе, и на двух крупнейших планетах Солнечной системы — Юпитере и Сатурне — мы видим самые разнообразные и переменчивые формы облачных образований, позволяющие судить о направлении и скорости атмосферных течений, об интенсивности процессов в атмосфере на разных широтах.

Атмосферы Урана и Нептуна также далеко не безоблачны, хотя о природе аэрозольной составляющей на этих планетах мы пока можем судить, главным образом, опираясь на некоторые теоретические соображения, вытекающие из анализа еще не очень обширной наблюдательной информации.

Как показывают расчеты, усиление яркости к краям диска может быть вызвано находящейся сравнительно высоко в атмосфере аэрозольной дымкой, слой которой имеет небольшую оптическую толщину (примерно 0,3—0,4). Эта дымка заметно проявляет себя в центрах сильных полос метана спектров Урана и Нептуна. Поглощение в центральных частях таких полос очень велико, и остаточная интенсивность в них теоретически должна быть равна нулю — планета ничего не отражает в этих длинах волн. Однако все измерения спектрального хода геометрического альbedo Урана и Нептуна, в том числе и совсем недавние, выполненные советскими и американскими исследователями, обнаруживают отраженную радиацию (около 2—3%) и в центрах самых сильных полос поглощения метана. Значит, аэрозольная дымка действительно существует и располагается не слишком глубоко в атмосфере, так что толща метана над ней оказывается недостаточной для того, чтобы создать полное поглощение даже внутри сильных полос.

Большинство исследователей склоняется к тому, что слой дымки образован сконденсировавшимся метаном в зоне с почти минимальными температурами. Теоретически, как уже говорилось, конденсация метана действительно возможна в условиях атмосфер Урана и Нептуна, но для более точных расчетов формирования метановых облаков или дымки необходимо знать содержание метана в атмосфере. Здесь мы и подходим к сложной задаче — как по наблюдаемой интенсивности молекулярных линий и полос поглощения в спектре планеты определить содержание газа, дающего эти линии и полосы!

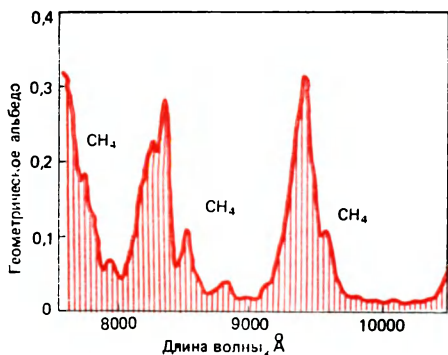
В принципе, дело обстоит довольно просто: надо знать коэффициенты поглощения газа в разных длинах волн. Для этого нужно провести соответствующие лабораторные измерения, а затем определить, какая толща газа необходима для создания полос поглощения той интенсивности, что наблюдается в спектре планеты. В реальной атмосфере, особенно внутри облаков, аэрозольные частицы сильно рассеивают проходящее через атмосферу излучение в разных направлениях. Вследствие этого световые кванты проходят в атмосфере сложный извилистый путь, который оказывается гораздо длиннее, чем в чисто газовой атмосфере. Соответственно усиливаются и полосы поглоще-

ния, причем такое усиление может быть весьма значительным в зависимости от плотности и толщины аэрозольных слоев. Таким образом, прежде чем оценивать количество газа по измеренным полосам поглощения, нужно знать или хотя бы предполагать наиболее вероятную структуру аэрозольной составляющей в атмосфере планеты.

Поэтому пока исследователи планет-гигантов не могут прийти к единому мнению относительно содержания метана на Уране и Нептуне. Если предположить, что аммиак образует в атмосфере Урана очень плотный облачный слой и поглощение создается только молекулами метана, находящимися в надоблачной чисто газовой атмосфере, то относительное содержание метана получается очень высоким — до трех и более процентов. Но вполне вероятно, что аммиачный облачный слой все же не столь плотен, как земные облака. Кроме того, при больших толщах в газовой атмосфере становится достаточно ощутимым эффект рэлеевского рассеяния, поэтому даже если облаков нет, оно может влиять на наблюдаемую интенсивность полос поглощения. При этом, как показали расчеты, выполненные автором этой статьи, данные спектральных измерений оказываются вполне объяснимыми, если предположить, что концентрация метана на порядок ниже и равна десятым долям процента. Но ведь от относительного содержания метана зависит положение, толщина и плотность той дымки, которая может возникать при его конденсации. Над дымкой концентрация метана должна быть значительно ниже, так как в области низких температур метан не может долго находиться в состоянии пересыщения. Он неизбежно будет переходить в сконденсированное состояние, а концентрация газа — следовать давлению насыщения, оставаясь в десятки и сотни раз меньше, чем в более глубоких слоях атмосферы.

ИЗМЕНЕНИЯ БЛЕСКА ПЛАНЕТ

Американские ученые обнаружили сильные изменения блеска Нептуна в инфракрасной полосе поглощения метана. За несколько месяцев блеск планеты возрос более чем на целую звездную величину, тогда как в видимой части спектра никаких заметных изменений не происходило. Несколькими годами



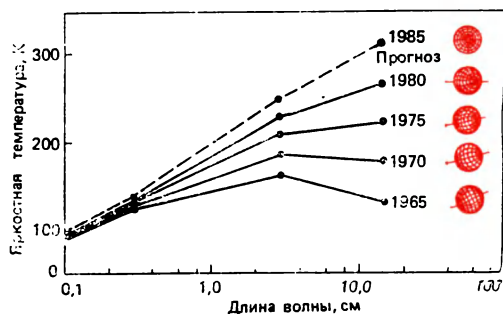
Участок инфракрасного спектра Урана с сильными полосами поглощения метана. Даже в центрах этих полос отражательная способность не снижается до нуля, что скорее всего связано с дымкой из сконденсированного метана, находящейся высоко в атмосфере планеты

позже Б. Смит получил изображения Нептуна в полосе метана (0,886 мкм), подтверждающие существование перечисленных по яркости светлых образований, которые позволили даже проследить вращение планеты по их перемещению на диске. Период вращения, равный 18 часам, был найден Д. Крукшенком (США) по вариациям яркости планеты в длинах волн 1,25 и 2,2 мкм.

Изменения в дымке на Уране, вероятно, происходят медленнее, а те, что мы наблюдаем,

Изменения яркостной температуры диска Урана в радиодиапазоне, наблюдавшиеся с 1965 года (по данным группы исследователей из Лаборатории реактивного движения в Калифорнии).

Справа дана ориентация планеты по отношению к Земле



даем, связаны с видимой ориентацией планеты. Самыми удивительными и странными оказались результаты радионаблюдений Урана, охвативших более чем пятнадцатилетний период, начиная с 1965 года, когда Уран был обращен к Солнцу своим экваториальным поясом.

Если на миллиметровых волнах радиоизлучение и яркостная температура Урана в течение этого времени почти не менялись, то на сантиметровых волнах и в дециметровом диапазоне яркостная температура возросла с 1965 по 1980 годы более чем на 100° . Конечно, речь идет не об изменении температуры планеты, а об изменении прозрачности атмосферы для радиоволн, которые выходят из более глубоких и соответственно более нагретых слоев. Объяснить вариации прозрачности можно изменениями концентрации аммиака или водяного пара, но пока эти предположения далеко не однозначны.

Так, повышенную радиояркостную температуру в полярной области Урана можно объяснить как большой непрозрачностью атмосферы, при которой наблюдается излучение самой атмосферы, так и наоборот высокой прозрачностью ее и выходом радиоизлучения от нагретой твердой или облачной поверхности.

Хотя связь яркостных температур с ориентацией Урана выявляется вполне отчетливо, пока нельзя сказать, носит ли этот эффект сезонный характер, то есть отражает ли он какие-то изменения в атмосферной структуре, или он обусловлен значительными, но стабильными во времени широтными различиями.

Можно предположить, что такие различия относятся и к облакам, образующимся из аммиака или водяного пара. Действительно, диапазон яркостных температур как раз соответствует тем уровням в атмосфере, где могут находиться эти облака. Уменьшение содержания газа только в верхних слоях атмосферы может вызываться его фотодиссоциацией под действием коротковолнового солнечного излучения. В глубине атмосферы основным механизмом уменьшения или увеличения концентрации газа может быть лишь конденсация (или испарение), для чего, естественно, должна меняться температура или интенсивность атмосферной циркуляции. Однако вряд ли эти изменения носят сезонный характер. Тепловая инерция атмосфер Урана и Нептуна очень велика, и изменение режима облучения

солнечной радиацией, по расчетам В. Синтона, вызывает лишь небольшое (около 2°) увеличение или уменьшение температуры в верхней атмосфере. По-видимому, сильнее всего реагирует на сезонную смену притока солнечной радиации дымка, возникающая в верхней атмосфере. Вполне вероятно, что ее образование обусловлено не только конденсацией метана, но и появлением продуктов фотохимических реакций разложения метана, а также образованием других более сложных и менее стабильных углеводородных соединений, которые, вероятно, и становятся ядрами конденсации.

Метеорология атмосфер Урана и Нептуна пока остается неясной. Чтобы установить определенные закономерности в тех изменениях, которые все же происходят в этих атмосферах, несмотря на огромную удаленность обеих планет от Солнца, необходимы длительные многолетние ряды однородных по методике и комплексных по содержанию астрофизических наблюдений.

Поскольку Уран и Нептун движутся вокруг Солнца крайне медленно, эстафету таких наблюдений должны будут принять астрономы следующих поколений, на их долю и выпадут, скорее всего, наиболее интересные открытия, связанные с дальними планетами Солнечной системы.



Дорогие читатели!

**Не забудьте
своевременно оформить подписку
на журнал**

«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ».

**Подписка
принимается без ограничений.
Годовая стоимость
подписки — 3 рубля 90 копеек,
цена отдельного номера — 65 копеек,
индекс — 70336.**

Кандидат географических наук
Б. Е. ПЕСКОВ
Кандидат географических наук
А. И. СНИТКОВСКИЙ
Г. В. ХОХЛОВ



Рожденные в грозовых облаках

Смерчи — удивительнейшие природные феномены. Едва ли в атмосфере есть еще явления, с которыми связано так много загадок, как со смерчами. Эти атмосферные вихри, возникающие в грозовом облаке, вращаются с огромной скоростью и способны вызывать большие разрушения. О смерчах, пронесшихся в июньские дни 1984 года по некоторым областям европейской части нашей страны, рассказывают сотрудики Гидрометцентра СССР.

ОБЩАЯ КАРТИНА СОБЫТИЙ

9 июня 1984 года в Ивановской, Костромской и Ярославской областях наблюдались исключительно редкие атмосферные явления. Быстро вращающиеся вокруг вертикальной оси воздушные вихри, или смерчи, гигантскими воронками опускались от грозовой облачной массы до земной поверхности...

Что особенно отличало 9 июня от других дней по атмосферным условиям, так это неоднократное шквальное усиление ветра до скорости более 15 м/с. Шквальные порывы охватили обширную территорию Московской, Владимирской, Ярославской, Костромской, Горьковской, Рязанской, Кировской областей, Мордовской, Чувашской и Марийской АССР. В некоторых местах скорость ветра достигала 25—40 м/с, что, конечно, не могло не вызвать разрушений: «полосы» и «пятна» поваленного леса вытянулись на многие километры.

Как это всегда бывает, шквалы (вихри, в отличие от смерчей, имеющие горизонтальную ось вращения) образовывались под отдельными грозовыми облаками и двигались вместе с ними в тропосфере, кое-где усиливаясь. Необычным же было то, что они распространились на очень большую территорию.

Первопричиной обширной зоны шквалов был циклон с необычно низким для летнего сезона давлением (ниже 980 гПа) и чрезвычайно быстрым падением давления.

Наряду с зоной шквалов, расположенной к востоку от центра циклона, где количество осадков было меньше 5—15 мм, вблизи центра и к западу от него возникла зона дождей и сильных ливней (за 12 часов здесь выпадало по 30—60 мм осадков). А в области перехода между зоной сильных шквалов (без осадков) и бесшквальной зоной сильных ливней возникли смерчи.

Больше всего достоверных сведений имеется о смерче, прошедшем 9 июня 1984 года по западным окраинам города Иванова. Его видели при зарождении и на расстоянии не дальше двух километров метеонаблюдатель, синоптик, диспетчеры аэропорта и некоторые жители города. Примерно в 15 ч 30 мин (время везде московское летнее) здесь прошло грозовое облако с крупным градом. Через 15 минут появилось на юге и быстро стало двигаться на север новое, очень темное облако с воронкообразным выступом-вихрем, который опускался, раскачиваясь из стороны в сторону. Почти коснувшись земли, вихрь стал быстро расширяться и всасывать все, что было на поверхности. Нижний конец этого облачного «хобота» то поднимался, то опускался вновь, было хорошо видно, как массы воздуха быстро вращались, выбрасывая захваченное с земли. Все это напоминало кипящий котел: внутри «хобот» светился, слышался свист и гул, похожий на рев реактивного самолета. От «хобота» отрывались «рукава», которые то разлетались, то вновь соединялись.

Двигаясь, смерч срывал крыши с домов, вырывал с корнями деревья в лесу, ломал столбы и опоры электропередач. Разрушались прочные деревянные дома, особенно их кровли, иногда смерч поднимал в воздух дач-



Смерч в Иванове



Кирпичный дом после смерча.



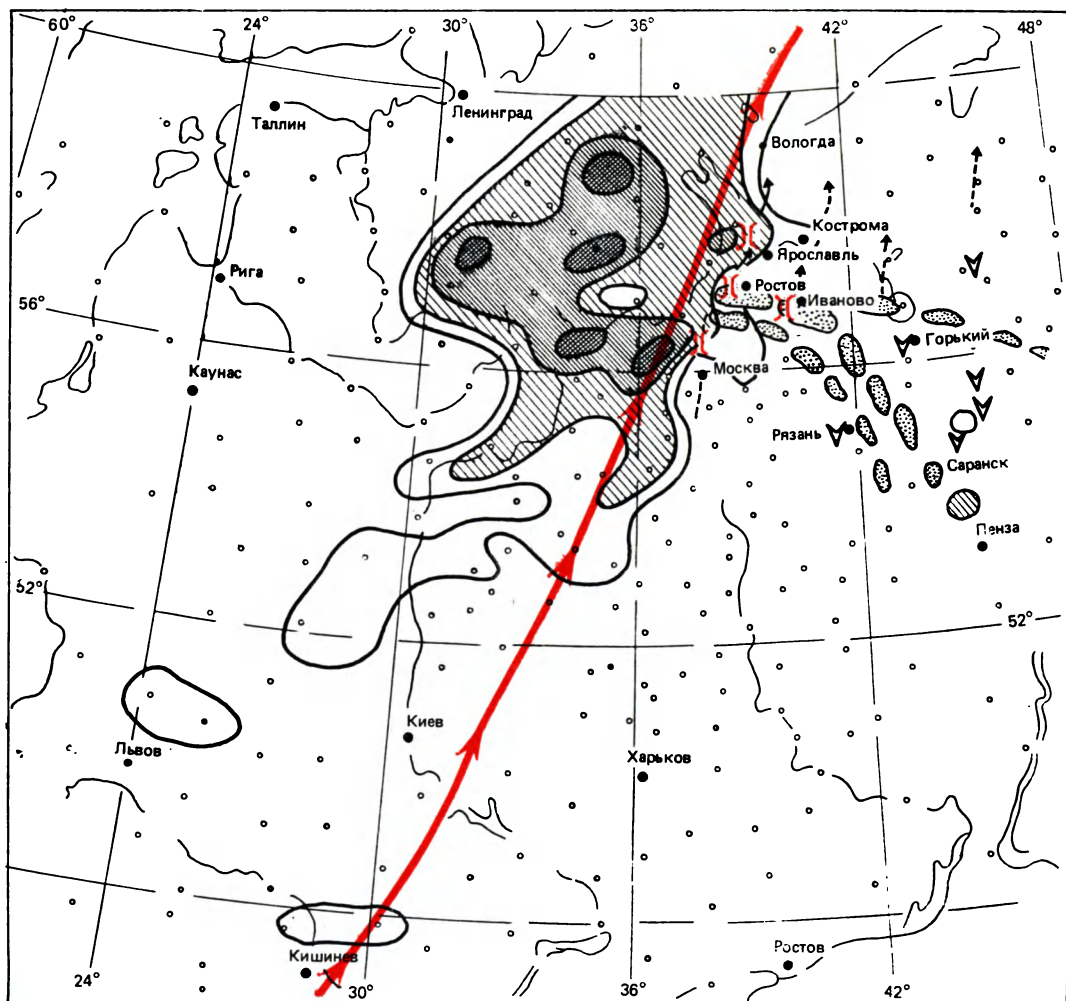
Поваленные смерчем березы

ные домики, плодовые деревья и кустарники, переворачивал тяжелые вагоны, автомашины и автобусы. Меньше пострадали бетонные и крупные кирпичные строения: с них лишь срывало кровли, а из окон со звоном вылетали стекла. К этому добавлялись характерные для сильных смерчей явления, связанные не только с действием ветра, но и с исключительно большим перепадом атмосферного давления. Дело в том, что резкое падение внешнего давления при сохранении относительно высокого давления внутри зданий с закрытыми дверьми и окнами (а особенно без окон) может привести к взрывообразному выбросу даже тяжелых частей здания. То же самое

можно сказать и о сооружениях. Так, 50-тонный бак водонапорной башни отбросило на 200 м в сторону.

ЭВОЛЮЦИЯ СМЕРЧЕЙ

Зародившийся у Иванова, смерч прошел город как бы по касательной, максимально усилившись в холмистой местности у долины речки. Затем вместе с «материнским» облаком он продолжал продвигаться со скоростью 70—80 км/ч с юго-юго-запада на северо-северо-восток, пройдя западнее города Фурманова на севере Ивановской области.



☪ - 1 ↗ - 2 ↖ - 3 ▼ - 4 ● - 5

Картина атмосферных явлений 9 июня 1984 года. Красная линия со стрелками — путь циклона 8—9 июня 1984 года. Различной штриховкой показаны зоны, где выпало разное количество осадков.

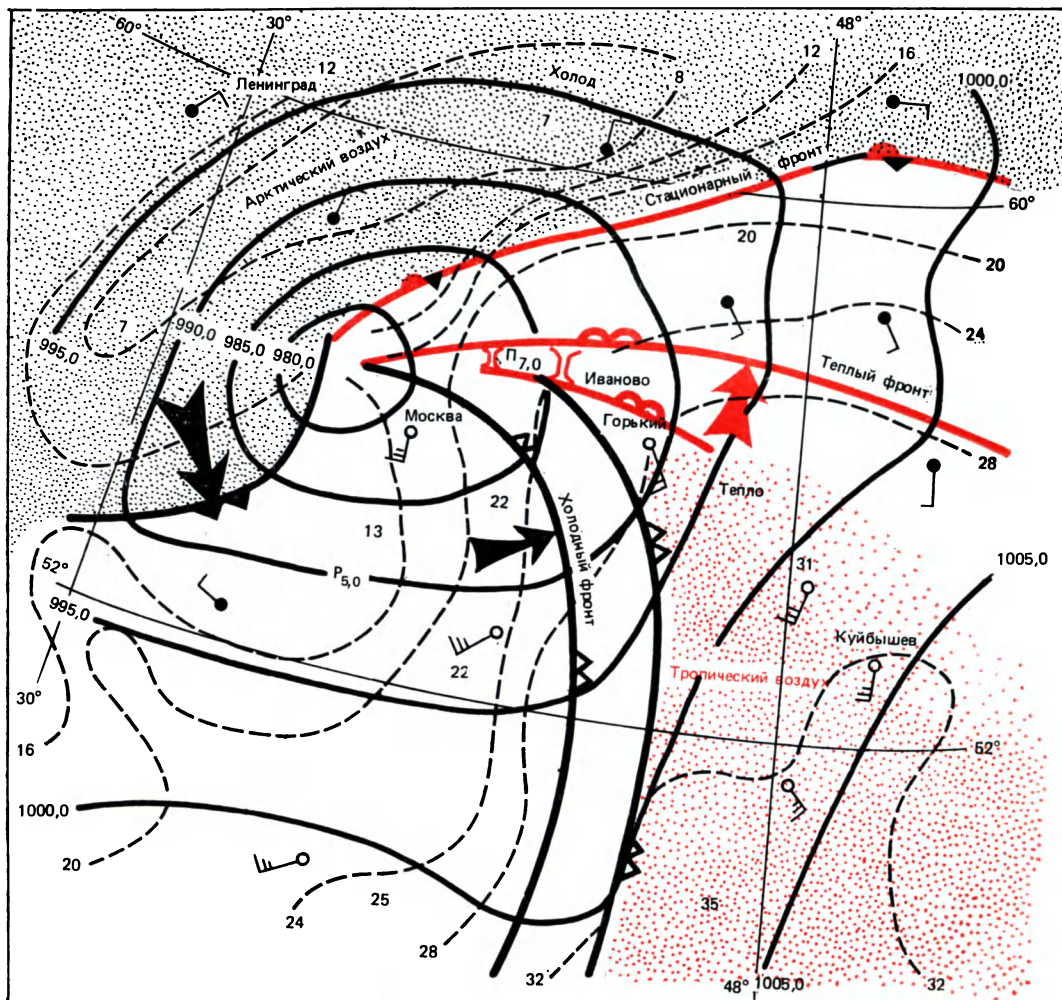
Условные обозначения:

- 1 — точно установленные места смерчей;
- 2 — точно установленные пути смерчей;
- 3 — ориентировочные пути смерче-шкваловых явлений;
- 4 — шквалы 30 м/с и более;
- 5 — примерное положение в 16 ч очагов радиозеха от грозовых облаков на экране локатора

Постепенно смерч ослабевал, и есть лишь косвенные доказательства, что именно его следы проявились в Костромской области (село

Владычное). Вновь он резко усилился на холмистом берегу Волги у турбазы Лунево, но за Волгой опять ослабел, хотя лесоповалы прослеживаются вплоть до района восточнее города Любима.

Смерчи были отмечены и в двух районах Ярославской области, но по ряду признаков можно считать, что это был один и тот же смерч, прошедший от района вблизи Ростова на Варегово, где над болотами он стал утихать и следы его затерялись. Судя по общему направлению движения, именно он вновь усилился на берегах Волги восточнее города Тутаева и пошел в район города Данилова (Б. Сартово). Путь Ярославского смерча про-



$P_{7,0}$ - 1 $P_{5,0}$ - 2 Ш-O - 3 L-O - 4 $\text{)}(-$ - 5

Приземная карта погоды
 9 июня 1984 года в 16 ч.
 Сплошные линии — изобары (давление в гПа),
 пунктирные линии — изотермы
 (температура в градусах Цельсия).

Толстые черные стрелки
 — потоки холодного воздуха;
 красная стрелка — теплого.

Условные обозначения:

- 1 — центр падения давления до 7 гПа/3ч;
- 2 — центр роста давления до 5 гПа/3ч;
- 3 — ветер 10 м/с, малооблачно;
- 4 — ветер 5 м/с, облачно; 5 — смерч

ходил в общем параллельно **Ивановскому**,
 примерно на 100 км западнее, общая длина
 пути его была около 100 км. Оба смерча

были похожи друг на друга: и тот и другой
 сопровождался крупным градом. Выпадали
 3—15-сантиметровые градины, достигавшие килограммовой массы. Поваленный лес и повреждения, связанные со смерчами или шквалами, отмечены еще в двух полосах к востоку от Иванова: в районах восточнее Луха — западнее Юрьевца — на север через Столпино, а также в районах восточнее Шарьи — на север к Вохме.

По характеру полосы лесоповалов и повреждений установили, что между 13 и 14 часами 9 июня к северу от Москвы прошел еще один смерч, хотя, как и в Иванове, находившиеся в 1—2 км метеостанции отмечали в это

время шкваловое усиление ветра всего до 15—18 м/с. Судя по разрозненным сообщениям об усилениях ветра, отдельных повреждениях и повалах леса, смерчешкваловый облачный массив прошел над юго-западными и западными районами Москвы (ветер до 27 м/с). Не исключено, что именно он наблюдался в Калужской области; в полосе Московской области, вытянутой с юга на север, — от Серпухова на Подольск, Шереметьево, Солнечногорск, Яхрому, Дмитров. Возможно, этот облачный массив, повернув затем на восток-северо-восток, задел краем Калининскую область (Калезинский район) и примерно через 3 часа (после прохождения над Москвой), двигаясь со скоростью около 80 км/ч, оказался в Ярославской области, юго-западнее Ростова. Тогда здесь он проявился как уже описанный смерч — изгибы его траектории надежно определены в пределах Ярославской области.

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА

Итак, становится ясно, что во второй половине дня 9 июня 1984 года не менее двух-трех смерчей возникли примерно в 100 км от центра циклона и на таком же расстоянии друг от друга. Двигались они почти параллельно, с одинаковой скоростью, и каждый смерч, как обычно, был связан с крупным облачным массивом (его размеры в момент образования смерча составляли примерно $200 \times 100 \times 13$ км).

Какие же метеорологические процессы способствовали зарождению смерчей над территориями, где они наблюдаются чрезвычайно редко? Все началось с необычного для лета циклона с чрезвычайно низким и быстро падающим давлением. Такие циклоны, сопровождающиеся сильными ветрами, не редкость зимой, когда налицо значительные контрасты температуры между полярными и тропическими поясами (горизонтальные контрасты). Однако зимой в атмосфере не концентрируется и не накапливается много энергии, нет исключительно большой разности температуры между прогретыми нижними и холодными верхними слоями тропосферы, нет вертикального контраста температуры. 9 июня 1984 года такой вертикальный контраст возник, к тому же он сочетался с большим горизонтальным контрастом температуры между еще не

прогретым арктическим воздухом и массой жаркого тропического воздуха (такое сочетание чрезвычайно редко в средней полосе европейской территории СССР). Объединение энергии сильной горизонтальной и вертикальной неустойчивости, выразившееся в глубоком (по-зимнему) циклоне и интенсивных (по-летнему) грозовых облаках, — вот что было первопричиной обширной зоны шквалов.

Усилению грозовых шквалов и вертикальной неустойчивости способствовало то, что к востоку от центра глубокого циклона осадков почти не было, поскольку сухой континентально-тропический воздух, пришедший в европейскую часть СССР из африканских и арабских пустынь, успел по пути увлажниться лишь в своих нижних слоях. И действительно, по мере удаления от центра циклона и ослабления осадков в зоне грозовой деятельности сила шквалов нарастала от 20 до 40 м/с. Смерчешкваловые облачные массивы, образовавшиеся в атмосфере, простирались над обширной территорией. Проследим, как дальше развивались события.

На снимке облачности, полученном с метеорологического спутника 9 июня 1984 года (13 ч 13 мин), над Москвой четко просматривается один из таких облачных массивов. К западу и югу от него располагалась обширная фронтальная облачная система циклона, связанная со значительными дождями. Тремя часами раньше, около 9 часов утра, система эта имела почти тот же самый вид, но была на 200 км юго-западнее. «Материнский» (для смерча) облачный массив находился также внутри обширной облачной системы, но был меньше и четко отделялся от остальной облачной системы безоблачным пространством. В нем наблюдались грозы, а впереди него максимально падало давление. К 12 часам, когда приземные слои воздуха достаточно прогрелись, «материнский» облачный массив разросся и грозы в нем усилились. Двигаясь со скоростью 70—80 км/ч, к 13 часам массив подошел к Москве и вызвал здесь грозы и шквалы. Не исключено, что именно в это время зародился один из смерчей.

К юго-востоку от Москвы был еще один крупный облачный массив с очагом гроз. По данным радиолокатора в Горьком, он двигался параллельно «московскому» и около 14 часов прошел Гусь-Хрустальный, в 15 часов — Владимир, в 16 часов — Иваново. Вплоть до

Иванова, несмотря на очень большую вертикальную мощность облаков (до 13—14 км), необычных усиления ветра он не вызывал.

Ивановский смерч образовался в момент слияния упомянутого облачного массива с другой грядой облаков. Горьковский радиолокатор в 15 ч 45 мин как раз и зафиксировал сходящиеся у Иванова две гряды грозовых облаков. В 100 км к западу от города в это время продолжал действовать Московско-ярославский смерч. У Ростова падение давления достигло небывалой величины — 7 гПа за 3 часа.

Северная и южная гряды облаков были связаны с атмосферными фронтами — разделили холодных и теплых воздушных масс, сходящихся к центру циклона. Между фронтами располагался сектор наиболее теплого воздуха, который вытеснялся окружающими его холодными воздушными массами в верхние слои тропосферы. Естественно, подъем этот был максимальным там, где действие фронтов складывалось (в 13 часов — у Москвы, в 16 часов — у Иванова). Подъем теплых облаков в холодной окружающей тропосфере быстро усиливался. К юго-востоку от Иванова в южной гряде имелся еще один очаг грозовой облачности. Двигаясь с большой скоростью на северо-восток, он догнал очаг в северной гряде, и в результате образовался новый смерч — в районе Юрьевца.

Разыгравшиеся в атмосфере процессы набрали еще большую силу, когда днем 9 июня возросли горизонтальные контрасты температуры. И не только между воздухом, пришедшим сюда из тропиков и умеренных широт, но и между ними и «свежей» воздушной массой, прибывшей из Арктики. Температура воздуха днем менялась необычайно резко — от 28—35° С в самой теплой массе до 7—12° С в самой холодной. Контраст в 20—25° С на расстоянии в 1000 км — это, безусловно, на редчайший летом контраст. Днем он еще больше усиливался, так как солнце сильнее прогревало сухой тропический воздух, а под сплошной облачностью окружающих влажных масс воздух не прогревался. При развитии активного циклона сыграла свою роль также энергия, созданная большим вертикальным контрастом температуры между сильно прогретыми нижними слоями тропического воздуха и холодными верхними. Из-за этого в относительно небольших массивах грозовой

облачности сконцентрировалась энергия, эквивалентная энергии целых географических зон.

В процессе развития «материнского» смерчевого облака огромное значение имеет энергия, скапливающаяся первоначально в нижнем слое тропосферы, который ограничен «задерживающим» слоем. Нижний слой охлаждался под действием испарения с влажных участков Земли и восходящего движения воздуха на фронтах. Поскольку в вышележащих слоях образуется большая вертикальная неустойчивость, прорвав этот «задерживающий» слой, накопленная энергия как бы выстреливает.

Наибольшая энергия скопилась 9 июня 1984 года в зоне возникновения смерчей. Как мы уже знаем, необходимое условие для образования смерчей — сильная вертикальная неустойчивость. В июньском атмосферном феномене внутри «материнского» облачного массива возник, безусловно, крайне сильный восходящий поток воздуха, еще в приземном слое. И как обычно в таких случаях бывает, образовался также сильный нисходящий поток. Близкое соседство потоков влажного и сухого воздуха усиливало как теплый легкий восходящий поток (за счет постоянного притока снизу прогретого воздуха, поступавшего затем во влажную зону), так и холодный тяжелый нисходящий поток (он формировался в средней тропосфере из первоначально сухого воздуха, быстро увлажненного и охлажденного испаряющейся облачной влагой). Иногда такой нисходящий поток доходил до приземного слоя в виде шквала.

Возникающие при этом большие вертикальные и горизонтальные перепады скорости ветра усиливают вращение «материнского» облака и восходящих и нисходящих потоков. Что может быть причиной одного из видов смерчей.

ПРЕДЫСТОРИЯ СОБЫТИЙ

Активный циклон, в котором возникли смерчи, 9 июня 1984 года в 4 часа утра представлял собой хорошо выраженную область пониженного давления размером 300×300 км. Располагался циклон восточнее Киева. Направление и довольно высокая скорость его последующего движения, а также низкое давление в центре (особенно быстрое падение давления) свидетельствовали о более интенсивных, чем обычно, атмосферных процессах.

Но даже утром 9 июня трудно было предположить, что так сильно разовьется наметившаяся интенсификация процессов. Поэтому в оперативных прогнозах опасных явлений их интенсивность в отдельных местах была недооценена. И вообще прогноз смерчей остается пока трудноразрешимой проблемой. Более того, из-за крайне малых размеров смерчей и полной неясности причин их образования в том или ином конкретном месте прогнозировать эти явления можно лишь для большой территории, характеризующейся повышенной вероятностью смерчей в отдельных ее местах. Даже в США, где смерчи случаются значительно чаще, разрабатываются только такого рода прогнозы.

Как же дальше развивался циклон, вызвавший необычные явления 9 июня? Он быстро двигался с юга навстречу мощной арктической воздушной массе, где температура была на 20° С ниже, чем в окружающем воздухе. Все предшествовавшие циклоны при подходе к этой массе затухали, лишь немного приостанавливая ее восточное движение и оставляя в приграничных районах обширные скопления облачности. Этот барьерный эффект 9 июня сыграл, наоборот, активизирующую роль, что было связано с необычно высокой активностью циклона, зародившегося на юге. Он начал свою активную жизнь во второй половине дня 8 июня, когда в его зоне стало быстро падать давление. Еще до этого времени на холодном фронте (циклон тогда проходил над северной Африкой и южной Италией) образовались волны с небольшим понижением давления, двигавшиеся над Балканским полуостровом. В сухом тропическом воздухе, частично увлажнившимся над Средиземным и Черным морями и поднимавшемся под действием этих возмущающих волн, сформировалась кучево-дождевая облачность. Дополнительная энергия вертикальной неустойчивости приводила к еще большему падению давления в теплом секторе южного циклона.

Нужно отметить, что все эти синоптико-метеорологические явления проходили на фоне общей активизации обширной зоны циклонической деятельности над Центральной Европой. Она смещалась на восток, оттесняя зону высокого давления, которая почти полгода стояла над европейской территорией СССР. В промежуточной зоне в тропосфере резко усилились юго-западные, южные и юго-

восточные ветры, достигшие скорости 45—50 м/с на 9—10-километровой высоте.

Во второй половине дня 8 июня в южном циклоне, находившемся тогда над Молдавией и Одесской областью, скорость общего подъема воздушной массы на высоте 5—7 км достигла 5 см/с (вместо обычных 1—3 см/с), а в момент возникновения смерчей 9 июня — 8—10 см/с, что уже близко к величинам, характерным для тропического циклона. Да и общий вид циклона, его компактность и концентрация энергии больше напоминала тропический, нежели обычный циклон умеренных широт.

Вблизи центра активизировавшегося южного циклона во второй половине дня 8 июня резко усилился массив грозовой облачности. В это время он слился с массивом, пришедшим от Карпат вместе с еще одним холодным фронтом, а также с возмущением на нем. Высота облаков стала 14 км, что на несколько километров выше границы тропопаузы. Массив (около 200×100 км) к этому времени состоял из трех мощных грозовых облаков по 50 км в поперечнике, и из каждого выпадал град размерами в несколько сантиметров; шквалы достигали силы 20—40 м/с.

9 июня, циклон, несмотря на его общее усиление и сохранение грозовой деятельности, не вызвал града и резких шквалов. Однако затем последовала новая и еще более сильная вспышка активности, на этот раз с образованием смерчей.

Если подвести итог всему сказанному, то смерчи в средней полосе европейской территории СССР образовались днем 9 июня 1984 года в результате наложения **трех редко встречающихся в этих местах** (и потому трудно поддающихся анализу и расчету) **атмосферных процессов**. Во-первых, пришедший сюда интенсивный циклон достиг в этот день уникального углубления, во-вторых, вблизи его центра влажный воздух резко сменялся сухим и хорошо прогретым. И в-третьих, массы очень теплого воздуха столкнулись здесь с холодным арктическим воздухом. При слиянии атмосферных фронтов возникли необычно мощные грозовые облачные массивы с градом, шквалами, сильными восходящими и нисходящими потоками воздуха, местами интенсивно вращающимися. Они и породили ту грозную стихию, которая называется смерчами.



Планетарные туманности

После того, как немассивная звезда завершает жизненный путь, оболочка ее сбрасывается. Горячее ядро со временем превращается в белый карлик. Сама же оболочка, расширившись, образует планетарную туманность. Сейчас открыты сотни таких объектов, расположенных на расстояниях от 0,1 до 2 кпк.

ВСЕ НАЧАЛОСЬ С ПУТАНИЦЫ

В марте 1781 года В. Гершель случайно открыл планету Уран. В телескоп Уран выглядел маленьким зеленоватым кружочком, и Гершель, окрыленный успехом, начал долгими ночами искать в небе такие же кружочки — новые планеты. И нашел! Радость, однако, оказалась недолгой: новое небесное тело оставалось неподвижным относительно звезд. Шли месяцы, «планета» не двигалась, и стало ясно, что Гершель принял за планету какую-то туманность.

В том же 1781 году французский «ловец комет» Ш. Мессье опубликовал первый каталог туманных пятен на небе, среди которых было уже четыре туманности, подобные той, что наблюдал Гершель. Впоследствии Гершель не один раз исследовал и те туманности, что входили в каталог Мессье, и другие. За многие годы он нанес на звездные карты около 2 тысяч туманностей! Гершель был первым, кто выделил туманности, внешне похожие на планеты, в особый класс небесных объектов. Он же придумал для них и название — **планетарные туманности**. Название прижилось, — как многие другие астрономические названия, оно говорило лишь о фантазии исследователя, но никак не о физической природе объекта.

Гершель был неутомимым наблюдателем. Он обнаружил, что многие планетарные туманности похожи не на диски, а на кольца.

В центре кольца иногда видна довольно слабая звездочка — в десятки раз слабее, чем туманность в целом. Звездочки были голубыми, и следовательно, горячими. А диски? Когда в конце XIX века были получены первые спектры планетарных туманностей, оказалось, что это типичные спектры горячего газа — яркие эмиссионные линии на темном фоне. Тогда же в спектрах планетарных туманностей были открыты две яркие зеленые линии излучения с длинами волн 0,4950 и 0,5007 мкм. Именно эти линии придавали туманностям характерный цвет. Ни с какими линиями известных элементов они не отождествлялись. У астрономов еще свежа была в памяти аналогичная история, связанная с открытием нового элемента — гелия — в спектре Солнца. Видимо, и в планетарных туманностях есть какой-то ранее неизвестный элемент? Его назвали **небулием** от слова «nebula» — «туманность». Но если открытие гелия действительно было открытием, то небулий оказался всего лишь очередной путаницей. Однако это стало ясно лишь тридцать лет спустя: чтобы разобраться во всем, потребовалась надежная теория излучения атома, квантовая механика...

Тем временем обнаружилось удивительное разнообразие форм и размеров планетарных туманностей. Самая большая, туманность «Улитка», имеет угловые размеры $12' \times 15'$ — всего вдвое меньше видимых размеров Луны! Расстояние до «Улитки» (это, впрочем, стало известно позднее) около 140 пк, а линейные размеры около 0,5 пк. Самые же маленькие планетарные туманности даже в крупные телескопы видны как обыкновенные звезды. Лишь по спектру (линии излучения на темном фоне, причем обязательно есть яркие линии небулия) можно сказать, что наблюдается именно планетарная туманность. Далеко не все планетарные туманности подобны дискам или кольцам. Есть туманности очень причудливых очертаний — например туманность УМ 29.

К концу двадцатых годов нашего века было известно уже около сотни планетарных туманностей.

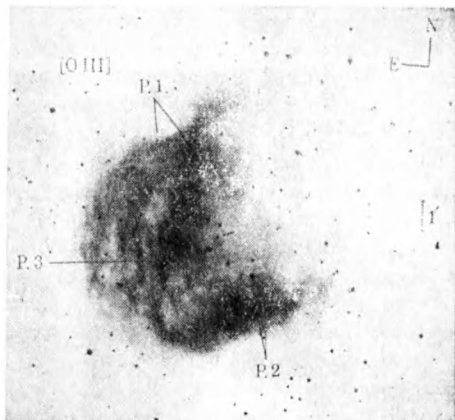
ПЛАНЕТАРНЫЕ ТУМАННОСТИ? ЭТО ОЧЕНЬ ПРОСТО!

В 1927 году американский астроном И. Боуэн решил проблему небуля. Таинственные линии оказались запрещенными линиями излучения дважды ионизованного кислорода. Вероятность электронных переходов в атоме с излучением линий 0,4950 и 0,5007 мкм очень мала, поэтому линии небуля возникают в очень разреженном газе: атом кислорода должен находиться в возбужденном состоянии настолько долго, что может успеть произойти редкий скачок электрона с верхнего уровня на нижний.

Астрономы долго искали способ измерения температуры излучения звезд, находящихся в центре планетарных туманностей, хотели понять, могут ли эти слабые звездочки влиять на излучение туманностей. В 1926 году острый способ предложил голландский ученый Х. Занстра, но практически одновременно к той же идее пришел американский астроном Д. Мензел. И все же работа Мензела осталась почти неизвестной.

По мнению Х. Занстра, именно слабая центральная звездочка и является истинной причиной свечения планетарной туманности. Он сделал также два предположения: во-первых, звезда излучает как черное тело и, во-вторых, все излучение звезды с длиной волны меньше, чем 0,0912 мкм поглощается туманностью.

Допустим для простоты, что туманность состоит только из водорода. Звезда излучает ультрафиолетовый фотон, который поглощается в туманности атомом водорода и выбивает с основного уровня электрон — водород ионизируется. Выбитый электрон захватывается другим атомом. Захват может произойти и на основной уровень, тогда излучится точно такой же, как прежде, ультрафиолетовый фотон, и история повторится. Но электрон может быть захвачен на более высокий уровень, поэтому энергия излученного фотона окажется меньше — это будет фотон видимого света. Электрон не останется на верхнем уровне, он перейдет на второй (бальмеровский) уровень, а затем и на основной, излучив последова-



Планетарная туманность УМ 29 (негатив)

тельно фотоны бальмеровской и лаймановской спектральных серий¹. Каждый ультрафиолетовый фотон, излученный звездой и поглощенный в туманности, «делится» в конце концов на фотон лаймановской серии плюс фотон бальмеровской серии плюс, возможно, несколько фотонов других, более высоких спектральных серий. Значит, в принципе достаточно подсчитать число фотонов бальмеровской серии, и мы тем самым узнаем, сколько ультрафиолетовых фотонов с длиной волны меньше 0,0912 мкм излучает центральная звезда.

Но знать одно это число — не значит знать температуру. В непрерывном оптическом спектре звезды выберем еще область, где также измерим интенсивность излучения. Теперь у нас есть две точки непрерывного спектра, разнесенные далеко друг от друга. Для определения температуры излучения черного тела ничего больше и не нужно. Здесь важно, что одна из точек находится в ультрафиолетовой области спектра, где излучение звезды максимально.

¹ Напомним, что определенной стационарной орбите электрона соответствуют определенные величины энергии (уровни энергии). При переходе электрона на уровень $n=1$ излучается система линий, называемая **серией Лаймана** (линии этой серии лежат в ультрафиолетовой области). При переходе на уровень $n=2$ излучаются линии **серии Бальмера** (четыре линии данной серии лежат в видимой части спектра, остальные — в ультрафиолетовой). (Прим. ред.).

В течение более чем полувека исследователи планетарных туманностей пользуются методом Занстра (или его модификациями) для определения температуры центральных звезд, понимая, впрочем, что оба предположения, лежащие в основе метода, неверны. На самом деле звезда вовсе не является идеальным черным телом и не все ее ультрафиолетовое излучение полностью поглощается в туманности.

И все же метод Занстра сыграл огромную роль. Пусть не точное, но приближенное значение температуры центральной звезды с его помощью получить можно. Зная же температуру звезды, мы можем описать ионизацию газа в планетарной туманности, можем определить и положение центральной звезды на диаграмме Герцшпрунга-Ресселла, то есть выяснить ее эволюционный статус.

В конце 30-х годов астрофизики пришли к выводу: загадочные планетарные туманности на самом деле довольно простые объекты! Вещество в них разрежено — плотность редко превышает 10 тыс. атомов водорода на 1 см³, чаще всего она еще на порядок меньше. Водород практически полностью ионизован, а электронный газ нагрет до температуры 10—20 тыс. градусов. Есть в туманности гелий (ионизованный один и два раза), есть и более тяжелые элементы — например кислород (дважды ионизованный кислород излучает те самые линии небуля), неон, углерод и так далее. Удалось определить и пропорции этих элементов.

**ЧИСЛО АТОМОВ ЭЛЕМЕНТОВ В ОТНОШЕНИИ
К ЧИСЛУ АТОМОВ ВОДОРОДА,
ПРИНЯТОМУ ЗА ЕДИНИЦУ
(В ЕДИНИЦЕ ОБЪЕМА)**

гелий	углерод	кислород	неон	азот	сера
0,10	2·10 ⁻⁸	5·10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	2·10 ⁻⁵

ДАЛЕКО ЛИ ПЛАНЕТАРНЫЕ ТУМАННОСТИ?..

Чтобы определить электронную плотность и температуру в туманности совсем не обязательно знать, как далеко от нас находится туманность. Но ведь нам нужно знать не только это, но и многое другое: светимость туманности и центральной звезды, массу туманности, число туманностей в Галактике. Выяс-

нить это невозможно, не зная расстояний до туманностей, что, кстати, самый уязвимый момент в исследовании любых астрономических объектов. Уверенно определяют расстояния лишь до близких звезд, когда можно измерить тригонометрический параллакс. Параллакс центральных звезд планетарных туманностей определить пока не удается.

Как обычно поступают астрофизики в таких случаях? Выделяют какую-то характеристику объектов и утверждают: для всех объектов данной группы эта характеристика одна и та же. Например, в 1934 году Б. А. Воронцов-Вельяминов предположил, что все планетарные туманности обладают одинаковой болометрической светимостью. Если это так, то можно сделать следующее: каким-то независимым способом определить расстояние хотя бы до одной планетарной туманности и найти ее болометрическую светимость, иными словами — определить «нуль-пункт», калибровать шкалу расстояний. Поскольку светимости всех туманностей приняты одинаковыми, то чем слабее туманность, тем дальше она от нас.

Б. А. Воронцов-Вельяминов определил расстояния до 126 планетарных туманностей и их размеры и составил первый каталог этих объектов. Оказалось, что размеры самых маленьких туманностей (звездообразных) вряд ли больше сотых долей парсека. Но есть в каталоге и большие туманности с диаметром около 1 пк.

Впрочем, метод Б. А. Воронцова-Вельяминова к большим туманностям уже неприменим. Дело в том, что оптическая светимость постоянна для туманностей, непрозрачных по отношению к оптическому излучению. Это почти звезды — мы видим их поверхность, внешний слой. А такие туманности, как «Улитка», практически прозрачны в видимых лучах, светимость их заведомо меньше, чем светимость звездообразных туманностей. Считая же светимость постоянной и в этом случае, мы тем самым преувеличиваем ее, значит, преувеличиваем и расстояния, а следовательно, и линейные размеры. Большие туманности получаются еще больше, чем есть на самом деле. Насколько больше? Метод об этом ничего не говорит...

В 1956 году И. С. Шкловский обратил внимание на размытые, прозрачные туманности. Таких туманностей больше, чем звездообразных. Излучение единицы объема прозрачной

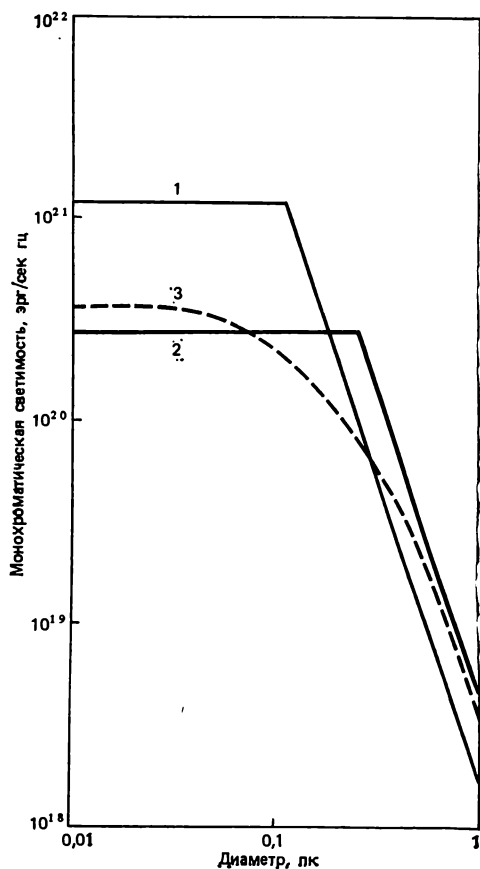
водородной плазмы (а планетарные туманности на 90% состоят из водорода) зависит от ее температуры и плотности, которые определяются независимо от расстояния до туманности. Для того, чтобы найти расстояние, нужно знать еще угловые размеры (они известны, хотя и не всегда надежно) и массу излучающего газа. Вот с массой сложнее — ее надо как-то задавать. А чтобы шкалу расстояний можно было использовать, пришлось предположить, что массы всех планетарных туманностей одинаковы. Впрочем, зависимость получаемого расстояния планетарной туманности от ее массы не очень сильна: ошибившись в величине массы вдвое, мы тем самым ошибаемся в расстоянии только в 1,3 раза. Обычно массы планетарных туманностей принимают равными 0,1—0,2 M_{\odot} .

Шкала расстояний И. С. Шкловского быстро стала общепринятой. С ее помощью удалось довольно надежно оценить расстояния до многих планетарных туманностей и впервые сделать вывод, что в Галактике сейчас существует несколько десятков тысяч таких объектов. Число это важно не само по себе. Зная, сколько планетарных туманностей в Галактике, как часто они возникают, можно ответить на более важный вопрос: что такое планетарная туманность? Экзотическое ли это явление или закономерный этап в звездной эволюции?

ПЛАНЕТАРНЫЕ ТУМАННОСТИ И БЕЛЫЕ КАРЛИКИ

За долгие годы исследования планетарных туманностей накопился огромный наблюдательный материал. Многие туманности были изучены в различных областях спектра, изучалось межзвездное поглощение в направлении на туманности, их химический состав. Большую работу по исследованию планетарных туманностей в оптическом диапазоне проделали советские астрономы Б. А. Воронцов-Вельяминов, В. А. Амбарцумян, В. П. Архипова, Е. Б. Костякова, В. И. Проник и другие. В 1967 году был опубликован большой каталог планетарных туманностей, составленный Л. Переком и Л. Когоутеком, — в нем содержались сведения о 1300 объектах.

Во второй половине XX века новая тех-



Зависимость монохроматической светимости (5 Гц) планетарной туманности от диаметра.
1 — шкала расстояний Милна,
2 — шкала расстояний Дауба,
3 — эмпирическая шкала расстояний

ника наблюдений позволила колоссально расширить диапазон принимаемых электромагнитных волн — астрономия стала всеволновой. Первые исследования планетарных туманностей в радиодиапазоне были проведены в 1961 году, а в наши дни уже 335 планетарных туманностей известны как источники теплового радиоизлучения.

Сюрпризом было открытое в 1967 году мощное инфракрасное излучение планетарной туманности NGC 7027, а затем и нескольких других планетарных туманностей. Инфракрасный избыток в сто раз превышал ожидаемый

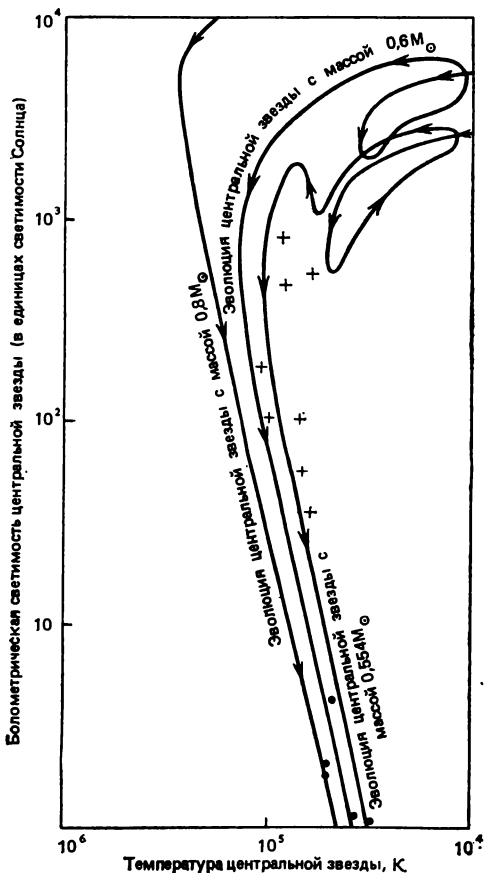


Диаграмма «температура — болометрическая светимость» для ядер планетарных туманностей (крестики — положение горячих субкарликов, точки — положение белых карликов; стрелками показано направление эволюции)

поток. Обычно избытки инфракрасного излучения звезд объясняют переизлучением пыли. Такое же объяснение дали и в этом случае, в немалой степени изменив принятые представления — раньше считалось, что пыли в планетарных туманностях нет вовсе.

Все эти исследования говорили о физике планетарных туманностей. Что же касается происхождения таких объектов, их эволюции, то события развивались следующим образом.

В 1956 году И. С. Шкловский предполо-

жил, что планетарная туманность может быть оболочкой красного гиганта, расширившейся и покинувшей звезду. Недра красного гиганта при этом обнажились, открыв наблюдателю гелиевое ядро, радиус которого заметно меньше радиуса Солнца. Сама туманность медленно расширяется (измеренные скорости расширения планетарных туманностей составляют в среднем 20—30 км/с) и через несколько десятков тысячелетий рассеивается в межзвездном пространстве. А горячее ядро, что происходит с ним? Запасы ядерного горючего в нем исчерпаны, и звезде ничего не остается, кроме как медленно сжиматься под действием сил тяготения. В конце концов ядро планетарной туманности может стать самым обыкновенным белым карликом, каких в нашей Галактике за время ее существования образовалось порядка нескольких миллиардов. Это число может быть получено из частоты образования белых карликов — 1—2 белых карлика в год. И. С. Шкловский нашел, что и планетарные туманности образуются примерно с такой же частотой. Вот и сравним: ежегодно один красный гигант сбрасывает оболочку, обнажая горячее ядро, и ежегодно в Галактике рождается один белый карлик. Может, это и есть нормальный процесс «смерти» звезды небольшой массы? Ответить на этот вопрос определенно в 50-е годы было невозможно. Мало сказать, что процесс перехода «красный гигант — ядро планетарной туманности — белый карлик» возможен в принципе, нужно также выяснить, обычен ли этот процесс или это достаточно редкое явление. А как это выяснить, если частоты образования планетарных туманностей и белых карликов оценивались с ошибками, превышающими саму величину частоты!

К началу 70-х годов число известных планетарных туманностей возросло, для многих были определены расстояния (хотя и очень ненадежно!), что позволило О. Х. Гусейнову заново провести оценки, привлечь данные о звездной эволюции и сделать вывод: переход красного гиганта к белому карлику через стадию планетарной туманности, действительно, может быть обычным явлением в мире звезд. И все же до решения проблемы еще далеко. Чтобы статистические исследования планетарных туманностей обрели необходимую точность, нужна была новая надежная шкала расстояний.

Модернизировать шкалы расстояний И. С. Шкловского и Б. А. Воронцова-Вельяминова попытались для тех туманностей, которые известны как источники теплового радиоизлучения. Дело в том, что в радиодиапазоне (наблюдения ведутся в основном на частоте 5 Гц) несущественно межзвездное поглощение, и наблюдатель избавлен от необходимости учитывать эту плохо известную величину. Использовать радиоданные для оценки расстояний до планетарных туманностей предложил Р. Минковский (США) еще в начале 60-х годов, однако в то время, да и десять лет спустя, число радиоизмерений было невелико. К 80-м годам положение улучшилось — планетарных туманностей, излучающих в радиодиапазоне, обнаружили более 300.

В 1982 году независимо друг от друга новые шкалы расстояний предложили С. Дауб (США) и Д. Милн (Австралия). Они объединили две идеи. Предположили, что часть планетарных туманностей (радиусы которых меньше некоторого критического значения) излучают как непрозрачные тела, и для них верно условие постоянной светимости. А другая часть туманностей (с радиусами больше критического) излучают как прозрачная плазма, и для них справедливо условие постоянной массы.

Точность определения расстояний действительно повышается, хотя калибровочные линии Дауба и Милна несколько отличаются друг от друга. Но существует ли действительно такой резкий переход от непрозрачных туманностей к прозрачным? Скорее всего полностью прозрачны в радиодиапазоне лишь очень большие туманности, с диаметрами более 0,4 пк, а полностью непрозрачны только самые компактные туманности с диаметрами менее 0,03 пк. Туманности промежуточных размеров имеют оптическую толщину в радиодиапазоне, близкую к единице, — они на самом деле «полупрозрачны».

Уточнение шкалы расстояний позволило оценить заново и частоту образования планетарных туманностей, которая оказалась равна 3—4 туманностям в год. Всего в Галактике сейчас около 40 тыс. планетарных туманностей. Их, как видим, с избытком хватает, чтобы объяснить образование всех белых кар-

ликов (напомним, что в год в Галактике возникает 1—2 белых карлика).

Видимо, действительно образование каждого белого карлика сопровождается феноменом планетарной туманности. И даже более того — туманности возникают чаще, чем нужно! Этот парадокс, однако, объясняется просто. Обычно частоту рождений белых карликов определяют, подсчитывая белые карлики в окрестностях Солнца. В подавляющем большинстве это одиночные звезды или компоненты визуально-двойных систем. Но ведь и в более тесных двойных системах белые карлики образуются тоже. Значит и в этом случае стадия планетарной туманности — естественное явление. И на самом деле — среди ядер планетарных туманностей все чаще и чаще обнаруживают двойные системы.

ЗАГАДОЧНЫЕ ЦЕНТРАЛЬНЫЕ ЗВЕЗДЫ

Центральные звезды планетарных туманностей очень горячи, температура их достигает порой 10^5 К и даже больше, а полная светимость — тысяч светимостей Солнца. Размеры же центральных звезд меньше размеров Солнца, возможно, в десятки раз. Эти звезды — карлики. Уже не «нормальные» звезды, но еще и не белые карлики.

Если центральные звезды планетарных туманностей становятся белыми карликами, то массы их должны быть такими же, как массы белых карликов. Но как определить массы центральных звезд? Для этого нужно знать их температуру и светимость. Чтобы определить светимость, необходимо хорошо знать расстояние (о том, какие при этом возникают трудности, мы уже говорили). Добавляется новая проблема — нужно надежно определить температуру. Метод Занстра, как мы видели, не точен. Лучше всего определять температуру, наблюдая ультрафиолетовое излучение звезды. Спектры центральных звезд в далеком ультрафиолете были получены с борта спутника IUE, но, конечно, далеко не для всех центральных звезд. И оказалось, что эти звезды излучают во многих случаях совсем не так, как должны излучать черные тела, — было обнаружено избыточное ультрафиолетовое излучение. В чем дело? Если сравнить наблюдаемое ультрафиолетовое излучение с ожидаемым излучением черного тела, то получается,

что избыток подобен излучению оптически прозрачной плазмы очень высокой температуры — в сотни тысяч градусов! Размеры излучающей области раз в 20—30 больше размеров центральной звезды, а плотность примерно такая же, как в оболочках красных гигантов, — около 10^{12} — 10^{13} частиц в 1 см^3 . Выходит, что центральные звезды планетарных туманностей часто (а может, и всегда) окружены протяженной очень горячей оболочкой. Эта оболочка поставляет в туманность избыточные ультрафиолетовые фотоны.

Как обычно бывает, решение одного вопроса рождает много других. Откуда берется горячая оболочка? Что ее поддерживает? Какую роль играет она в образовании и эволюции туманности?

Наземные оптические наблюдения (а затем и исследования с помощью спутников) показали, что центральная звезда является источником звездного ветра, «дующего» во все стороны. Скорость плазмы ветра достигает 2 000 км/с, ежегодно ветер уносит 10^{-9} — $10^{-8} M_{\odot}$. У этого факта есть следствие и должна быть причина. О причине можно пока сказать очень мало: возможно, она та же, по которой около звезды образуется горячая хромосфера. Следствие более понятно: вещество звездного ветра наталкивается на вещество планетарной туманности (туманность ведь расширяется очень медленно) и передает ему часть своего большого удельного импульса. Внутренние области туманности начинают расширяться быстрее, увлекая и внешние слои. Звездный ветер может «выдуть» в туманности полость, и планетарная туманность превращается из диска в кольцо. Кроме того, чем старше планетарная туманность, тем быстрее она должна расширяться (Земля и Вселенная, 1984, № 7, с. 82.—Ред.). И действительно, факт ускоренного расширения планетарных туманностей был установлен наблюдателями по оптическим спектрам значительно раньше, чем наблюдения с IUE показали, что от центральной звезды «дует» расталкивающий звездный ветер. Скорость расширения возрастает от 5—10 км/с у компактных туманностей до 40—50 км/с у больших туманностей. Конечно, реальная картина не так проста и однозначна, как здесь описано: есть большие планетарные туманности, которые расширяются медленно, есть туманности, вовсе не похожие на классические кольца...

Как показывают расчеты, центральная звезда планетарной туманности может превратиться в белый карлик за несколько тысяч лет, а может и за миллион. Почему такая разница во времени, от чего она зависит?

Все определяет масса центральной звезды — чем она больше, тем быстрее «вызревает» белый карлик. Мы уже говорили, что массы центральных звезд важно знать для того, чтобы сопоставить их с массами белых карликов. Но это важно, оказывается, еще и для того, чтобы оценить время, в течение которого бывшее ядро красного гиганта станет белым карликом.

В 1971 году польский астрофизик Б. Пачинский одним из первых рассчитал эволюцию центральных звезд с массами от 0,6 до $1,2 M_{\odot}$. Во всех моделях температура центральной звезды (после того, как сбрасывается оболочка красного гиганта) сначала возрастает при почти постоянной светимости — это значит, что размеры звезды уменьшаются. В некоторый момент температура звезды достигает максимума и начинает уменьшаться. Размеры звезды в это время уже невелики и в дальнейшем меняются мало. Но тогда должна уменьшаться светимость: звезда приближается к состоянию белого карлика. Ядро с массой $1,2 M_{\odot}$ достигает наивысшей температуры всего за несколько столетий, а ядро с массой $0,6 M_{\odot}$ — за десятки тысяч лет! Масса уменьшилась вдвое, а время эволюции возросло в сотни раз.

За последние 15 лет теоретики неоднократно проводили расчеты эволюции центральных звезд, исследовали их «треки». Особенно интересными оказались «треки» немассивных центральных звезд, с массами меньше чем $0,6 M_{\odot}$. На раннем этапе сжатия таких звезд, когда температура поверхности чуть выше 30 тыс. К, в поверхностном слое начинает быстро гореть гелий, превращаясь в более тяжелые элементы. Гелиевая вспышка сказывается на ходе эволюции: на «треке» возникает характерная петля. Чтобы «выбраться» из петли, звезде нужно 10—20 тыс. лет. Но примерно столько же живет и сама планетарная туманность. Пока центральная звезда «петляет», туманность успевает рассеяться в межзвездном пространстве. Когда же гелиевая вспышка заканчивается, звезда оказыва-

ется одинокой — туманности около нее уже нет. А до стадии белого карлика еще предстоит долгий путь остывания и сжатия — сотни тысяч лет!

Стало быть, мы должны видеть звезды, во всем похожие на ядра планетарных туманностей, но... без туманностей. Такие звезды действительно наблюдаются, называют их горячими субкарликами. Получается, что горячие субкарлики — это звезды небольшой массы, бывшие ядра планетарных туманностей.

Возможно, впрочем, и такое: мы видим большую планетарную туманность без центральной звезды. Значит ли это, что туманность возникла из ничего? Нет, конечно. В этом случае центральная звезда массивна, ее масса заведомо больше $1 M_{\odot}$, она уже успела пройти весь свой эволюционный путь и превратиться в белый карлик, невидимый

на столь далеком расстоянии. А туманность еще не рассеялась. Ионизирующего фактора нет, и туманность спокойно доживает свой век.

Определив из наблюдений температуры и светимости центральных звезд, можно сопоставить их с теоретическими «треками» и таким образом оценить массы. А потом сравнить с массами белых карликов. Оказывается, что массы белых карликов и центральных звезд планетарных туманностей действительно распределены практически одинаково: средняя масса близка к $0,6 M_{\odot}$.

Как видим, сейчас уже многое ясно в физике и эволюции таких «простых» объектов, как планетарные туманности. Простых, но и очень сложных...

Новые книги

«Комета Галлея и ее наблюдение»

Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука» выпустила в 1985 году книгу Н. А. Беляева и К. И. Чурюмова «Комета Галлея и ее наблюдение».

В первой главе «История открытия и результаты исследования кометы Галлея» рассказывается о жизни и научной деятельности королевского астронома и профессора геометрии Эдмунда Галлея, о комете, открытой им, о первой программе исследований кометы. Описывается появление кометы в 1910 году. Здесь же читатель узнает о природе комет, их происхождении, о загадочных структурах и явлениях в кометах.

«Наблюдение кометы Галлея» — так называется вторая глава книги. Из нее читатели узнают, как ученые Земли готовятся к встрече с «небесной гостьей», где, когда и как будет видна комета, знакомятся с инструкцией по проведению любительских наблю-

дений кометы и с комплексной программой наблюдений и исследований кометы Галлея — СОПРОГ.

Книга снабжена обширным приложением, где даются таблицы периодических комет и эфемериды кометы Галлея во всех ее предыдущих появлениях, эфемерида кометы на 1985—1986 годы и, что особенно ценно для любителей астрономии, видимый путь кометы Галлея на подробных картах звездного неба (до 9,0—9,5 звездной величины). В конце издания есть словарь специальных терминов и большой список литературы.

Глаза Земли

Вышло в свет второе, исправленное и дополненное издание научно-популярной книги Ф. Ю. Зигеля «Астрономы наблюдают» (М.: Наука, 1985). Шаг за шагом автор вводит читателей в мир наблюдательной астрономии. Из первой главы «Астрономия без телескопов» читатели узна-

ют о самых древних астрономических инструментах, о работах Гиппарха и Птолемея, Улугбека и Тихо Браге. В главе «Чемпион телескопов» рассказывается о первых телескопах Галилея, Гюйгенса, Гевелия, Кассини. Здесь же сообщается о первых русских обсерваториях — Петербургской, Московской, Пулковской, а также о крупнейших рефлекторах XX века. Третья глава «На современных обсерваториях» повествует об астрономических инструментах нашего времени, о роли фотографии в астрономии.

Сравнительно молодой области астрономии — радионастрономии — посвящена четвертая глава «Радиотехника и космос». Здесь говорится о возможностях и разрешении радиотелескопов, радиолокации Луны и планет. В главе «Необычные телескопы» рассказывается об инфракрасных, ультрафиолетовых и гамма-телескопах, а также об использовании телевидения в астрономии. Заканчивает книгу глава «Затмосферные обсерватории», где наряду с описанием орбитальных обсерваторий обсуждаются перспективы развития и наземной астрономии.



Земля в диапазонах пространства

Изучение огромного количества геологических объектов— от зерен минералов в десятые и сотые доли миллиметра до всего земного шара с поперечным размером больше десяти тысяч километров — облегчила бы единая шкала размеров и порядков геологических структур. О такой шкале, которая могла бы организовать любые исследования в области наук о Земле, и размышляет автор статьи.

Однажды во время полета на маленьком самолете над грандиозными горными хребтами и пиками Памира я подумал: как же ничтожно малы, как ограничены людские возможности осмотреть, ощупать эти горы. Мысль в общем-то тривиальная, но очень осязаемая в той обстановке. Даже располагая альпинистской техникой и снаряжением, мы лишь сможем набросить едва заметную сетку тоненьких ниточек-маршрутов на необъятную вздыбленную поверхность этой горной страны. А если ты геолог и тебе не просто любопытно побывать в горах, но необходимо изучить их структуру, понять их внутреннее устройство, добыть данные о составе и свойствах пород, слагающих этот горный край? И в конце концов, ты стремишься восстановить геологическую историю того участка земной коры, где ныне располагаются горы, и хочешь понять процессы, которые привели к их образованию. Но задача кажется невыполнимой из-за несоизмерности объекта исследования и возможностей исследовать.

Так что же, под крылом самолета проплывает непознаваемый мир? И нет никакой надежды познать его?.. Конечно, это не так. Однако возникшее ощущение заставляет задуматься о соотношении масштабов исследования и размеров объекта исследования, диа-

пазоне размеров, который занимают объекты изучения геологии, о масштабе наблюдаемых явлений и предполагаемых причин эволюции структур Земли, о соразмерности причин и следствий в геологических процессах.

ОТ ПЕСЧИНКИ ДО ЗЕМНОГО ШАРА

При решении практических и теоретических задач геологу в каких-то случаях приходится смотреть в микроскоп и различать в тонком срезе горной породы (шлифе) отдельные зерна минералов, размером в десятые и сотые доли миллиметра (10^{-4} — 10^{-5} м), а в иных случаях нужно иметь в виду всю Землю, радиус которой больше шести тысяч километров ($6,371 \cdot 10^6$ м). Таким образом, объекты изучения геологии занимают десять-одиннадцать порядков нашей метрической шкалы, или изменяются по своим линейным размерам в сотни миллиардов раз. Представить себе такой диапазон размеров практически невозможно. Но ведь эта шкала геологических объектов занимает лишь небольшую часть диапазона величин протяженности в пространстве, которыми оперирует наука,— от ядра атома до тысяч мегапарсек. Если же соотнести размеры интересующих геологию объектов со средним ростом человека (наиболее обыденным и привычным для нас масштабом), то и в этом случае минимальные величины будут в сто тысяч раз меньше, а максимальные— в миллион раз больше человеческого роста. Что тоже с трудом можно себе представить.

Из этого следует, однако, насколько относительны наши обычно интуитивные представления о значительности и значимости тех или иных геологических явлений. И что более важно— начинаешь задумываться о том, как необходимо всегда точно знать, к какому участку общего диапазона геологических объектов относится рассматриваемое явление.

Но всегда ли исследователь отчетливо представляет себе, на какой участок этого диапазона направлен его взгляд? К какому его участку относится та или иная конкретная задача? Что изменяется при переходе от участка к участку или от одного порядка к другому? Можно ли переносить закономерности, установленные в одном порядке размеров, на другой, перескакивая через несколько порядков?

Все эти вопросы, затрагивающие существо геологического мировоззрения, требуют вполне определенных ответов. Попробуем найти их.

Очевидно, что поскольку существует такой широкий диапазон объектов изучения геологии, нужна специализация отдельных ветвей науки, решающих задачи в разных участках шкалы пространственной протяженности. Иерархия порядков как раз и отражается в какой-то мере в разделении геологии на отдельные дисциплины. Минералогия, петрография, литология занимаются исследованием вещественного состава и внутренней структуры пород и изучают их на микро- и мезоуровне. Но есть региональная геология, историческая геология, предмет их — обширные области или даже целые континенты. Это макроуровень. Однако есть еще структурная геология с очень широким диапазоном размеров объектов — от микро- до макроуровня, и здесь принято разделять разрывы, складки и другие структуры на иерархические порядки — ранги: локальные, региональные, планетарные. Но выделение таких рангов или порядков структур обычно никак не соотносится с общим диапазоном шкалы геологических объектов, а происходит почти интуитивно и опирается на изучение конкретного участка земной коры. Да ее и не существует, такой шкалы, общепринятой, общепризнанной, которая использовалась бы в любых исследованиях наук о Земле.

НУЖНА ЛИ ШКАЛА РАЗМЕРОВ?

На первый взгляд кажется, что не так уж важно, есть ли у геолога шкала иерархии различных размеров или нет. Ведь не искажает же ее отсутствие наблюдаемые факты, не становятся они от этого ни крупнее, ни мельче! Разумеется, существо, размеры и содержание увиденного и зарегистрированного

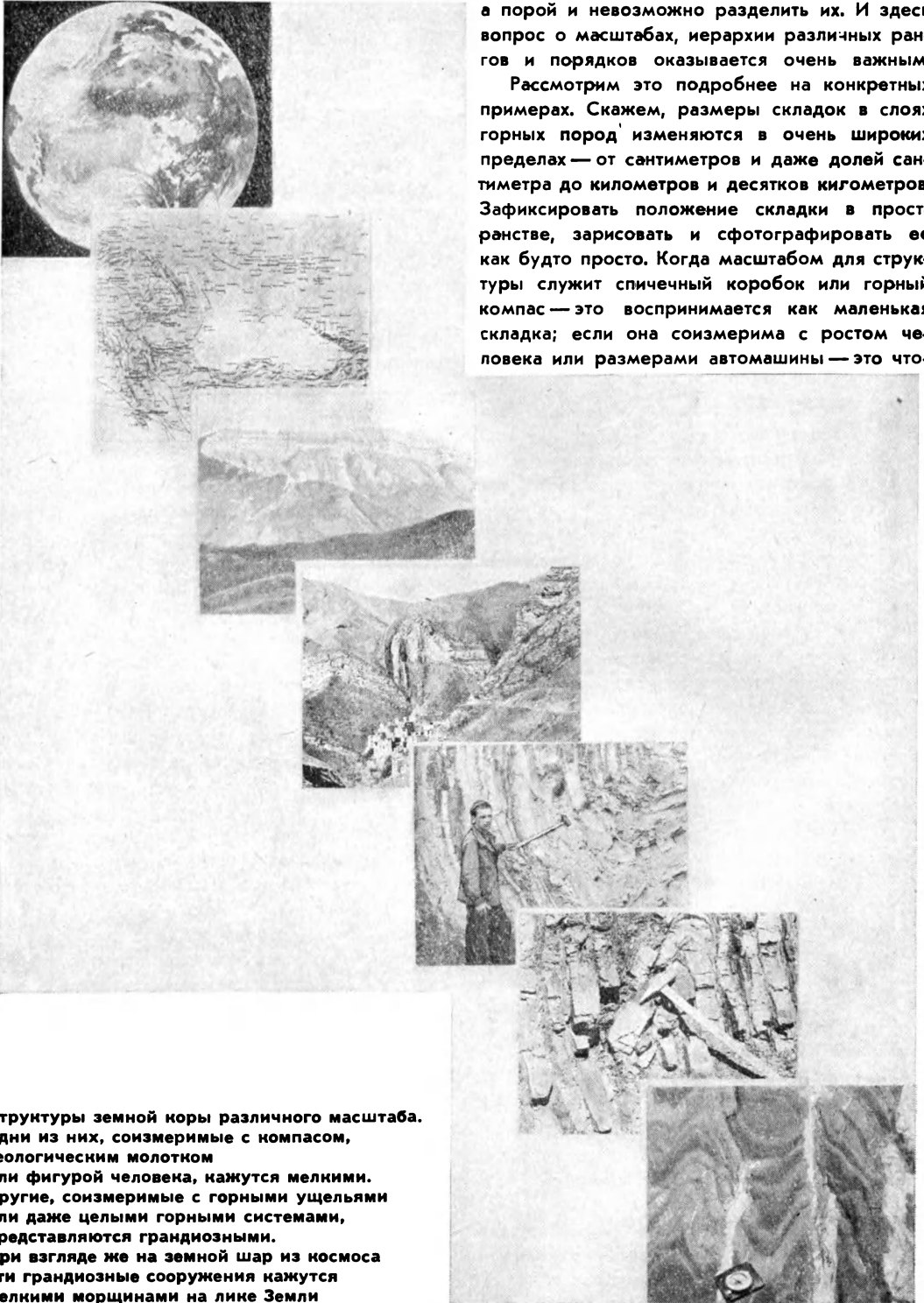
геологом никак не изменяются от того, осознает он или нет соразмерность и место этого объекта в структуре земной коры в целом, в общей структуре региона или даже всего континента. Это так же верно, как и то, что Джомолунгма остается высочайшей вершиной мира, независимо от того, измеряем ли мы ее высоту в метрах или футах и называем ли ее этим древним именем или Эверестом.

И тем не менее будет ошибкой считать, что геолог — бесстрастный объективный собиратель фактов, что он регистрирует наблюдаемое независимо ни от чего. Ведь ни одно отдельное обнажение геолог, хоть с самым малым опытом, не может воспринимать как нечто изолированное, существующее само по себе. Рассматривая слой за слоем, устанавливая их состав и разделяющие границы-поверхности, он сразу же строит предположения об условиях образования этих слоев, их происхождении. Трещиноватость, изгибы слоев или просто угол их наклона, заставляют его думать о том, какие преобразования произошли с ними, какие деформации они испытали.

Рассматривая срез горных пород в стене какого-либо ущелья, геолог непременно мысленно продолжает его вверх, вниз и внутрь стены, он обязательно представит себе объемную картину, сопоставляет то, что видно здесь, с тем, что наблюдается по соседству, в непосредственной близости и адали от этого обнажения. Пространственное воображение, умение по плоским срезам представить объемные тела геологических структур — одно из неперемных профессиональных качеств геолога. Это одновременно и его сила, и слабость. Сила — потому что без такого объемного видения наблюдения превращаются в груды несистематизированных разрозненных фактов. Слабость — потому что уже на самых ранних стадиях изучения в регистрацию, документирование фактов исподволь, неприметно вносится их интерпретация, домысливание и достраивание. Тогда волей-неволей добавляется гипотетический элемент, касающийся структуры (мысленное достраивание наблюдаемого в пространстве) или процессов (представление об условиях происхождения пород и преобразованиях, происходивших с ними позднее). В работе геолога наблюдения и их интерпретация, факты и гипотезы настолько тесно связаны и переплетены, что трудно,

а порой и невозможно разделить их. И здесь вопрос о масштабах, иерархии различных рангов и порядков оказывается очень важным.

Рассмотрим это подробнее на конкретных примерах. Скажем, размеры складок в слоях горных пород изменяются в очень широких пределах — от сантиметров и даже долей сантиметра до километров и десятков километров. Зафиксировать положение складки в пространстве, зарисовать и сфотографировать ее как будто просто. Когда масштабом для структуры служит спичечный коробок или горный компас — это воспринимается как маленькая складка; если она соизмерима с ростом человека или размерами автомашины — это что-



Структуры земной коры различного масштаба. Одни из них, соизмеримые с компасом, геологическим молотком или фигурой человека, кажутся мелкими. Другие, соизмеримые с горными ущельями или даже целыми горными системами, представляются грандиозными. При взгляде же на земной шар из космоса эти грандиозные сооружения кажутся мелкими морщинами на лице Земли

то гораздо крупнее; если складка уместается целиком только на снимке всего горного ущелья, а поселки на стенах ущелья по сравнению с ней выглядят похожими на соты — тут уже нечто грандиозное. Грандиозное по сравнению с человеческим ростом, и психологически это понятно. А если сопоставить такие структуры с мощностью земной коры? Тогда получится, что только самые крупные складки, которые можно окинуть взглядом разве что из космоса, например весь Большой Кавказ или Альпы, соизмеримы с толщиной земной коры. Их ширина — несколько десятков километров, и толщина земной коры под ними — 40—60 км. А если сравнивать такие складки с пространством всего континента, то эти величественные горные цепи, возвышающиеся на километры, будут выглядеть как мелкие морщины на лице Земли.

Вот тут-то и возникает вопрос: как далеко в глубины земной коры можно и нужно продлевать то, что удается наблюдать в отдельных обнажениях вдоль ущелья? До какого уровня в земной коре находят отражение те структуры, которые видны на поверхности? Складки сантиметровых размеров вряд ли продолжают далеко в глубину; как это часто в обнажениях видно, они затухают вверх и вниз по разрезу. Километровые складки, вероятно, захватывают пласты и не выходящие на поверхность. А складчатые области, как уже упоминавшиеся Кавказ или Альпы? В геологии выработано эмпирическое правило, более или менее интуитивное: чем больше протяженность и ширина структуры на поверхности, тем глубже ее корни, и глубина их соизмерима с размерами структуры на поверхности. Тогда Кавказ или Альпы должны находить отражение в структуре всей земной коры.

Из этого примера ясно, что шкала размеров и порядков геологических структур нужна на всех стадиях изучения земной коры. И нужна она для того, чтобы складывающиеся представления о структуре не выходили за допустимые рамки. Хотя почти каждый геолог интуитивно чувствует такую шкалу,вольно или невольно соразмеряет с ней свои наблюдения, вряд ли стоит делать вид, будто проблемы не существует, будто с этим все в порядке.

Уже одно то, что такие шкалы не обще-

признаны, интуитивны, делает их пригодными лишь для индивидуального пользования. Легко понять, какие неудобства и даже неразбериху это может создать в науке. И просто удивительно, как при всех спорах и разногласиях геологи все же как-то понимают друг друга. А если задаться вопросом, где проходят рубежи, границы, разделяющие структуры разного порядка, на такой шкале, то ответы будут, видимо, самые разнообразные, пожалуй и неожиданные.

Интересная попытка исследовать вопрос, есть ли какие-то естественные группы, изблюбленные размеры, к которым тяготеют самые разные тела неживой природы, предпринята академиком М. А. Садовским. Оказалось, что можно составить непрерывный ряд групп от песчинок и кусков горных пород, на которые они разделяются трещинами, до блоков земной коры и тел, составляющих Солнечную систему со всеми ее планетами и спутниками. И оказалось, что все это множество разбивается на дискретные группы и в каждой есть свои «любимые» и «запрещенные» размеры (Земля и Вселенная, 1984, № 6, с. 4.—Ред.). Так может быть, не только трещины и разломы, делящие земную кору на семейство разновеликих блоков, подчиняются такому закону, а вообще все структуры, наблюдаемые в ней? Этот вопрос еще предстоит исследовать.

ПОИСК ПРИЧИН

Еще более остро необходимость единой, выверенной по естественным природным объектам шкалы возникает тогда, когда от вопросов «как?» геолог переходит к вопросам «почему?». Ведь мало только знать, как устроен тот или иной участок земной коры, важно понять, почему он стал таким, под действием каких сил и процессов он предстал перед нами в своем сегодняшнем виде. Да, собственно, *генетические вопросы* и гипотезы возникают сразу, как только мы попытаемся понять условия образования породы или процессы, которые вывели пласты из первоначального горизонтального положения, деформировали их. И вот тут особенно нужно соблюдать соразмерность причин и следствий.

Проблема образования складок и складчатых областей всегда была и остается одной из самых острых, дискуссионных в геологии.

Не углубляясь в существо проблемы складкообразования (это тема отдельного разговора), стоит посмотреть, какие же причины возникновения складчатости выступают в некоторых гипотезах в качестве основных.

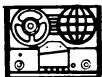
Складчатые пояса простираются на многие тысячи километров — это горные цепи Кордильер и Анд, обрамляющие Тихий океан вдоль побережья Северной и Южной Америки, пояс молодых гор южной части Европы, идущий от Пиренеев до Кавказа и уходящий далеко в Азию, это и Урал, по которому принято проводить границу Европы и Азии. Складчатость — явление действительно весьма распространенное на континентах, и потому хочется искать глобальные ее причины. Во многих гипотезах так и предполагается. Легче всего представить, что складчатые пояса возникли при сжатии мягких, более податливых участков земной коры между жесткими блоками. Когда-то такое сжатие связывали с остыванием земного шара, сокращением его внутренних оболочек и короблением более холодной и жесткой коры на сжимающемся шаре (гипотеза контракции). Когда же пришлось отказаться от этих представлений, появилась идея связать образование складчатости с сокращением земной коры, вызванным движением литосферных плит. На них делится верхняя твердая оболочка Земли до глубины 120—150 км. Столкновение двух плит, поддвижение одной под другую и приводит, согласно этой концепции, к образованию складок в осадочной толще на контактах плит.

Но тут возникает вопрос: можно ли для объяснения складкообразования, охватывающего один лишь верхний 10—15-километровый слой осадочной оболочки земной коры, «вовлекать» в движение плиты литосферы толщиной в 150 км? Правильно ли, наблюдая сжатие на поверхности, считать это признаком сжатия всей земной коры или даже всей литосферы? Нет ли тут неоправданного перепрыгивания через порядки в масштабах явлений? Складчатость, скорее всего, — результат глубинных процессов, происходящих в объеме, может быть, даже всей земной коры (но это, однако, все же глубина 30—40 км, а не 150!), хотя вряд ли эта связь такая упрощенная и чисто механическая: сжатие на поверхности соответствует сжатию всей литосферы.

Сжатие на поверхности, наблюдаемое в

складчатой области, как будто бы совершенно очевидно. В самом деле, слои осадочных горных пород, которые при своем образовании были горизонтальными, теперь измяты в складки и, по-видимому, занимают меньшую ширину, чем первоначально. В каждой отдельной складке можно определить размеры отдельных элементарных деформаций: сжатия, растяжения, изгиба, сдвига. Казалось бы, можно просто просуммировать сжатие, установленное в отдельных складках, и получить таким образом размеры сжатия всей складчатой зоны. Однако такой простой и логически как будто бы правильный способ может привести к заведомо ошибочным результатам. И прежде всего потому, что в разных частях складчатой зоны природа сжатия может оказаться различной, а тогда суммировать его размеры бессмысленно. К тому же, кроме следов сжатия и изгиба слоев, в них одновременно могут быть (и часто бывают) следы растяжения. В разных местах это растяжение может быть различным, и его тоже необходимо учитывать. Так что те закономерности и явления, которые наблюдаются в одном порядке структур, нельзя автоматически переносить на другой порядок. Задача, сходная по своему содержанию для разных порядков структур или явлений, обладает в каждом случае своей спецификой и требует специальных методических подходов.

Из одного только примера подходов к проблеме изучения складчатости — от регистрации складок в поле, картирования структур до обсуждения причин и условий их образования — понятно, насколько важна с методической точки зрения для всех этапов работы шкала пространственной протяженности геологических объектов. Шкала не интуитивная, а физически обоснованная, разработанная на основе естественных рангов природных объектов.



НАШИ
ИНТЕРВЬЮ

В космическом экипаже — врач

237 суток работал на орбитальном научно-исследовательском комплексе «Салют-7» — «Союз» экипаж «Маяков» — Л. Д. Кизим, В. А. Соловьев, О. Ю. Атьков.

Была выполнена обширная программа медико-биологических исследований. В подготовке к ним принимали участие специалисты Института медико-биологических проблем Минздрава СССР, Всесоюзного кардиологического научного центра АМН СССР, Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина, ряда других учреждений. Об осуществлении этой программы в космосе, о некоторых результатах проведенных исследований и экспериментов наш корреспондент В. Б. ПИЩИК попросил рассказать Героя Советского Союза, летчика-космонавта СССР, кандидата медицинских наук **О. Ю. АТЬКОВА**, директора Института медико-биологических проблем академика **О. Г. ГАЗЕНКО** и директора Всесоюзного кардиологического научного центра академика **Е. И. ЧАЗОВА**.

Первый вопрос к вам, Олег Георгиевич и Евгений Иванович. Впервые на орбите столь продолжительное время работал врач. Специалисты в области космической медицины получали информацию, можно сказать, из первых рук. Насколько это расширило привычные границы медицинского контроля и исследований, проводимых в космосе?

О. Г. Газенко. Пожалуй, ни в одном из ранее проведенных полетов космическая медицина не получала столько информации, сколько в завершившемся в октябре прошлого года самом продолжительном в истории полете наших «Маяков». Было осуществлено свыше 30 медицинских исследований и экспериментов, а если учесть, что многие из них проводились неоднократно, то общее число их составило более двухсот. Это в первую очередь связано с тем, что в экипаже трудился, я бы сказал, полномочный представитель космической медицины, врач — специалист высокой квалификации **Олег Юрьевич Атьков**.

Е. И. Чазов. Разработанные космической медициной аппаратура и методы «дистанционной диагностики» дают медикам прекрасную возможность в ходе полета получать на Земле по каналам телеметрии большое количество физиологических параметров, характеризующих состояние здоровья космонавтов.

Вместе с тем участие в длительной космической экспедиции врача открыло принципиально новые возможности непрерывного медицинского наблюдения и самонаблюдения, оценки здоровья и работоспособности всех членов экипажа непосредственно на околоземной орбите, позволило по-новому, более углубленно провести многие медицинские исследования и эксперименты.

Олег Юрьевич, из каких моментов складывалась Ваша работа врача-исследователя в ходе полета?

О. Ю. Атьков. Работу врача в космическом полете, разумеется, несколько условно можно разделить на два взаимосвязанных



Академики О. Г. Газенко (справа) и Е. И. Чазов в Центре сбора и обработки медицинской информации Института медико-биологических проблем обсуждают результаты медицинских исследований и экспериментов

Фото А. Д. Доценко

направления — врачебный контроль и медико-биологические исследования и эксперименты. В конечном итоге задача обоих направлений едина: оценивать состояние здоровья экипажа и продолжать сбор данных о влиянии длительного пребывания в космосе на человеческий организм.

Поскольку на протяжении всего полета состояние здоровья членов экипажа было хорошим, регулярный врачебный контроль носил главным образом профилактический характер. Он практически ничем (если не считать, что выполнялся в невесомости) не отличался от того, с чем каждый из нас сталкивается на приеме у врача. Осмотр кожных покровов и слизистых, прослушивание сердца и легких, измерение давления крови и частоты сердечных сокращений, определение сухожильных рефлексов.

Несколько раз проводились отоларингологические и офтальмологические обследования, что позволило получить объективные данные о динамике кровоснабжения носоглотки, барабанной перепонки, органа зрения в различные периоды адаптации к невесомости. Для гематологических, биологических, иммунологических исследований брались пробы крови из пальца и из вены.

Врачебный контроль заключался также в оценке настроения членов экипажа, режима питания, труда и отдыха (по моей рекомендации Земля в конце полета увеличила нам на час время отдыха), в проведении микро-

биологических и санитарно-гигиенических исследований.

Выполнение этой работы, несомненно, требовало соответствующего аппаратного и инструментального оснащения. Чем же именно располагал врач во время полета?

О. Г. Газенко. На орбитальной станции имеется набор медицинских упаковок различного назначения, куда входит большое число лекарственных препаратов, как говорят, на все случаи жизни — начиная от средств лечения головной боли, насморка, бессонницы и кончая средствами оказания помощи в случае кровотечения, ожога или травмы. В каждую упаковку вложена опись имеющихся в ней препаратов с указанием, в каких случаях и как ими пользоваться. Учитывая, что в экипаже находился врач, на станцию были доставлены еще и упаковки с оборудованием для проведения медицинских обследований, а также набор инструментов для оказания, в случае необходимости, неотложной офтальмологической и стоматологической помощи. К счастью, случаев заболевания в полете не было, и обращаться к услугам лекарственных средств врачу доводилось крайне редко.

Е. И. Чазов. Надо отметить, что О. Ю. Атьков располагал на станции богатым арсеналом медицинской аппаратуры, сочетающей высокую информативность, компактность и большую надежность. Многофункциональная установка «Аэлита» позволяла регистрировать большое число физиологических параметров, характеризующих деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма. Ультразвуковая локация сердца, крупных сосудов, внутренних органов осуществлялась с помощью аппаратов «Аргумент» и «Эхограф». На установке «Биохим» непосредственно в космосе проводилось количественное определение в пробах крови некоторых электролитов, характеризующих состояние основных обменных процессов в организме. В приборе «Плазма» путем центрифугирования взятая из вены кровь разделялась на форменные элементы и плазму, затем пробы крови консервировались для последующего углубленного биохимического анализа в лабораторных условиях на Земле. Функции органа зрения изучались посредством приборов «Нептун» и «Марс», а психическая работоспособность — с использованием прибора «Балатон»... Короче, в рас-

поряжении врача был полноценный кабинет функциональной диагностики, который, пожалуй, не уступит земным.

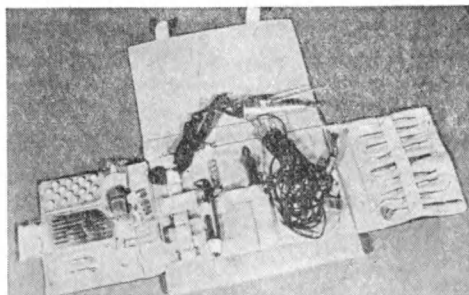
О. Ю. Атьков. Хотелось бы выразить самую искреннюю признательность всем создателям этой замечательной аппаратуры».

Как сказал Олег Георгиевич, на орбите было проведено более двухсот медико-биологических исследований и экспериментов. Остановитесь, пожалуйста, на наиболее важных направлениях медицинской программы, выполненной в полете.

О. Ю. Атьков. В ходе полета был выполнен большой объем исследований сердечно-сосудистой системы — одной из главных «мишеней» действия невесомости. Прежде всего отмечу исследования, в которых применялся метод ультразвуковой локации сердца и крупных сосудов, что позволило как бы заглянуть внутрь сердца, получить представление о состоянии его полостей, магистральных сосудов, о работе клапанов, сердечной мышце. Неоднократно изучались биоэлектрическая активность сердца, в том числе и суточная ее динамика, в условиях покоя и при физических нагрузках, а также реакции сердечно-сосудистой системы, когда на нижнюю половину тела воздействовало отрицательное давление.

Е. И. Чазов. Хочу заметить, что Олег Юрьевич давно и весьма успешно занимается вопросами внедрения в клиническую практику методов эхокардиографии. Он впервые в нашей стране использовал двухмерную эхокардиографию — исследование анатомии и функции сердца в реальном масштабе времени. За разработку и внедрение ультразвуковых методов диагностики основных заболеваний сердца он был удостоен премии Ленинского комсомола.

Уже на протяжении нескольких лет метод ультразвуковой локации сердца мы применяем во время, до и после полетного обследования космонавтов, при проведении в наземных лабораториях исследований с моделированием (скажем, в условиях гипокинезии) некоторых физиологических эффектов невесомости. Олег Юрьевич принимал участие в этих исследованиях, а также в разработке аппаратуры «Аргумент».

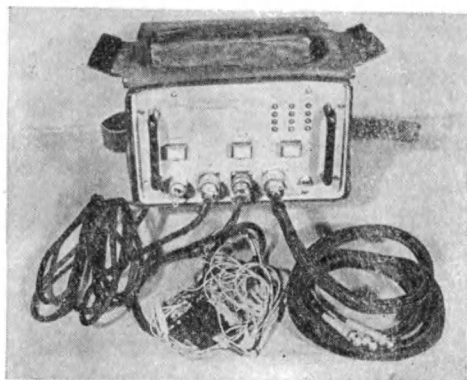


Набор инструментов для оказания в случае необходимости неотложной стоматологической помощи

Фото А. Д. Доценко

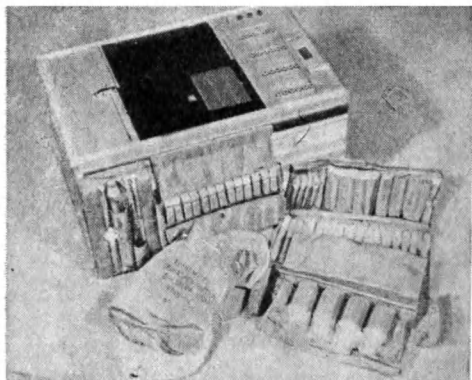
Прибор «Векторкардиограф» для исследования функционального состояния сердечно-сосудистой системы

Фото А. Д. Доценко



О. Ю. Атьков. Чтобы глубже изучить обмен веществ, использовались функциональные нагрузочные пробы. Например, для оценки особенностей углеводного обмена при длительном пребывании в невесомости мы проводили функциональную пробу с глюкозной нагрузкой. Впервые в космическом полете метод нагрузочных проб применялся и для оценки обмена кальция. Результаты исследования уровня иммуноглобулинов в сыворотке крови помогут разобраться во многих вопросах, связанных с отмечавшимися в длительных полетах изменениями иммунологической реактивности организма.

О. Г. Газенко. Метод функциональных проб позволяет более детально, чем ранее,



Прибор «Биохим», с помощью которого проводился количественный анализ некоторых электролитов, характеризующих состояние основных обменных процессов в организме космонавта

Фото А. Д. Доценко

Прибор «Плазма», разделяющий взятую у космонавта кровь на форменные элементы и плазму и консервирующий пробы для последующего биохимического анализа на Земле (справа — морозильная установка для консервации; слева — центрифуга для разделения крови)

Фото А. Д. Доценко



изучать обменные процессы, в частности механизм повышенного выведения кальция из организма и причину деминерализации костной ткани в условиях невесомости. Пока даже в самых продолжительных полетах потеря кальция и связанные с этим изменения прочности скелета не приобретали опасного харак-

тера. Но чтобы совсем устранить возможные нежелательные последствия, мы должны всесторонне изучить механизм этого явления.

Е. И. Чазов. Решению этой задачи был посвящен и проведенный в полете на специальной биологической модели эксперимент «Мембрана», основной целью которого стала попытка разобраться в механизме изменения проницаемости клеточной мембраны и связанными с этим «утечкой» кальция из клетки, нарушением баланса кальция в клетке и межклеточной жидкости. Обработка данных этого эксперимента еще не завершена, хотя, думается, результаты будут иметь важное значение не только для космической медицины, но и для клинической практики на Земле.

О. Ю. Атьков. Значительное место в медицинской программе было отведено изучению деятельности анализаторов, в частности органа зрения. Проводились исследования порога цветового зрения, глубинного зрения и разрешающей способности глаза, его мышечного аппарата и сетчатой оболочки. Чтобы разобраться в причинах болезни движения, возникающей в полете, и определить соответствующие меры профилактики, мы анализировали особенности взаимодействия вестибулярного и зрительного анализаторов при визуальных наблюдениях. Выполнено немало психологических исследований, в том числе направленных на разработку более точных и аргументированных рекомендаций по режиму труда и отдыха в длительных полетах.

Е. И. Чазов. Да, психологические наблюдения стали важным аспектом медицинских исследований, проводившихся врачом-космонавтом. Обладая определенной суммой знаний в области психологии, можно легче решить некоторые психологические проблемы, которые возникают в малых группах, находящихся в длительных космических полетах.

О. Г. Газенко. Результаты проведенных психологических наблюдений особенно важны еще и потому, что впервые в космическом полете столь длительное время находился экипаж из трех человек. Дважды во время полетов экспедиций посещения на станции трудились одновременно шесть космонавтов. Такого тоже еще не было. Хотелось бы подчеркнуть: в ходе полета Земля постоянно ощущала, что в экипаже царит дух взаимопонимания, дружеского участия и подлинного товарищества.

И во время полета, и после его завершения специалисты, руководители полета, сами космонавты неоднократно подчеркивали, что экипаж «Маяков» был очень слаженный и дружный. Олег Юрьевич, что, по Вашему мнению, стало главным, определяющим в поддержании такого психологического климата на орбите? Что греха таить, и на Земле, к сожалению, не всегда удается постоянно сохранять в коллективе подлинно товарищеские отношения. А ведь там, в космосе, космонавты на долгое время оторваны от привычной земной обстановки, от родных, от друзей...

О. Ю. Атьков. Думаю, это — результат хорошей сработанности в период подготовки к полету, доброжелательных деловых отношений с Центром управления полетом, правильного распределения обязанностей в ходе полета и осуществления Землей комплекса мероприятий по психологической поддержке (к нам в гости «приходили» наши семьи, друзья, писатели и журналисты, артисты и спортсмены). Что позволяло быть в курсе всех земных дел, не отрывать от Земли. А это очень важный психологический момент. Большое значение имели встречи со специалистами Центра управления полетом, с разработчиками экспериментов, с создателями бортовой аппаратуры. Там, в космосе, очень важно знать, что твоя работа находит применение, что ее результатами довольны, важны и доброжелательные замечания, и деловые советы, одним словом, очень важен профессиональный диалог с Землей. Он позволяет правильно оценить сделанное, внести необходимые коррективы в выполнение тех или иных исследований.

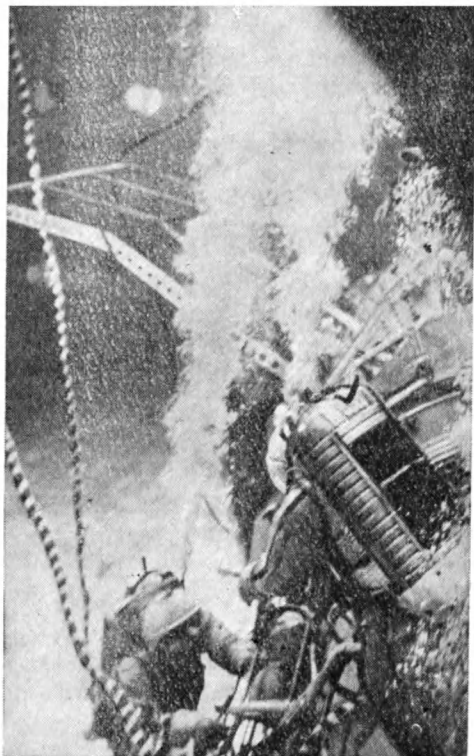
Твердо убежден: взаимопонимание участников полета, их полный контакт с Землей, высокий профессионализм каждого члена экипажа в решающей степени определяют психологический климат в коллективе, являются обязательным условием и залогом успеха всей работы в космосе. Уметь понять, вовремя промолчать или вовремя сказать пару необходимых именно в данный момент слов — это важно и на Земле, а в космосе — особо.

Ни в одном из ранее осуществленных космических полетов не проводилось столько работы вне станции, в открытом космосе. Какова была роль врача во время выполнения космонавтами этих операций?

О. Г. Газенко. Впервые в практике космических полетов в течение одной экспедиции космонавты Леонид Кизим и Владимир Соловьев совершили шесть выходов в открытый космос общей продолжительностью 22 часа 50 минут. Вне станции космонавты провели исключительно важные монтажные работы на объединенной двигательной установке, смонтировали две дополнительные панели солнечных батарей. Работа за пределами станции связана с большим эмоциональным и физическим напряжением и поэтому для медиков служит своеобразной функциональной пробой. Оставаясь внутри станции, врач контролировал функционирование систем станции и скафандров, медицинские параметры космонавтов. Кроме того, он сверял их действия с инструкцией, выдавал команды для проведения соответствующих тестов по проверке герметичности, поддерживал связь с товарищами и с Землей.

Известно, что в комплексе мер, направленных на профилактику неблагоприятного воздействия невесомости на организм человека, важнейшее место отводится занятиям физкультурой. Какова была «спортивная» программа «Маяков»?

О. Ю. Атьков. В невесомости практически отсутствует нагрузка на опорно-двигательный аппарат. Чтобы переместить предметы, даже очень тяжелые по земным меркам, здесь, в «мире без веса», практически не требуется усилий. Мышцы бездействуют и постепенно, если не принимать соответствующих мер, начинают «таять»: уменьшается их масса, снижается тонус, а это в свою очередь влияет на многие обменные процессы в организме. Чтобы предотвратить это и впоследствии хорошо перенести встречу с земной силой тяжести, каждый из нас ежедневно пробегал примерно пять километров на бегущей дорожке и «проезжал» около десяти на космическом велосипеде (велозргометре). Дополнительно выполнялись упражнения с эспандерами, различными резиновыми амортизаторами. Для тренировки мышц плечевого пояса и рук мы регулярно занимались ручным педалированием на велозргометре. Нагрузке на мышечный аппарат способствовало почти постоянное ношение специального костюма, в ткань которого вшиты резиновые тяжи, создающие при движениях определенное на-



Предполетная тренировка экипажа в условиях гидроневесомости (отработка операций, связанных с выходом в открытый космос)

Фото А. А. Пушкарева

пряжение различных мышечных групп. Перед завершением полета мы проводили тренировки в вакуумном костюме «Чибис» (Земля и Вселенная, 1983, № 5, с. 4.—Ред.). При этом происходит перемещение крови в нижнюю половину тела, что характерно для сосудистой системы человека в условиях обычной земной силы тяжести. Такие тренировки способствуют поддержанию тонуса мышц сосудов ног, а это в значительной мере предупреждает снижение ортостатической устойчивости у космонавтов после полета.

О. Г. Газенко. Задача, которую мы решаем, введя тренировки на «космическом стадионе», состоит в том, чтобы нагрузить мышцы, не дать системам организма «забыть» свое земное предназначение. Ведь как бы ни был долг космический полет, космонавтов ждет Земля, благополучная встреча с кото-

рой во многом зависит от того, как ты потрудишься в космосе.

Физические тренировки, правильно построенный режим труда и отдыха, рационально организованное питание, санитарно-гигиенические мероприятия, комплекс мер психологической поддержки — все это позволило экипажу не только сохранить хорошее состояние здоровья, высокий уровень работоспособности на протяжении всей экспедиции, но и достаточно быстро и в полной мере вернуться к привычной земной жизни после полета.

Хотелось бы отметить, что и участники прежних экспедиций, и сами «Маяки» проявили большую инициативу и подлинно творческую смекалку, совершенствуя бортовую систему физических тренировок.

Е. И. Чазов. В эксперименте «Спорт» космонавты использовали некоторые новые режимы тренировок, что позволило за счет

Предполетное обследование: работы с костюмом «Чибис», создающим отрицательное давление на нижнюю половину тела космонавта

Фото А. А. Пушкарева



более интенсивных нагрузок сократить время, затрачиваемое на физические упражнения, и высвободить его для проведения других работ. Был применен также новый режим функциональной пробы и тренировок с воздействием отрицательного давления на нижнюю половину тела, при котором впервые величина разрежения доводилась до 45 мм рт. ст. Такой режим стал возможен, поскольку пробы и тренировки проходили в присутствии врача. Это позволило полнее оценить резервные возможности сердечно-сосудистой системы, что очень важно для правильного распределения рабочих нагрузок и прогнозирования состояния здоровья космонавтов на различных этапах полета, а кроме того провести более эффективные тренировки перед завершением полета.

Олег Юрьевич, вместе с Вашим экипажем на станции работали две кратковременные экспедиции посещения. Какие медицинские исследования и эксперименты проводились в это время?

О. Ю. Атьков. Когда на станции работал советско-индийский экипаж в составе Юрия Малышева, Геннадия Стрекалова и гражданина Республики Индии Ракеша Шармы, в экспериментах «Баллисто» и «Вектор» мы изучали функциональное состояние сердечно-сосудистой системы в период острой адаптации человеческого организма к невесомости. Были исследованы некоторые возможные причины возникновения болезни движения в полете, а также изменения биомеханики движений и нарушения координации в невесомости.

Со второй экспедицией посещения в составе Владимира Джанибекова, Светланы Савицкой и Игоря Волка мы продолжали наблюдать, как влияет на организм человека период острой адаптации к невесомости. Проводились исследования сердечно-сосудистой системы в покое и при выполнении физических упражнений, а также при использовании профилактического средства — специальных пневматических манжет, которые препятствуют характерному для условий невесомости перераспределению крови в верхнюю половину тела. Кроме того, мы изучали влияние космического полета на зрительный анализатор, психическую работоспособность. На новой усовершенствованной установке «Таврия» шли опыты по космической биотехнологии, имев-

шие целью получение опытных партий лекарственных веществ, очищенных противомикробных препаратов, а также разделение клеток для последующего их использования на Земле в медицинских целях.

Евгений Иванович, поскольку затронут вопрос об использовании на Земле результатов исследований в космосе, хотелось бы немного подробнее остановиться на том, что уже сегодня дает космическая медицина для решения многочисленных проблем «земной» медицины, народного здравоохранения?

Е. И. Чазов. Если на первых шагах космической медицины только брала от «земной», то теперь идет и обратный процесс. Все чаще в клиниках и кабинетах врачей можно встретить аппаратуру, спроектированную для исследований в космосе. Так, система мониторинга записи электрокардиограммы «Лента-МТ» сегодня выпускается серийно для нужд практического здравоохранения. Недалеко то время, когда в машинах скорой помощи появится аппаратура «Аргумент», очень удобная при экстренной диагностике сердечно-сосудистых заболеваний. Прибор «Оксиметр», созданный для исследования кислородного снабжения тканей в условиях невесомости, используется в клиниках при диагностике ряда заболеваний.

Исследования в области космической медицины позволили разработать и внедрить в здравоохранение новые критерии и нормативы переносимости человеком функциональных нагрузок — таких как дозированная физическая нагрузка на велоэргометре, пассивная ортостатическая и антиортостатическая пробы, проба с воздействием отрицательного давления на нижнюю половину тела (в частности, в нашем Центре вакуумная емкость используется для диагностики и лечения ряда заболеваний).

Методы и аппаратура, позволяющие с помощью телеметрических систем регистрировать и передавать на Землю различные физиологические параметры космонавтов, могут быть использованы и на Земле — скажем, чтобы связать через спутники какую-либо больницу в отдаленном районе с ведущими медицинскими центрами страны.

Олег Георгиевич, за последние годы в нашей стране успешно осуществлена серия дли-

тельных космических полетов. «Маяки» трудились на орбите 237 суток. Каков для космических медиков главный результат, вывод из этой самой продолжительной «космической одиссеи»!

О. Г. Газенко. Если говорить коротко, для нас, медиков, основной итог заключается в том, что на всем протяжении полета космонавты сохраняли хорошее состояние здоровья, необходимый уровень работоспособности, отличный психологический климат в экипаже.

«Маяки» (а с ними и космические медики) вошли в область, до этого полета еще не известную, на 26 суток продвинулись дальше по космической магистрали. Это требует от специалистов аккуратности, точности и аргументированности в выводах и рекомендациях. В целом же можно сказать, что фундаментальным результатом полета стало увеличение продолжительности пребывания человека в космосе до восьми месяцев, которое не привело, по сравнению с полетами меньшей длительности, к появлению каких-либо качественно новых функциональных сдвигов в организме космонавтов.

Это еще раз убедительно показывает, что выбранная советскими специалистами стратегия постепенного, последовательного увеличения продолжительности пребывания человека в космосе себя полностью оправдывает и позволяет все увереннее обживать космическое пространство.

Олег Юрьевич, 20 лет отделяют Ваш полет от полета на корабле «Восход» Бориса Борисовича Егорова — первого врача, побывавшего в космосе. Можно ли провести сравнение между этими двумя космическими рейсами!

О. Ю. Атьков. Так совпало, что полет нашего экипажа завершился в октябре, ровно через 20 лет после того, как на корабле «Восход» вместе с Владимиром Михайловичем Комаровым и Константином Петровичем Феоктистовым в космосе впервые в мире побывал врач Борис Борисович Егоров. Естественно, наши полеты отличались и продолжительностью, и объемом выполненных экспериментов, и программами медицинских исследований. Но есть и очень важное обстоятельство, общее, на мой взгляд, для этих полетов. В обоих случаях в результате работы врача в космосе получено не только много важных данных, но и поставлено много новых вопросов, для своего решения требующих дальнейшего изучения очень непростых взаимоотношений человека со столь необычной для него космической средой.

Первопроходец звездных трасс Юрий Алексеевич Гагарин был твердо уверен: «советские космонавты всегда будут штурмовать Вселенную». Радостно сознавать, что и наш экипаж «Маяков» оставил свой след на космических трассах, внес вклад в наше общее дело — штурм Вселенной.

Новые книги

Шуршат ли сполохи?

Книга С. А. Черноуса «Кто Вы, Ваше сиятельство?» выпущена в 1984 году Мурманским книжным издательством. Это краткий (всего два авторских листа) рассказ об удивительном и красочном явлении природы — полярных сияниях.

Книга, которую можно назвать научно-художественной, состоит из пятнадцати мини-новелл, и каждая — либо законченный маленький рассказ

о какой-то одной стороне сияний, экскурс в прошлое их наблюдений, либо тот или иной вариант объяснения природы этого «праздничного» явления. Сами названия глав — своеобразный реферат книги: «Шуршат ли сполохи?», «Огненное кольцо», «Кто крашивает сияния?», «Если врет компас», «В ритме светил», «Радиоэхо... Автор знакомит читателей с легендами древних, связанными с сияниями («лисий огонь» у саами, отблески костров колдунов или факелы великанов-рыболовов у индейцев); с изучением сияний, предпринятым в XVIII веке в России М. В.

Ломоносовым; с современными исследованиями полярных сияний (высокоточными измерениями с помощью ракет и радиозондов, моделированием явления, его воспроизведением на кино- и телеэкране), а также с фантастическими планами будущего «приручения» полярных сияний. Автор выражает надежду, что его книга о природной «цветомузыка», естественных «огнях салюта» быть может приведет юного читателя (для которого в основном и написана книга) на путь исследователя полярных сияний.



Е. А. ШУМИЛОВА
А. В. ШУМИЛОВ

Николай Николаевич Зубов

(к 100-летию со дня рождения)

«Естествоиспытатель» — почти забытое теперь слово. «Специалист по естественным наукам, натуралист» — скучно разъясняет современный толковый словарь. Но смысл слова шире, значительней. Можно сказать так: естествоиспытатель — человек, который умеет удивляться. Который в привычном, обыденном умеет подметить непознанное, а в частном — разглядеть общее, обнаружить проявление закономерности. Не каждого специалиста по естественным наукам можно назвать естествоиспытателем. Но статью об океанологе Николае Николаевиче Зубове будет правильно начать такими словами: «Он был Естествоиспытателем...» Именно так — с большой буквы.

Рассказывают, что в детстве его любимой книгой был «Моби Дик» — своеобразная поэтическая энциклопедия моря. В шестнадцать лет он становится воспитанником Морского кадетского корпуса, в неполных девятнадцать — мичманом. Выпуск был досрочным — начиналась русско-японская война. В автобиографическом «Кратком жизнеописании Николая Николаевича Зубова» об этом времени три строки: «В 1904 году окончил Морской корпус и был назначен в эскадру Рождественского. В чине мичмана на миноносце «Блестящем» участвовал в Цусимском бою. Был ранен, долго лечился». Тогда Н. Н. Зубов был награжден орденами — святого Станислава 3-й степени с мечами и бантом, святой Анны 4-й степени с надписью «За храбрость».

Последствия ранений, контузии сказывались долго. Восемь лет спустя, когда Николай Николаевич подал рапорт об увольнении, в свидетельстве о болезни отмечалось: «...участившиеся головные боли... от простого прикосновения фуражки». Рапорт удовлетворили, но отставка была недолгой. Мировая война! Зубов — командир миноносца (кажется, самый молодой в русском флоте), потом — начальник штаба подводных лодок, флагманский штурман Балтийского флота.

Все эти годы Николай Николаевич публикует статьи в различных военно-морских журналах. В 1916 году пишет «Курс тактической навигации» — первый учебный курс о маневрировании в бою. И после Октябрьской революции рабоче-крестьянская власть назначает капитана 2-го ранга Н. Н. Зубова профессором морской тактики Военно-морской академии.

Днем рождения советской науки о море принято считать 10 марта 1921 года. В этот день Владимир Ильич Ленин подписал декрет о создании Плавморнина — Плавучего морского научного института. Зубов был одним из первых действительных членов Плавморнина, руководил гидрологическим отделом, участвовал в первом рейсе «Персея» (Земля и Вселенная, 1975, № 4, с. 60.—Ред.).

Здесь надо пояснить, что еще в 1910 году Николай Николаевич окончил гидрографическое отделение Военно-морской академии, потом проводил гидрографические работы на судне «Бакан» у берегов Новой Земли. Затем — в период короткой отставки — учился на океанографических курсах в Бергене — у Ф. Нансена, Б. Хелланд-Хансена; потом плывал на учебной шхуне «Утро» в Балтийском море.

Среди участников рейса на «Персее» — первом советском научно-исследовательском судне — фактически один только Зубов имел небольшой опыт морских гидрологических работ. Советская океанология тогда только начиналась; не было ни специалистов, ни оборудования, ни приборов. Паровую машину для недостроенного «Персея» подняли с затонувшего буксира, рулевую сняли с миноносца, покоившегося на корабельном кладбище. Батометры — десять штук — спаял из листового меди архангельский мастер-кустарь.

Рейс «Персея» окончательно определил жизненный путь Н. Н. Зубова. Ему исполнилось тридцать девять, когда в 1924 году была опубликована его первая научная работа по



Инженер-контр-адмирал Н. Н. Зубов

океанологии. Шесть лет спустя профессор Н. Н. Зубов уже читал курс океанологии в Московском гидрометеорологическом институте. Восемь лет спустя — организовал и возглавил первую в мире кафедру океанологии.

После исторического рейса ледокольного парохода «А. Сибиряков» в 1932 году было создано Главное управление Северного морского пути, началось планомерное освоение Советской Арктики. Изучение полярных морей тогда стало насущной необходимостью для страны. Зубов к тому времени уже немало поработал в Арктике. Еще в 1930 году, анализируя распределение температуры воды на разрезе по Кольскому меридиану, он предсказал: две последующие навигации в Баренцевом и Карском морях должны быть легкими. В 1932 году он блестяще подтвердил свой собственный прогноз — на парусно-моторном боте «Книпович» впервые в истории обогнул с севера архипелаг Земля Франца-Иосифа. И это на судне водоизмещением всего-навсего 100 тонн, с мощностью двигателя в 125 лошадиных сил! Но повторить подобное плавание удалось только через 23 года на мощном ледорезе «Литке».

В 1935 году ледокольный пароход «Садко» в районе Северной Земли достиг рекордной широты — $82^{\circ}41'$. Н. Н. Зубов был заместителем начальника экспедиции по научной части. Особая тактика движения, разработанная Николаем Николаевичем на основе наблюдений за сжатием и разрежением льдов в зависимости от фазы приливов, немало способствовала успеху плавания. «Хороший прогноз стоит двух ледоколов», — говаривали в то время капитаны.

Николай Николаевич по праву считался ведущим ледовым прогнозистом. За плавание вокруг Земли Франца-Иосифа он был награжден именными золотыми часами, за рейс «Садко» — персональной автомашиной. По его инициативе в 1939 году впервые провели преднавигационную ледовую авиаразведку; впоследствии она стала обязательной. В эти годы большую популярность завоевал динамический метод расчета морских течений, который Н. Н. Зубов в начале 30-х годов ввел в отечественную океанографию. Вышли его крупные монографии — «Элементарное учение о приливах в море», «Морские воды и льды», сразу же ставшие настольными книгами для океанологов. Характерно — динамический метод Зу-

бова повсеместно используется и по сей день, динамические карты течений для различных морей стали темами диссертационных работ многих десятков, если не сотен исследователей. А книга «Морские воды и льды» уже полвека остается учебным пособием для студентов.

Именно Николай Николаевич ввел в обиход термин «океанология». Молодая, только еще зарождавшаяся наука о море ограничивалась в то время общегеографическими описаниями акваторий и называлась она «океанография» («графо» — пишу, описываю). Зубов же стремился понять внутреннюю сущность, механизм процессов, происходящих в море, и потому настаивал на термине «океанология» («логос» — понятие, учение).

Сейчас, оглядываясь назад, можно, пожалуй, выделить три основных направления, которые, зародившись тогда, на долгие годы определили развитие советской океанологии. Владимир Юльевич Визе — впоследствии членкорреспондент АН СССР — умел подметить интересные закономерности, выявить взаимосвязь различных явлений, зачастую весьма далеких. Он, например, показал связь между ледовитостью Баренцева моря и колебаниями уровня африканского озера Виктория. Казалось бы, какая тут может быть связь? Но подобные корреляции нередко оказываются плодотворными и позволяют дать точный заблаговременный прогноз, что Визе и доказывал неоднократно.

Василий Владимирович Шулейкин — будущий академик — стал основателем иного направления. Кажется, Василий Владимирович ни разу не использовал в своих работах корреляцию. Уравнение — вот единственное божество. Конечно, в принципе любой процесс можно описать системой уравнений. Но верно и другое — прежде чем написать систему уравнений, необходимо понять движущие силы, внутреннюю суть процесса. Порой, к сожалению, эта внутренняя суть остается «за кадром». Зачастую лишь бездумным подбором коэффициентов добиваются совпадения «теоретической модели» с реальной картиной явления.

По мнению Зубова, подобный подход неправилен. В реальном океане любой процесс происходит в конкретных географических условиях. Математически формализованная, идеализированная картина явления зачастую имеет мало общего с реальностью, а для

практических нужд важно как раз изучение конкретного географического объекта. Зубов считал, что важно понять механизм, движущие силы процесса. Понять в основных чертах и на первых порах хотя бы схематически.

Слава Иосифовна Кан, ученица и биограф Н. Н. Зубова, вспоминает, что Николай Николаевич сравнивал некоторые исследования с упражнениями в математике, его же порой обвиняли в упрощенчестве, схематизации. По этому поводу сам Николай Николаевич придумал шуточный термин «боцманская океанология». Всякую, самую сложную теорию, считал он, нужно стремиться излагать более просто, доступно.

Один из авторов этой статьи — тоже ученик Зубова, точнее — ученик его учеников, так сказать, «внук» Николая Николаевича. И его суждение будет, возможно, несколько субъективным: работы Зубова, внешне не столь эффективно «математизированные», отличаются глубиной, подлинно естествоиспытательским проникновением в физическую сущность явления. «Упрощенчество», «схематизация» только помогают разглядеть суть явления, понять его механизм.

Время, впрочем, показало и правомерность, и плодотворность различных подходов к изучению океана. Полвека назад жестокими были споры. Но теперь их имена стоят рядом — Визе, Шулейкин, Зубов, — имена основоположников советской науки о море...

К началу Великой Отечественной войны Зубову исполнилось пятьдесят шесть лет. Главное управление Северного морского пути, Московский гидрометеорологический институт эвакуировались — в Красноярск, в Среднюю Азию. Николай Николаевич сдал персональную машину и отдал свои личные сбережения на нужды обороны. И — отправился в военкомат. 12 августа 1941 года капитан 2-го ранга Н. Н. Зубов стал начальником штаба ледокольного отряда Беломорской военной флотилии.

Годы посвятил Николай Николаевич изучению морских льдов. Он умел прогнозировать ледовую обстановку, сроки вскрытия льда и сроки начала ледообразования, он вывел эмпирические правила дрейфа льдов, разработал методы расчета скорости нарастания льда. Теперь, в годы войны, лед мог стать врагом, мог — союзником. Осенью 1941 года, когда в Архангельск прибыл первый караван союзников, возникла необходимость срочно проло-

жить рельсовый путь по льду Северной Двины. Танки, самолеты, которые доставил караван, нужны были под Москвой, под Ленинградом — срочно, немедленно. Лед был еще слишком слабым, его искусственно наращивали, помпами качая воду на поверхность. Потом настелили шпалы — раза в три длиннее обычных, положили рельсы. Выдержит или не выдержит лед?

Зубов, возглавляя научную группу штаба Беломорской военной флотилии, персонально отвечал за эту операцию. Рассказывают, что когда мотовоз, подцепив первую платформу с танками, осторожно съехал на лед, Николай Николаевич невольно присел, пригнулся, словно ощущая непомерную тяжесть груза. Из трещин выступала вода, лед трещал, прогибался, и все ниже, ниже приседал Николай Николаевич... Вскоре разработанные Зубовым рекомендации по наведению ледовых переправ были разосланы по всем фронтам.

За зимнюю кампанию 1941—1942 года Николай Николаевич был награжден орденом Отечественной войны 1-й степени, в последующие годы — многими медалями. В 1945 году под грифом «Для служебного пользования» была издана большая его монография «Льды Арктики», и тогда же, как раз к шестидесятилетию, Н. Н. Зубову было присвоено звание инженер-контр-адмирала. Вообще к званиям, к чинам Николай Николаевич был равнодушен, но этим званием чрезвычайно гордился — единственный адмирал среди океанологов! Адмирал вод и льдов.

Весной 1944 года Н. Н. Зубова назначили директором Государственного океанографического института — ГОИНа. Но стал он не только директором. Человеческое обаяние Николая Николаевича было так велико, что многие его сотрудники, вспоминая то время, обязательно скажут: «Он был душой ГОИНа».

Каждую пятницу, в 16.00, в ГОИНе собирались буквально все океанологи Москвы. Это были знаменитые «зубовские пятницы»! Вначале профессор Л. Ф. Рудовиц делал краткий обзор иностранной литературы, затем читали основной доклад — как правило, один. Потом — вопросы, горячая дискуссия. «Зубовские пятницы» стали подлинной академией океанологии. С авторитетами тут не очень-то считались. Сам Николай Николаевич частенько высказывал «еретические» мысли. И бывало, отстаивая их, терпел поражение. Хотя и неохотно, но

признавал это: «Я пал жертвой общественного темперамента...».

В те годы один из сотрудников ГОИНа — ныне здравствующий Борис Львович Лагутин — разработал своеобразную шкалу оценок для статей и докладов: «мысли новые, факты новые», «мысли новые, факты старые», «мысли новые, фактов нет», «мысли старые, факты новые»... И так далее — всего девять градаций. Зубов добавил десятую: «мыслей нет, факты искаженные». И тут же привел пример статьи с недобросовестным подбором фактов.

Зубов в полной мере обладал научной смелостью. Он обратил внимание океанологов на многие «странные» факты. Вот маленькая заметка, опубликованная в 1934 году: «Замечательный случай образования льда». При температуре воздуха плюс 2,6° С и при температуре воды плюс 4,9° С за ночь на поверхности моря образовался слой льда толщиной до 7 миллиметров. Лед при плюсовой температуре воды и воздуха! Парадокс? Отнюдь нет! Теперь мы знаем, что на поверхности воды почти всегда существует тонкая холодная пленка. Толщина ее не превышает нескольких миллиметров, а температура, как правило, на десятые доли градуса ниже температуры подстилающей воды. Лишь иногда перелад температур достигает нескольких градусов. Пленку эту не замечали, потому что температуру воды «на поверхности» достигнет точки замерзания. Однако этого упорно «не замечали», вернее — отбраковывали подобные наблюдения, считая, что «этого не может быть, потому что не может быть никогда». Зубов не убоился сообщить о новом факте, тогда еще непонятном и ему самому.

В 1947 году в заключении к своей монографии «Динамическая океанология» Николай Николаевич напишет: «По прочтении этой книги меня, вероятно, упрекнул в том, что я поднимал много спорных вопросов, что я больше ставил проблем, чем разрешал их. Я охотно принимаю этот упрек, но буду считать себя вполне удовлетворенным, если эта

книга все же поможет исследователям в их попытках изучения такого важного объекта... каким является Мировой океан».

Кстати сказать, вскоре после публикации 1934 года о холодной пленке воды Зубов дал совершенно правильное, хотя и схематическое объяснение «странного» явления: оно объясняется тем, что поверхность моря излучает тепло в атмосферу.

Зубов на всю жизнь остался предан Арктике. Работая в ГОИНе, а потом в Московском университете, он по-прежнему частенько «заходил» в Управление Главсевморпути — участвовал в заседаниях, в разработке ледовых прогнозов. В августе 1946 года, когда на трассе Северного морского пути сложилась трудная ледовая обстановка, он предложил организовать специальную авиаэкспедицию. На самолете, который вел летчик И. Г. Бахтинов, гидрологи во главе с Николаем Николаевичем за пять суток облетели все арктические моря нашей страны. Надо льдами, нередко на бреющем полете, на высоте всего 5—10 метров, едва не задевая вершины торосов. 18 тысяч километров за 126 часов, из них 84 — летных! Было тогда Николаю Николаевичу уже за шестьдесят. В последний раз он летал на ледовую разведку в 1954 году — в возрасте 69 лет...

Многие океанологи считают себя учениками Н. Н. Зубова. Среди них дважды лауреат Государственной премии, заведующий кафедрой океанологии Московского университета профессор А. Д. Добровольский; Герой Советского Союза, начальник дрейфующей станции СП-2 и первой советской антарктической экспедиции доктор географических наук М. М. Сомов; прославленный полярник, начальник дрейфующей станции СП-4 доктор географических наук П. А. Гордиенко и многие другие.

Часто говорят о научной «школе Зубова». Пожалуй, это неверно — работы Зубова, сам склад его мышления неповторимо своеобразны. Можно научить методам, приемам работы, можно даже научить мыслить. Но склад мышления передать нельзя. Ничего не поделаешь: «естествоиспытатель», действительно, теперь уже забытое слово.

С 1953 года и до самой своей кончины в 1960 году Николай Николаевич оставался профессором созданной им кафедры океанологии Московского государственного университета. Среди ее воспитанников — многие де-

сятки докторов и кандидатов наук, сотни специалистов-океанологов. Для всех них, даже для тех, кто лично не знал Зубова, он остается учителем — не только в науке, но и в жизни. Болгарка Елена Крыстева, океанолог первого выпуска кафедры, совсем недавно написала о нем, своем учителе: «Н. Н. Зубов был и остается в моей памяти человеческой

вершиной, компасом, ориентиром, светочем. Такие люди не умирают. Они остаются в нас».

Да, они остаются в нас, и они остаются с нами. Имя океанолога Зубова — на географической карте мира, на бортах кораблей. И корабли эти — всегда на вахте в океане!

100-летний юбилей ученого

29 апреля 1985 года исполнилось сто лет крупнейшему советскому ученому-геоморфологу Ивану Семеновичу Щукину. И по сей день в Московском государственном университете имени М. В. Ломоносова продолжается его научная и педагогическая деятельность. Московский филиал Географического общества СССР 13 мая 1985 года посвятил юбилею ученого специальное заседание. В зале собрались представители многочисленных научных учреждений и учебных заведений, ученики И. С. Щукина.

Заседание открыл доктор географических наук, профессор кафедры геоморфологии МГУ А. И. Спиридонов, который рассказал о жизненном и творческом пути ученого. В 1908 году И. С. Щукин поступил на физико-математический факультет Московского университета и за три года блестяще его закончил. В 1912 году он ассистент кафедры географии и этнографии, в 1918 году — приват-доцент кафедры географии Московского университета, в 1935 году — профессор МГУ. Во время Отечественной войны, в 1944 году, Иван Семенович организовал на географическом факультете МГУ кафедру геоморфологии, ею он руководил почти двадцать лет. Она стала крупнейшим научным коллективом, внесшим большой вклад в изучение рельефа и освоение природных ресурсов страны.

Напряженные полевые экспедиционные исследования (даже в преклонные годы Иван Семенович совершал



труднейшие маршруты по горам Средней Азии), публикация многочисленных научных статей, создание капитальных трудов по геоморфологии и физической географии, неустанная педагогическая деятельность — грани плодотворной научной жизни И. С. Щукина. Его двухтомная «Общая морфология суши» (1933, 1938 гг.) и трехтомная «Общая геоморфология» (1960, 1964, 1974 гг.) стали подлинными энциклопедиями геоморфологических знаний, настольными книгами всех естествоиспытателей, занимающихся изучением рельефа Земли.

Изучение рельефа И. С. Щукин связывает не только с решением теоретических вопросов геоморфологии, но и важных народнохозяйственных задач, таких как дорожное строительство, постройка гидротехнических и прочих капитальных сооружений, мелиорация земель, почвенная и геоботаническая съемка. Практическая направленность ис-

следований, особенно ярко выраженная в «Общей геоморфологии», характеризует его как передового советского ученого.

Неоценимы заслуги И. С. Щукина в исследовании рельефа нашей страны. Он один из крупнейших знатоков рельефа Кавказа («Очерки геоморфологии Кавказа», 1926 г.) и Средней Азии («Таджикистан», 1936 г.; «Очерки физической географии Средней Азии», 1956 г.). Монографию «Геоморфология Средней Азии» Иван Семенович опубликовал совсем недавно — в 1983 году, когда ему было уже 98 лет. Тремя годами раньше увидел свет «Четырехязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии» И. С. Щукина — итог его многолетнего напряженного труда. Словарь включает 5700 терминов, разъясненных в статьях, а сами термины, кроме русского, даны на английском, немецком и французском языках.

Поражает творческая активность ученого. Деятельность Ивана Семеновича Щукина — это и история отечественной науки о рельефе. И если представить эту науку в виде могучего дерева, корни которого — труды русского географа Д. Н. Анучина, то мощным стволом геоморфологического древа будут в нашей стране работы И. С. Щукина, а пышно разросшейся кроной — исследования его многочисленных учеников и последователей.

На заседании Московского филиала Географического общества СССР, посвященном 100-летию юбилею И. С. Щукина, было прочитано несколько научных докладов по проблеме «Рельеф и климат».

Э. К. СОЛОМАТИНА

Доктор физико-математических наук
Г. Н. САЛУКВАДЗЕ
Кандидат физико-математических наук
В. М. ГРИГОРЬЕВ



Обсуждаются проблемы солнечного приборостроения

С 9 по 13 октября 1984 года в Абастуманской астрофизической обсерватории АН ГрузССР проводился семинар рабочей группы «Солнечные инструменты» секции «Приборы и методы астрономических исследований» Астросовета АН СССР.

Такие семинары проводятся один раз в два года. На них обсуждаются актуальные проблемы солнечного приборостроения и методов исследования Солнца, анализируется работа, проводимая в этой области в различных обсерваториях страны. Абастумани выбрали местом проведения очередного семинара не случайно: Абастуманская обсерватория с 1937 года участвует в работах по программам службы Солнца. В настоящее время обсерватория оснащена двумя коронографами, горизонтальным солнечным телескопом, хромосферным телескопом, спектрогелиографом и фотогелиографом.

В работе семинара принимали участие 27 ученых из многих обсерваторий и астрономических учреждений страны. На четырех научных заседаниях было прочитано 17 докладов.

По традиции семинар открыл доклад о жизни и деятельности известных советских астроприборостроителей. На этот раз Э. В. Кондрашев рассказал об Александре Александровиче Калиняке, который заведовал лабораторией электронной фотографии Главной астрономической обсерватории АН

СССР. Первое авторское свидетельство А. А. Калиняку выдано на изобретенный им метод просветления оптики. Впервые в мире с помощью электронно-оптического преобразователя он получил снимки центра Галактики в ИК-диапазоне. За эту работу А. А. Калиняк был удостоен премии Президиума АН СССР. А. А. Калиняк создал оригинальный способ дифференциальных спектрофотометрических наблюдений и измерений лучевых скоростей. Именно он начал в нашей стране работы по электронной фотографии.

Доклады В. И. Карпинского, Н. Н. Михельсона и М. А. Сошниной познакомили участников семинара с конструкцией крупного универсального солнечного телескопа, разрабатываемого в Главной астрономической обсерватории АН СССР. Дело в том, что сейчас в Западной Европе обсуждается идея создания крупного вакуумного телескопа. Однако имеется ряд серьезных технических трудностей, особенно в решении проблемы большого входного окна.

О специализированном телескопе, предназначенном для регулярных измерений среднего магнитного поля Солнца и распределения по его диску слабых магнитных полей с разрешением $2''$, рассказали Б. Ф. Осака, В. М. Григорьев, В. С. Пещеров (СибизМИР СО АН СССР).

Система автоматки этого

телескопа включает цифровой измерительный канал и модуль сопряжения с ЭВМ.

В докладах сотрудников СибизМИРа СО АН СССР анализировалось качество изображений, получаемых на спектрографе, и влияние этого качества на точность измерения лучевых скоростей.

Л. А. Геонджян (Абастуманская астрофизическая обсерватория) рассказал участникам семинара об оригинальном приборе для исследований периодических явлений в земной атмосфере по наблюдениям пульсаций Солнца, а также привел первые результаты наблюдений.

Несколько докладов были посвящены интерференционно-поляризационным фильтрам, методам получения монохроматических изображений и разработке оптической схемы телескопа для наблюдений хромосферы с различными фильтрами.

На последнем заседании В. М. Григорьев рассказал о рабочем совещании, посвященном перспективам развития солнечного приборостроения в социалистических странах (Гаутенбург, ГДР; май 1984 года).

Ученые выразили благодарность дирекции Абастуманской обсерватории за хорошую организацию работы семинара и гостеприимство.



Гамма-телескоп Крымской астрофизической обсерватории

За последние четыре десятилетия астрономия из чисто оптической науки превратилась во всеволновую. И сейчас наблюдательный интервал ее простирается от гамма- до радиодиапазона.

В Крымской астрофизической обсерватории (КраАО) уже более 15 лет ведутся поиски источников гамма-квантов с энергией 10^{12} эВ. Такие гамма-кванты возникают при взаимодействии космических лучей, представляющих собой частицы высоких энергий, с веществом или электромагнитным полем. Наиболее благоприятные условия для возникновения гамма-квантов создаются там, где имеется большая плотность частиц высокой энергии и вещества. Таким образом, поиск и исследование гамма-квантов сверхвысоких энергий преследует двоякую цель. С одной стороны, выясняется, где они генерируются, то есть решается вопрос об источниках частиц высоких энергий. С другой стороны, исследование особенностей потоков гамма-квантов дает возможность изучать физические условия на тех объектах, где происходит генерация космических лучей.

Астрофизические исследования методами гамма-астрономии весьма сложны. Во-первых,

потоки гамма-квантов чрезвычайно слабы. Например, поток гамма-квантов сверхвысоких энергий от самого мощного источника Лебедь X-3 — всего несколько квантов на 1 км^2 в сек. Во-вторых, измерениям мешает большое число заряженных частиц высокой энергии, составляющих фон космических лучей. Тем не менее в последние годы благодаря успехам гамма-астрономии появилась возможность ответить на некоторые вопросы, связанные с генерацией космических лучей. Так, уже сейчас ясно, что генерация частиц высоких энергий происходит на пульсарах (например таких, как пульсар в Крабовидной туманности и пульсар в Парусе), в двойных рентгеновских системах (Лебедь X-3 и Геркулес X-1), в радиогалактиках (Центавр А), квазарах (3С 273). Для некоторых объектов получены данные о характере переменности излучения.

Известно, что гамма-излучение высокой ($E_{\text{кв}} \sim 10^8$ эВ) и сверхвысокой ($E_{\text{кв}} \sim 10^{12}$ эВ) энергии от пульсаров меняется с той же частотой, как и радиоизлучение. Излучение от двойных рентгеновских систем Лебедь X-3 и Геркулес X-1 также носит периодический характер. Но поскольку потоки гамма-квантов очень слабы, то, к сожалению, пока не удастся изучить более подробно

их временные характеристики.

В 1974 году в Крымской астрофизической обсерватории начались работы по созданию телескопической системы нового типа для регистрации гамма-квантов сверхвысоких энергий.

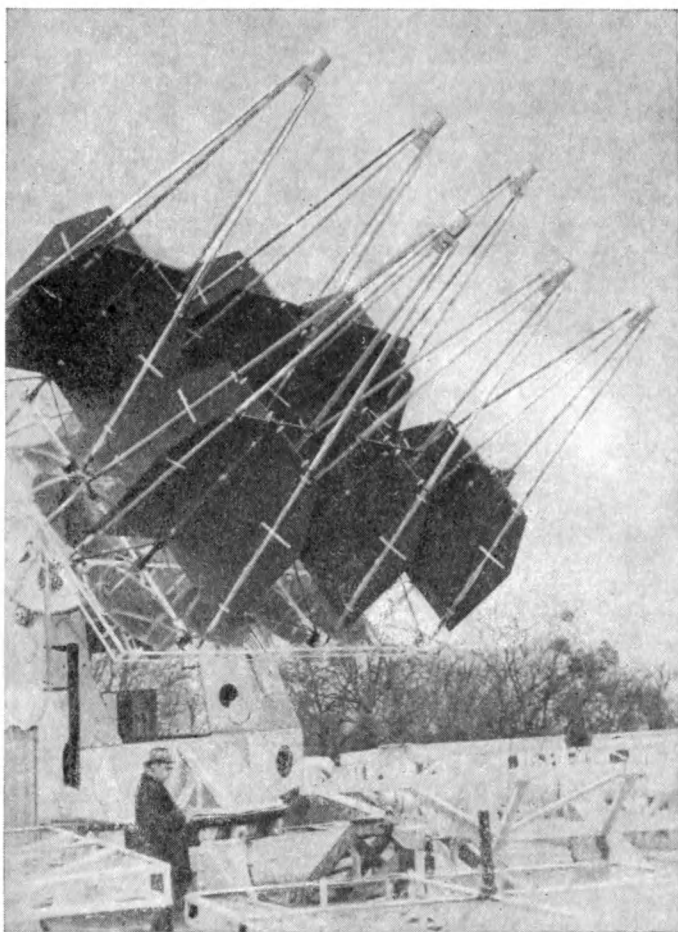
Но прежде чем рассказать о новой установке, надо сообщить, хотя бы вкратце, что собой представляют установки для регистрации гамма-квантов сверхвысоких энергий. Выше мы уже говорили, что потоки гамма-квантов весьма слабы. Советские ученые Г. Т. Зацепин и А. Е. Чудаков еще в 1960 году обратили внимание на возможность использования черенковского свечения широких атмосферных ливней для поисков дискретных источников гамма-излучения.

Дело заключается в том, что при попадании гамма-кванта сверхвысокой энергии в атмосферу Земли он взаимодействует с ядрами атомов воздуха и образует пару частиц — электрон и позитрон, передавая им всю свою энергию. Эти частицы, в свою очередь, взаимодействуя при движении с атомами воздуха, образуют гамма-кванты, передавая им часть энергии. Легко сообразить, что создаются условия для образования электронно-фотонного ливня, в котором число частиц, по мере проникновения его в атмосферу,

растет. Этот процесс продолжается до тех пор, пока электроны не начнут терять основную часть своей энергии на ионизацию атомов воздуха. При энергии первичной частицы 10^{12} эВ максимальное число частиц (около 1000) достигается на высоте 6—8 км над уровнем моря, а до поверхности Земли частицы практически не доходят, ибо они тратят свою энергию на ионизацию атомов атмосферы. По счастью, частицы, обладающие достаточно большой энергией (больше 35 МэВ), излучают черенковское свечение в оптическом диапазоне длин волн. Это и дает нам возможность регистрировать гамма-кванты.

Такое свечение возникает при движении частицы в среде со скоростью, большей скорости распространения света в данной среде. Если частица обладает энергией много большей фазовой ее энергии покоя, то ее скорость становится весьма близкой к скорости света в вакууме и превосходит скорость распространения света в воздухе, которая на высотах 6—8 км отличается от скорости света меньше чем на 0,1%.

Черенковское излучение в атмосфере является узко направленным. Таким образом, при попадании гамма-кванта сверхвысокой энергии в круг радиусом 100—200 м на поверхности земли можно наблюдать вспышку черенковского излучения в видимом и ультрафиолетовом диапазоне оптического излучения. Длительность этой вспышки весьма мала — несколько миллиардных долей секунды. Вот и получается: для того, чтобы наблюдать гамма-кванты, надо сооружать телескопы и регистрировать короткие световые вспышки на



Общий вид одной секции гамма-телескопа КРАО

небе. Если смотреть с земли, то угловой размер этой вспышки будет невелик, примерно 1° .

Сама регистрация таких вспышек не представляет сколько-нибудь серьезной проблемы: для этого достаточно взять большое (~ 1 —10 м) зеркало, а в его фокусе поставить фотоумножитель. Используя современную электронику, можно считать число вспышек, попадающих в поле зрения телескопа.

Но, как уже говорилось, существенно усложняет дело фон космических лучей. Оказывается, при попадании в атмосферу частиц высоких энергий (то есть космических лучей) также образуется большое число электронов и позитронов. Разница лишь в том, что электронно-фотонные ливни возникают как вторичные, в результате распада главным образом нейтральных мезонов, образующихся при ядерных взаимодействиях. Поэтому простые телескопы не позволяют отличать черенковские вспышки, вызванные гамма-квантами,

от черенковских вспышек, вызванных частицами космического излучения. Помогает только то, что магнитные поля межзвездной среды хорошо «перепутывают» направления движения заряженных частиц, и поток их оказывается в высшей степени изотропным. Чтобы обнаружить поток гамма-квантов приходится сравнивать число черенковских вспышек, идущих от какого-либо астрофизического объекта, с числом вспышек в соседних направлениях. Из-за статистических флуктуаций числа событий (а число регистрируемых вспышек $\sim 1 \text{ сек}^{-1}$) и слабости потока на это уходит очень много времени. Очевидно, что для регистрации черенковских вспышек нужны ясные ночи. Более того, при Луне также невозможно вести наблюдения, поскольку свечение ночного неба приводит к «засветке» фотоумножителей.

Практика показала: для надежного обнаружения потока гамма-квантов от какого-либо источника необходимо его наблюдать в течение нескольких лет. Но если научиться различать черенковские вспышки, вызванные заряженными частицами космических лучей, от вспышек, вызванных гамма-квантами, то время, необходимое для нахождения и исследования источника гамма-квантов сверхвысоких энергий, намного уменьшится. С этой целью в КРАО и создается гамма-телескоп для регистрации черенковских вспышек. Основное его отличие от других гамма-телескопов заключается в том, что он позволяет строить изображение черенковской вспышки в фокальной плоскости. С этой целью в фокальной плоскости телескопа рас-

полагается мозаика фотоумножителей. Световой сигнал черенковской вспышки преобразуется в электрический. Зная величину сигнала в каждом фотоумножителе, можно построить изображение вспышки. А по такому изображению уже можно попытаться определить, чем вызвана вспышка: протоном или гамма-квантом. Дело в том, что согласно расчетам средний угловой размер вспышки, вызванной протоном, больше, чем средний угловой размер вспышки, вызванной гамма-квантом. Это задача непростая, так как различия не столь велики. Главная же трудность заключается в том, что существуют значительные флуктуации в размерах и форме вспышек — как от протонов, так и от гамма-квантов.

Гамма-телескоп КРАО состоит из двух одинаковых секций. Это не только позволяет вдвое увеличить площадь зеркал для приема черенковского излучения, но и более эффективно использовать их для решения различных задач. Например, одну секцию можно направить на предполагаемый источник, а другая в то же самое время может регистрировать черенковские вспышки в соседнем направлении.

В свою очередь каждая секция состоит из шести одинаковых телескопов. Такое большое дробление связано не только с технической стороной дела. В США в 1968 году был создан гамма-телескоп диаметром 10 м и площадью зеркал около 60 м^2 . Фокусное расстояние его составного зеркала — 7 м. Такая большая светосила позволяет регистрировать черенковскую вспышку одним фотоумножителем диаметром 12,5 см. Но на амери-

канском телескопе изображение точки не может иметь размер меньше $0,3^\circ$, а так как угловой размер черенковской вспышки равен всего 1° , то понятно, что изображение точки должно быть по крайней мере на порядок меньше. Именно с целью получить достаточно качественное изображение вспышки и пришлось уменьшить светосилу каждого отдельного телескопа. В результате изображение точки на гамма-телескопе КРАО имеет угловые размеры около $0,1^\circ$.

Каждый телескоп состоит из четырех сферических зеркал диаметром 1,2 м. Зеркала фокусируют падающий на них свет от удаленного источника в одну точку. Изготовлены они из стекла в оптической мастерской КРАО и имеют толщину всего 15 мм. Такие зеркала, безусловно, непригодны для наблюдений звезд, но зато благодаря их малому весу можно установить на одной монтировке 24 зеркала.

В фокальной плоскости имеется мозаика из 19 фотоумножителей, на которые попадает излучение черенковской вспышки. При этом для более полного использования собираемого зеркалами света применяются световоды. Световоды представляют собой усеченные конусы из оргстекла. Благодаря полному внутреннему отражению от боковых стенок весь свет, падающий на внешнее, широкое основание, собирается у узкого основания и попадает на катод фотоумножителя. Электрические сигналы с фотоумножителей усиливаются, переводятся в цифровую форму и заносятся в память ЭВМ. Некоторые телескопы используются для регистрации ультрафиолетовой части черенковско-

го излучения с $\lambda < 300$ нм. Эта область спектра ранее, по-видимому, никем не регистрировалась. Амплитуда сигналов от ультрафиолетовой части спектра также записывается в память ЭВМ. В результате после окончания наблюдений (или даже во время наблюдений) можно проводить анализ распределения света во вспышке, определять ее форму и эффективные размеры.

Поворотные механизмы установок имеют вертикальную и горизонтальную оси вращения. Для слежения за небесными объектами управление телескопом передается вычислительной машине. Применение ЭВМ для управления телескопом дает возможность сканировать различные объекты. Без ЭВМ, если сканирование ведется только за счет вращения Земли, приходится исключать из списка исследуемых объектов такие, вблизи которых находится яркая звезда. Применение управляющей ЭВМ дает возможность наблюдать все интересные объекты без ограничений. И наконец, без использования ЭВМ было бы невозможно запомнить и обработать тот колоссальный объем информации, на который рассчитан новый гамма-телескоп.

Осенью 1984 года на 1-й секции гамма-телескопа проводились первые наблюдения. Один из существенных результатов — регистрация ультрафиолетовой части спектра черенковских вспышек в атмосфере. Дело в том, что из-за поглощения коротковолновой части черенковского излучения в атмосфере ее поток существенно зависит от того, вызван ли ливень гамма-квантом или протоном. Протонный ливень проникает глубже в атмосферу,

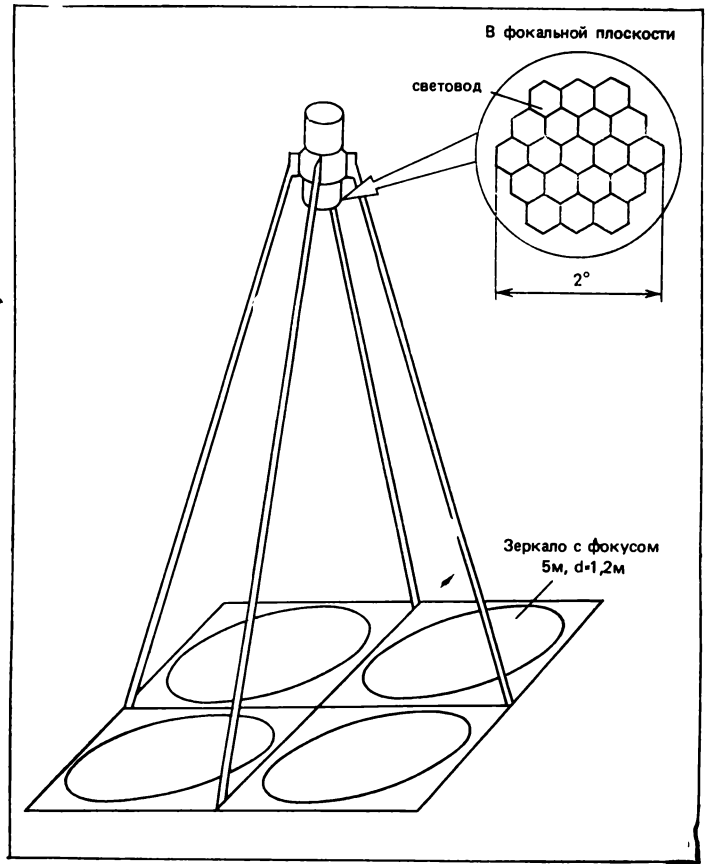


Схема элемента гамма-телескопа

поэтому его ультрафиолетовое излучение поглощается в меньшей степени. Это позволяет получить дополнительную информацию, помогающую отличать гамма-кванты.

Результаты наблюдений черенковских вспышек в оптическом диапазоне впервые дали возможность экспериментально определить не только эффективные размеры и форму вспышек, но и флуктуации их параметров.

Анализ полученных данных позволяет надеяться, что с пуском 2-й секции гамма-телеско-

па КраО можно будет успешно и эффективно вести поиск и исследование потоков гамма-квантов от различных астрофизических объектов. Нет сомнения: эти исследования открывают новый путь для изучения интереснейших явлений природы, сопровождающих генерацию космических лучей.

Международная программа «Литосфера»

ЦЕЛИ ПРОГРАММЫ

Изучение нашей планеты совместными усилиями ученых всего мира превратилось в последнее десятилетие в насущную необходимость. Энергетический кризис, загрязнение окружающей среды и прогнозируемый в будущем кризис минеральных ресурсов заставляют по-новому относиться к глобальным проблемам человечества. Проблемы эти затрагивают интересы всех людей и не всегда их можно решить национальными средствами.

Науки о Земле приобретают сейчас все большее значение не только в силу обострения экологических проблем. Современная наука ставит перед учеными всего мира задачу создать единую теорию эволюции Земли на основе детальных исследований литосферы континентов и океанов. Выполнению этой задачи подчинена деятельность научных коллективов, объединенных Международной программой «Литосфера». Главная цель программы — изучить происхождение, динамику и эволюцию литосферы. С этой главной целью тесно связано решение других глобальных проблем, например обеспечения человечества минеральными и энергетическими ресурсами, рационального использования и охраны окружающей среды. Очень важная, общая для всех людей проблема — стихийные бедствия: извержение вулканов, землетрясения, цунами, оползни, наводнения. Эти проявления природных процессов связаны с динамикой литосферы и также входят в сферу исследований по программе «Литосфера». В качестве одной

из специальных задач предусматривается способствовать развитию наук о Земле в развивающихся странах. Вызвано это не только гуманным стремлением помочь им, но и тем, что территории стран Азии, Африки и Латинской Америки играют огромную роль в обеспечении человечества минеральным сырьем.

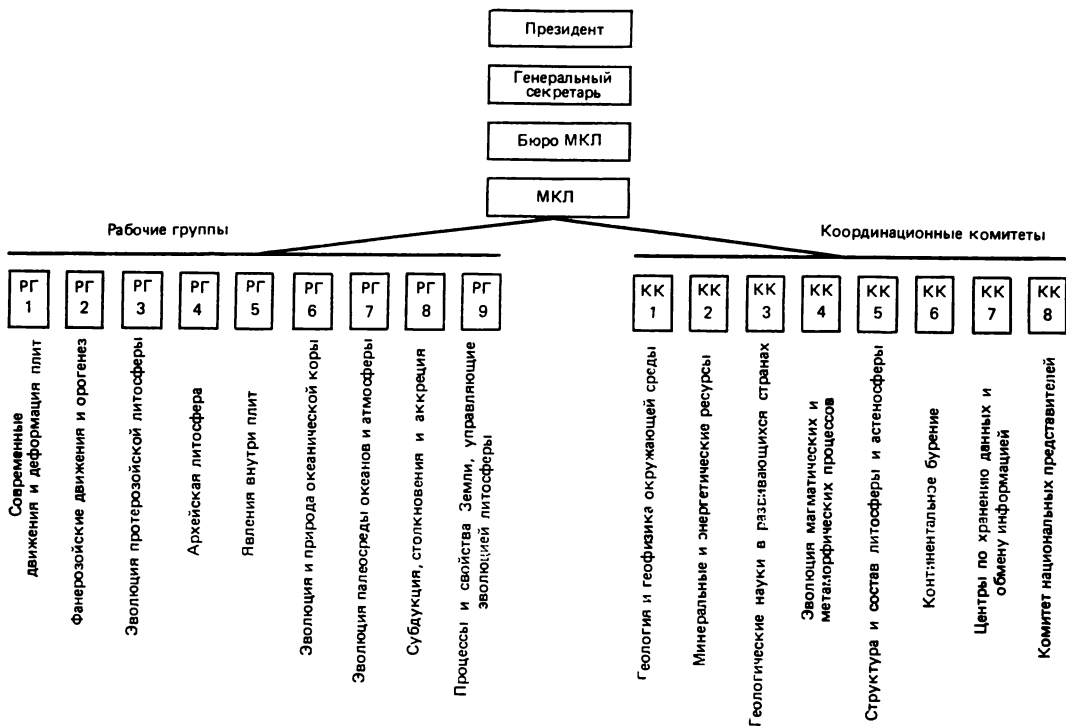
СТРУКТУРА

Международная программа «Литосфера» — это по существу продолжение Международного геодинамического проекта, действовавшего с 1971 по 1979 годы (Земля и Вселенная, 1979, № 3, с. 44.—Ред.). Но в отличие от него это более длительная, всеобъемлющая междисциплинарная программа исследований, которые проводятся на базе новейших достижений современной науки и техники. Она была учреждена в 1980 году сроком на 10 лет, ее руководящий орган — Межсоюзная комиссия по литосфере. В Межсоюзную комиссию входят девять рабочих групп и восемь координационных комитетов. Тематика исследований рабочих групп весьма разнообразна; она включает такие проблемы, как эволюция литосферы от древнейших времен до наших дней, тектоника литосферных плит, природа и эволюция океанической литосферы, глубинные процессы в мантии.

В отличие от рабочих групп, исследования которых направлены на решение какой-либо проблемы эволюции Земли, координационные комитеты имеют дело с отдельной об-

ластью исследований, причем чаще всего прикладного характера. Это минеральные и энергетические ресурсы Земли, эволюция магматических и метаморфических процессов, континентальное бурение, банки данных и обмен информацией. Особую роль играет координационный комитет по геологии и геофизике окружающей среды. Его задача — изучение стихийных бедствий, а также влияния деятельности человека на природные геологические процессы в целях охраны окружающей среды.

Для успешной работы во многих странах созданы национальные комитеты. В нашей стране такой комитет координирует деятельность ученых и научных организаций СССР в интересах повышения эффективности исследований. Деятельностью Советского комитета руководят видные советские ученые. Его председатель — вице-президент АН СССР академик А. Л. Яншин, заместители председателя — академик В. А. Магницкий, доктор геолого-минералогических наук А. А. Беус, доктор физико-математических наук Е. В. Артюшков. В исследованиях по программе принимают участие многие академические институты, среди них Геологический институт АН СССР, Институт физики Земли АН СССР, Институт геохимии и аналитической химии АН СССР, Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР, Институт геологии и геофизики СО АН СССР, Институт океанологии АН СССР. В исследованиях участвуют также министерства, ведомства, научные и производственные организа-



Структура руководящих и рабочих органов Межсоюзной комиссии по литосфере

ции Министерства геологии СССР.

По инициативе академика А. Л. Яншина в СССР созданы национальные рабочие группы и координационные комитеты в соответствии со структурой Международной программы «Литосфера». В них входят и отдельные ученые, и крупные коллективы, в том числе институты и производственные организации Урала, Сибири, Дальнего Востока, республик Средней Азии и Кавказа. Таким образом, в исследования по программе вовлечены мощные научные силы нашей страны.

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В Международной программе «Литосфера» принимают участие ученые 53 стран мира.

Традиционная, наиболее популярная форма общения ученых — международные симпозиумы, конгрессы, конференции. Межсоюзная комиссия по литосфере выступает в роли организатора многих крупных международных мероприятий, например 27 Генеральной ассамблеи Международного союза геодезии и геофизики, проходившей в Гамбурге в 1983 году, или 27 сессии Международного геологического конгресса, которая состоялась в Москве в 1984 году. Кроме этих крупных форумов ученых, Межсоюзная комиссия, а также рабочие группы и координационные комитеты регулярно организуют международные симпозиумы по отдельным проблемам. В исследованиях по программе участвуют крупнейшие ученые мира. Среди них — Э. Флинн, генеральный секретарь Международной программы «Литосфера» Р. Ван дер Ву, Р. Харгрейвс, П. Уайли (США), К. Фруадво, Ж. Франшето, М. Арну, Ле Пишон, Д. Обуэн (Франция), К. Фукс,

Г. Видал, А. Крёнер (ФРГ), Л. Монгер, Р. Хатчинсон, Р. Прайс (Канада), Д. Тарни (Англия), Г. Зварт (Нидерланды), Р. Ратланд (Австралия), С. Уеда, К. Кобаяши, К. Касачара (Япония), У. Кордани (Бразилия), К. Ксю (Швейцария), Ма Ксиуан (КНР), Г. Соренсен (Дания), А. Л. Яншин, В. А. Магницкий, Ю. А. Косыгин, Р. Г. Гарецкий, Н. В. Соболев, Е. А. Козловский, А. А. Беус, Е. В. Артюшков (СССР).

Программа «Литосфера» объединяет специалистов различных областей науки, на вооружении ее разнообразие, самые современные методы исследований. Это и геодезические методы измерений движения литосферных плит с помощью лазеров на спутниках Земли, и исследования процессов формирования пород и минералов специальной аппаратурой для достижения сверхвысоких температур и давлений, и использование совершенных приборов для изучения сейсмических, магнитных, электрических и других физи-

ческих свойств горных пород, и применение глубокого и сверхглубокого бурения на континентах и в океанах, и использование вычислительных машин.

Какие же проблемы, решаемые в рамках программы, можно назвать стержневыми? Что сейчас служит предметом диспутов на международных симпозиумах? Несколько лет назад в геологии имела большой успех концепция тектоники литосферных плит, однако со временем ученые осознали, что с ее помощью трудно объяснить многие геологические факты и процессы, которые раньше просто объяснялись и не вызывали никаких дискуссий. Спорных вопросов много. Например, как объяснить вертикальные и горизонтальные деформации внутри плит, если они движутся как жесткие блоки литосферы? Почему внутри плит проявляются вулканизм, сейсмичность, поднимается и опускается земная кора? Что происходит с блоками литосферы, погружающимися в мантию в процессе субдукции? Почему в океанах обнаружены осадочные породы с возрастом не древнее 200 млн. лет? Существовали ли литосферные плиты, подобные современным, в докембрийское время? На эти (и многие другие) вопросы пытаются дать ответ ученые, ведущие исследования в рамках программы.

Вероятно, для решения некоторых из этих проблем потребуются многие десятилетия упорных исследований. Ведь особенность эволюции литосферы — в огромной продолжительности природных явлений, несоизмеренных по масштабам с явлениями, окружающими человека и доступными непосредственному наблюдению, с продолжительностью жизни человека и даже всего человеческого общества. Тогда как проблема масштабно успешно решается — измеряются движения континентов, составляются детальные геологические карты огромных территорий (в частности, ставится задача создать единую достаточно детальную геологическую карту мира), длительность

геологических процессов, недоступность их прямому наблюдению вызывает весьма большие трудности, даже большие, чем, скажем, проникновение в глубины земных недр.

Особенно смутны наши представления о ранних стадиях развития литосферы. Ведь древнейшие горные породы возраста более 3 млрд. лет за время своей жизни претерпели столь значительные преобразования (метаморфические, метасоматические, тектонические), что расшифровать следы их первичной природы становится чрезвычайно трудно. И тем не менее ученые упорно ищут новые методы изучения древних пород. Например в исследованиях по программе «Литосфера» сейчас широко применяют самарий-неодимовый метод определения абсолютного возраста, который дал обнадеживающие результаты при определении возраста докембрийских пород.

Все эти исследования в основном ориентированы на решение теоретических глобальных проблем эволюции Земли. А дают ли они что-либо для практики? Ведь, казалось бы, теоретические модели и гипотезы — а в большинстве случаев изучение литосферы связано именно с моделями и гипотезами — не имеют отношения к нынешним заботам человечества. Даже среди специалистов бытует мнение, что плитная тектоника пока не помогла открыть ни одного месторождения минерального сырья. Но так ли это в действительности? Поиск и разведка минеральных месторождений определяются локальными и региональными факторами. Локальные факторы (приуроченность месторождений к конкретному разлому или массиву гранитоидов) показывают, к примеру, что бурить разведочную скважину надо именно в данном месте. Но если не знать региональных факторов (например, что рудные провинции приурочены к крупным структурам земной коры), то можно пробурить сотни скважин без всякого успеха. Изучение закономерностей метал-

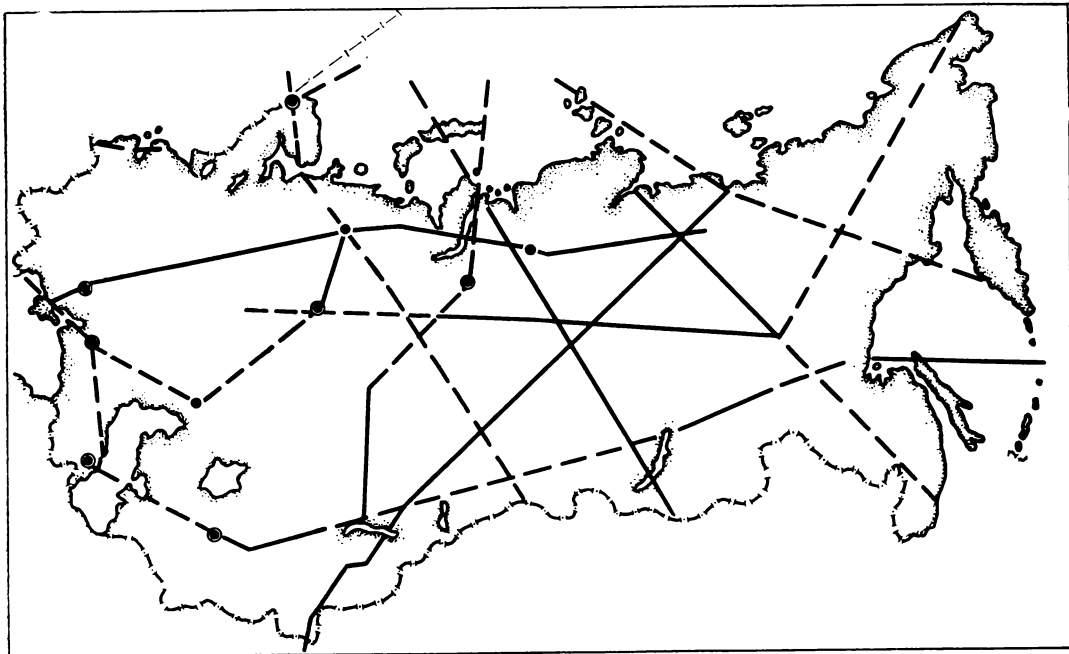
логении с позиций плитной тектоники дает много нового в выявлении региональных факторов размещения минеральных месторождений.

Большое практическое значение имеют исследования, направленные на предсказание и предупреждение стихийных бедствий. Совершенствуется работа сети сейсмических станций для прогноза и регистрации землетрясений, служб цунами, многое делается для координации исследований и практических мер по охране окружающей среды. Масштабы работ огромны. Например изучение глубинного строения литосферы Земли проводится по 155 национальным проектам. Так что практически в каждой стране проводятся исследования и работы, в той или иной степени связанные с задачами Международной программы «Литосфера».

Важную роль в осуществлении этих задач играют региональные проекты глубинного зондирования земной коры и мантии континентов и их окраин, в которых применяется комплекс сейсмических, магнитных, гравитационных, электрических, геохимических, петрологических методов изучения вещества. К такого рода проектам относятся геотраверсы территории Северной Америки (с участием США, Канады, Мексики), территории Европы от Скандинавии до Италии (с участием многих европейских стран). Такие геотраверсы осуществляются или планируются и в других регионах мира. В США, ФРГ, Англии начаты национальные программы сверхглубокого бурения. Но большинство глубоких и сверхглубоких скважин пробуривается там крупными частными компаниями, которые, как правило, не публикуют данных по результатам бурения и не ведут научных исследований.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИТОГИ ПРОГРАММЫ

Некоторые важные итоги программы «Литосфера» были подведены на 27 Международ-



Схема, иллюстрирующая программу комплексного изучения глубинных недр Земли на территории СССР с помощью сейсмических профилей (сплошные линии) и скважин (маленькие черные кружки — глубокие скважины, большие кружки — сверхглубокие скважины). Пунктирной линией нанесены планируемые сейсмические профили

ном геологическом конгрессе в августе 1984 года в Москве (Земля и Вселенная, 1985, № 1, с. 51.—Ред.). Хотя проблемы эволюции литосферы обсуждались на многих секциях конгресса, Межсоюзная комиссия по литосфере совместно с Советским комитетом программы приурочила к конгрессу специальную научную сессию — «Литосфера».

По количеству и составу докладчиков (всего на сессии

было сделано 124 доклада), значимости обсуждаемых проблем сессия «Литосфера», как считают ученые, стала одним из самых значительных научных мероприятий конгресса. Симпозиумы сессии вызвали живой интерес советских и зарубежных участников конгресса, они всегда сопровождались оживленными дискуссиями и обменом мнениями. Зачастую просторные залы Совинцентра, где проходила сессия, не вмещали всех желающих прослушать тот или иной доклад.

Наибольший успех на сессии «Литосфера» имел симпозиум по континентальному бурению. Этой проблеме посвящались доклады министра геологии СССР Е. А. Козловского, а также ведущих специалистов в этой области члена-корреспондента АН СССР Е. В. Каруса, В. С. Ланева, Н. И. Андрианова (СССР), Х. Бэра (ФРГ), В. Элдера (США), А. Витакера (Англия), Ж. Сбузна (Франция).

В соответствии с комплексной программой глубинного изучения территории СССР на период с 1981 по 1985 год в СССР создана единая сеть

опорных глубоких и сверхглубоких скважин и геофизических профилей. Каковы же результаты этой программы? Их много. Но вот наиболее интересные. При бурении Кольской скважины, глубиной более 12 км, установили, например, что вместо предполагаемого базальтового слоя на глубине более 7 км залегают древние гранито-гнейсы. На 11-километровой глубине породы имеют температуру 200°С, что свидетельствует о мощном тепловом потоке в мантии. На глубине 4,5 км обнаружили высокоминерализованные растворы и гидротермальные рудные образования меди, свинца, цинка и других металлов. По-видимому, рудные месторождения могут находиться не только вблизи поверхности, но и на большой глубине. В извлеченных из скважины породах возрастом 2 млрд. лет обнаружены песок, окатанная галька и ископаемые остатки микроорганизмов, которые свидетельствуют, что 2 млрд. лет назад на Земле существовала жизнь, была гидросфера, шло накопление морских осадков.

На симпозиумах сессии «Литосфера» много докладов по-

свещалось глубинному строению литосферы. Специалисты рассказали об исследованиях по таким крупным проектам, как Международный европейский геотраверс, национальный проект США, осуществляемый Корпорацией по континентальному профилированию методом отраженных волн, Анголо-Бразильский геотраверс, выполняемый учеными СССР. Результаты этих исследований заставляют по-новому взглянуть на многие устоявшиеся концепции о строении земной коры, которые сформировались на основе традиционных, чисто геологических методов исследований.

Что касается проблем эволюции литосферы на ранних стадиях развития Земли — в архее и протерозое,— были обобщены данные по геохронологии, геологическим структурам, магматизму и метаморфизму докембрийских щитов — областей, где обнажаются древнейшие кристаллические породы Земли. Эти данные как будто бы подтверждают мнение о том, что в эволюции Земли был некий переходный период (1,8—1,0 млрд. лет) от тектонического режима в раннем протерозое, не связанного с перемещением литосферных плит, до стадии эволюции земной коры (в начале позднего протерозоя; 1,0 млрд. лет), когда появились условия для разрастания океанической коры и движения плит литосферы. В этот переходный период характер эволюции Земли качественно изменился. Земная кора приобрела жесткость, необходимую для действия механизма формирования и движения плит. Это подтверждают некоторые геологические аргументы. Один из них — целочные магматические породы возраста древнее 1,8 млрд. лет отсутствуют в земной коре потому, что они могут образоваться лишь из глубинного неистощенного мантийного источника (более глубинного, чем толеитовые базальты), причем при достаточно мощной и жесткой коре.

Каков состав первичной, изначальной коры Земли? Здесь мнения ученых группируются

вокруг двух концепций. Согласно одной, исходным продуктом вулканической дифференциации был глубинный пиролит основного (базальтового) состава, и первичная кора имела базит-ультрабазитовый состав. Сторонники этой концепции опираются на тот факт, что эти породы по составу сходны с метеоритами, породами Луны и других планет. Другая концепция — первичная земная кора имела сиалический, преимущественно кремниво-алюминиевый состав уже на ранних стадиях развития, более 3,2 млрд. лет назад.

Симпозиумы сессии «Литосфера», посвященные проблемам тектоники плит, эволюции осадочных бассейнов, Тихоокеанского складчатого пояса, эволюции Тихого океана, показали, что идеи мобилизма в науках о Земле сейчас доминируют над фиксационными концепциями. До сравнительно недавнего времени вклад советских ученых в развитие плитной тектоники был довольно скромным. Теперь же, судя по докладам на 27 Международном геологическом конгрессе, положение изменилось. Советские ученые творчески применили основные положения плитной тектоники и внесли существенный вклад в ее развитие. С позиций плитной тектоники была проанализирована история развития складчатых поясов Кавказа, Карпат, Памира, Тянь-Шаня, Урала, Верхоянья. На больших территориях этих поясов литосфера оказалась расчлененной, и здесь, внутри континента, обнаружены участки океанической коры, перемещенные на большие расстояния. Сейчас в нашей стране подготовлены карты-палеорекострукции геологического строения СССР для различных эпох, охватывающих последние 160 млн. лет.

В докладах и дискуссиях сессии «Литосфера» отчетливо проявилось состояние исследований по многим проблемам в рамках программы, и в частности большой вклад советских ученых в решение этих проблем. Сессия показала высокий уровень теоретических

и прикладных исследований советских и зарубежных ученых по всем обсуждаемым проблемам. И исследования эти дополняют друг друга. Например, замечательные успехи континентального бурения сверхглубоких скважин в СССР и достижения бурения океанической коры в зарубежных странах создают более целостную картину и углубляют наши знания об эволюции литосферы. Отсутствие частной собственности на средства производства, плановый характер народного хозяйства позволяют нашей стране успешно осуществлять крупные дорогостоящие проекты исследований, которые неохотно финансируются монополиями Запада.

Обмен мнениями, идеями и научными результатами на сессии «Литосфера» имел большое значение для дальнейшего развития Международной программы «Литосфера». Нет сомнений, что такое тесное и плодотворное сотрудничество ученых разных стран служит делу укрепления мира между народами.



ИЗ ИСТОРИИ
НАУКИ

Звездный городок

(к 25-летию Центра подготовки космонавтов)

Как стремительно летит время! То, чему мы были свидетелями, становится историей. Уже почти четверть века отделяет нас от того дня, когда человек впервые полетел в космос. За эти годы наша пилотируемая космонавтика проделала огромный путь. От первых космических кораблей «Восток» до орбитальных станций — лабораторий, оснащенных тысячами приборов, сложнейшими агрегатами и научно-исследовательской аппаратурой. От первого полета Ю. А. Гагарина длительностью 108 минут до многомесячной работы на орбите Л. Д. Кизима, В. А. Соловьева и О. Ю. Атькова.

К настоящему времени в космосе побывало уже более ста человек — советских космонавтов, американских астронавтов и представителей других стран.

ПЕРВЫЕ ШАГИ

4 октября 1957 года весь мир облетела радостная весть — в Советском Союзе запущен в космос первый в истории искусственный спутник Земли. Последовавшие затем старты ракет к Луне, полеты автоматических станций к Венере, запуски спутников с живыми организмами на борту рождали надежду, что скоро в космос поднимется и сам человек.

И уже в январе 1959 года начались работы, связанные с

медико-биологической подготовкой человека для полета в космос. Одновременно стали создаваться необходимые системы и агрегаты, конструировались специальные космические корабли и ракеты-носители, организовывались пункты связи и управления полетом, совершенствовались стартовые комплексы.

Решением сложных медико-биологических проблем, связанных с обеспечением жизнедеятельности организма человека в условиях космического полета, занимались В. И. Яздовский, А. Д. Серяпин, А. В. Покровский и другие. Работы консультировали академики В. П. Черниговский и В. В. Парин. Все они трудились в тесном контакте с Главным конструктором ракетно-космических систем С. П. Королевым.

На первом же этапе подготовительных работ возник вопрос: из людей какой профессии выбрать будущего космонавта? Медики обобщили данные, а также опыт подготовки летчиков, танкистов, подводников, полярников, альпинистов... Вывод был однозначным: наиболее подходящие кандидаты в космонавты — летчики-истребители. Примерно тогда же С. П. Королев так охарактеризовал будущего космонавта: «Для этой цели более всего пригоден летчик и прежде все-

го, летчик-истребитель. Это и есть универсальный специалист. Он и пилот, и штурман, и связист, и бортиженер. А будущи кадровым военным, он обладает необходимыми морально-волевыми качествами: его отличает собранность, дисциплинированность и непреклонное стремление к достижению поставленной цели».

В июле 1959 года специалисты в области авиационной и космической медицины совместно с представителями конструкторских бюро и ряда НИИ составили первый общий план отбора и подготовки космонавтов. Отбор кандидатов в авиационных частях и соединениях проводила группа специалистов под руководством Е. А. Карпова, опытного врача, участника Великой Отечественной войны, кандидата медицинских наук. В августе начала создаваться материально-техническая база, необходимая для подготовки будущих космонавтов. В том числе лабораторная.

«ГАГАРИНСКИЙ» ОТРЯД И ЕГО НАСТАВНИКИ

С января 1960 года начал свою работу Центр подготовки космонавтов. (Несколько позднее было решено отмечать день рождения Центра в апреле.) Первым его начальником стал Е. А. Карпов. Он проделал огромную работу по



Звездный городок — это благоустроенные дома, красивая планировка кварталов. Таким он запоминается всем, кто здесь побывал

подбору кадров и комплектованию штатов, изысканию необходимого оборудования, улучшению проектов строительства специальных зданий.

Отбрали кандидатов в космонавты. После медицинского обследования осталась группа из двадцати человек, которые и составили первый отряд космонавтов. Теперь его называют «гагаринским». Самым старшим из них был тридцатипятилетний командир эскадрильи Павел Беляев. На два года моложе — инженер-капитан Владимир Комаров, а также квалифицированный летчик-истребитель Павел Попович. Старшим лейтенантам Валерию Быковскому, Юрию Гагарину и лейтенанту Алексею Леонову шел тогда двадцать шестой год, а Гер-

ману Титову — двадцать пятый. От двадцати пяти до тридцати лет было и остальным кандидатам.

Тогда же, в начале 1960 года, руководителем космонавтов был назначен Н. П. Каманин. Один из первых Героев Советского Союза, командир штурмовой авиационной дивизии, а затем и корпуса в годы Великой Отечественной войны, энергичный и инициативный, прекрасный воспитатель, он всегда был высочайшим авторитетом для летчиков-космонавтов.

Началось активное строительство Центра подготовки космонавтов. Быстро стали расти стены будущих зданий — гостиной, столовой, учебных корпусов, жилых домов...

Основные занятия вначале строились по плану медицинской подготовки, выполнялись полеты на самолетах, изучались такие важные дисциплины, как астрономия, динамика космического полета, навигация и

другие. Постоянно возникал вопрос: как лучше готовить будущих покорителей космоса? Поэтому требовались творчески мыслящие, высококвалифицированные специалисты. И в Звездный городок были направлены авиационные инженеры и методисты, летчики-инструкторы и парашютисты, врачи и преподаватели различных дисциплин, а также рабочие и служащие. Люди с энтузиазмом принялись за дело.

С большой теплотой вспоминают космонавты своих первых наставников и организаторов Центра подготовки космонавтов — Е. А. Карпова, Н. Ф. Никерясова (первого комиссара), Е. Е. Целикина (летчика-педагога), Н. К. Никитина (инструктора-парашютиста), инженера Б. В. Яковлева, врача Г. Ф. Хлебникова. Большую методическую работу проводил заслуженный летчик-испытатель СССР М. Л. Галлай. По динамике полета, конструкции космического корабля и его бортовых систем,

другим предметам преподавали видные специалисты, ученые, инженеры — К. Д. Бушув, К. П. Феокистов, О. Г. Макаров, В. И. Севастьянов.

Очень внимательно следил за подготовкой космонавтов Главный конструктор С. П. Королев. Он не раз беседовал с ними о космических полетах, перспективах и трудностях избранного ими пути. Никогда не забыть первым космонавтам этих встреч. Вот как об одной из них говорит дважды Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР А. Г. Николаев: «Особенно запомнилась наша встреча с ним, когда по его приглашению мы впервые побывали в конструкторском бюро. Сергей Павлович тогда очень увлекательно рассказывал нам о космических ракетах и кораблях, о будущих полетах человека в космос. После беседы он пригласил нас в цехи, где создавались космические корабли «Восток». Мы впервые увидели не макеты, а настоящие космические корабли, на которых нам предстояло летать. Мы были удивлены и поражены размахом строительства такой чудо-техники. Нас наполняла гордость за ученых и конструкторов, инженеров и рабочих — творцов космической техники».

ПЕРВЫЕ ДЕСЯТЬ ЛЕТ

Летом 1960 года в Центр подготовки космонавтов начали поступать для тренировок первые стенды и установки. Чтобы создавать невесомость, пассажирский Ту-104 специально переоборудовали в самолет-лабораторию. Летали космонавты и на боевых истребителях, прыгали с парашютом, много занимались физической подготовкой.



Космонавт-1 Ю. А. Гагарин на предполетной тренировке в кабине космического корабля «Восток»

В Звездном началась напряженная работа — тысячи часов занятий, сотни специальных тренировок, полеты, испытания на центрифуге и в сурдокамере, примерка скафандров и многое, многое другое.

Весной 1961 года из числа тех, кто вошел в первый отряд, были отобраны двое: Юрий Гагарин и его дублер Герман Титов. 12 апреля впервые в истории человечества Ю. А. Гагарин совершил космический полет. Он доказал, что человек может жить и работать в космосе. А уже спустя несколько месяцев — в августе — Г. С. Титов успешно выполнил суточный орбитальный космический полет на корабле «Восток-2». Космическая навигация началась.

После завершения программы полетов кораблей «Восток» в Центре подготовки космонавтов прошла научная конферен-

ция, которая подвела первые итоги.

В 1963 году в Центре подготовки начала тренировки к космическим полетам на корабле «Восход» новая группа космонавтов, в которую по настоянию С. П. Королева были включены кроме космонавтов-летчиков врачи, инженеры, научные работники. Эти корабли отличались от «Востоков» тем, что в кабине были рабочие места для двух или трех космонавтов, а спускаемый аппарат корабля приземлялся на парашюте вместе с членами экипажа. Специалисты Центра разработали новые методики подготовки экипажей, члены которых были неодинаково подготовлены физически, имели разный уровень знаний, отличались характерами и привычками.

В январе 1963 года в Центр подготовки космонавтов прибыла новая группа летчиков и инженеров, имевших богатый опыт летной, испытательной и исследовательской работы. Возглавил эту группу В. А. Шаталов. Через год в нее был

включен и Г. Т. Береговой. Все они закончили курс общекоsmической подготовки к полетам на новых кораблях «Союз».

В связи с этим создавалась новая учебная и тренажерная техника, в частности комплексный тренажер корабля «Союз». Рос и Звездный городок. Строились новые жилые дома улучшенной планировки, производственные здания и учебные лаборатории, плавательный бассейн и спортивный комплекс, на жилой территории появились школа, детский сад, ясли, Дом культуры. Звездный приобретал вид современного города.

В январе 1968 года группа космонавтов, в том числе и Ю. А. Гагарин, окончила Военно-воздушную инженерную академию им. проф. Н. Е. Жуковского. Одновременно первый космонавт Земли продолжал интенсивно готовиться к новому космическому полету. Но 27 марта 1968 года во время учебно-тренировочного полета на истребителе вместе с Героем Советского Союза полковником В. С. Серегиным он трагически погиб. Для друзей Юрия и всех жителей Звездного городка, для всего советского народа это была тяжелая утрата.

КОСМОС НАЧИНАЕТСЯ НА ЗЕМЛЕ

Центр подготовки космонавтов, которому вскоре после гибели Ю. А. Гагарина присвоили имя первопроходца космоса, приобретает еще большую известность не только в нашей стране, но и за рубежом. Звездный городок посещают сотни делегаций. Сюда приезжают руководители, общественные деятели, ученые,

рабочие многих стран мира.

В 1971 году наша страна отметила десятилетие со дня первого полета человека в космос. За большие заслуги в подготовке космонавтов и в связи с этим юбилеем Центр подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина был награжден орденом Ленина.

Вскоре в тренажном зале (1972) смонтировали полноразмерный макет орбитальной станции «Салют».

В 1975 году советская космонавтика добилась новых успехов. На орбитальных станциях начались длительные полеты советских экипажей продолжительностью месяц и более.

Центр подготовки космонавтов превратился в мощную научную организацию, имевшую все необходимые технические средства, чтобы подготовить человека к полету в космос. Как организм космонавта переносит перегрузки, выясняют с помощью центрифуги. В этом вращающемся устройстве имитируются ускорения, которые возникают при выведении космического корабля на орбиту и спуске его на Землю. На одном плече центрифуги монтируется кабина, где размещается космонавт (или сразу несколько участников эксперимента).

Различные испытания проводятся в гидролаборатории — здесь имитируется в гидросреде то безупрочное состояние, что характерно для космического полета. Основу гидролаборатории составляет ванна-бассейн. В ней установлен макет орбитальной станции. Одежды в специальные скафандры, космонавты выполняют в воде различные задания, имитирующие выход в космос, монтаж-

ные и ремонтные работы на внешней поверхности станции. Для страховки вместе с космонавтами в бассейне находятся аквалангисты в легких водолазных костюмах. Сочетание тренировок в гидросреде и в барокамере позволяет космонавтам приобрести достаточно твердые навыки работы в скафандрах.

С условиями невесомости будущие космонавты знакомятся в самолетах-лабораториях — во время их полета по параболе. Создаются те самые свойства невесомости, которые потом проявляются в космическом полете. На таких тренировках космонавты работают со скафандрами, учатся фиксировать свое тело в пространстве, ориентироваться в различных положениях и позах, обращаться с научной аппаратурой.

Для подготовки космонавтов, систематических тренировок, успешного решения отдельных задач космического полета в Центре подготовки космонавтов созданы уникальные комплексные и специализированные тренажеры. Это, например, макет кабины корабля или станции со штатной аппаратурой, системами и агрегатами, включая рабочие места членов экипажа, а также необходимый интерьер.

В состав комплексного тренажера входят различные имитаторы космического полета. Они бывают разных типов — телевизионные, электронные, электромеханические и другие. Так, имитатор внешней космической обстановки — это глобус земной поверхности. По движению («бегу») Земли в оптическом визире космонавты могут достаточно точно по отношению к ней визуально определять ориентацию корабля.

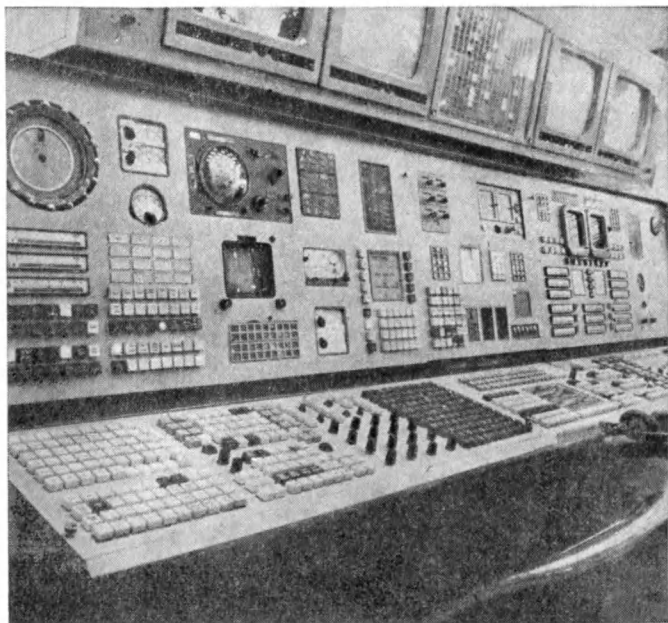
Сложное электромеханическое устройство — имитатор стыковки. Управление тренажером, имитаторами, контроль выполняемых экипажем динамических и логических операций, хранение и переработку информации и решение других задач надежно осуществляет вычислительный комплекс.

Полноразмерные макеты космического корабля и орбитальной станции, оборудованные действующими приборами, системами и агрегатами, используются также для отработки взаимодействия между членами экипажа, закрепления навыков по кинофотосъемке, для отработки консервации, выполнения сложных экспериментов и многого другого.

Важную роль в подготовке космонавтов играют видеофильмы. На видеопленку записываются схемы, диаграммы, с помощью фильмов объясняют функционирование различных систем — все это значительно облегчает усвоение учебного материала.

Земной путь космонавта к космическим высотам делится на два этапа. Сначала проводится общая, или общекосмическая, подготовка, которая включает теоретическую, техническую, медико-биологическую, летную, парашютную и физическую подготовки. В это время космонавты изучают динамику полета, навигацию, астрономию, вычислительные машины, баллистику, медицину, космическую технику, знакомятся со стартовым комплексом, выезжают из Звездного городка в различные научно-исследовательские учреждения.

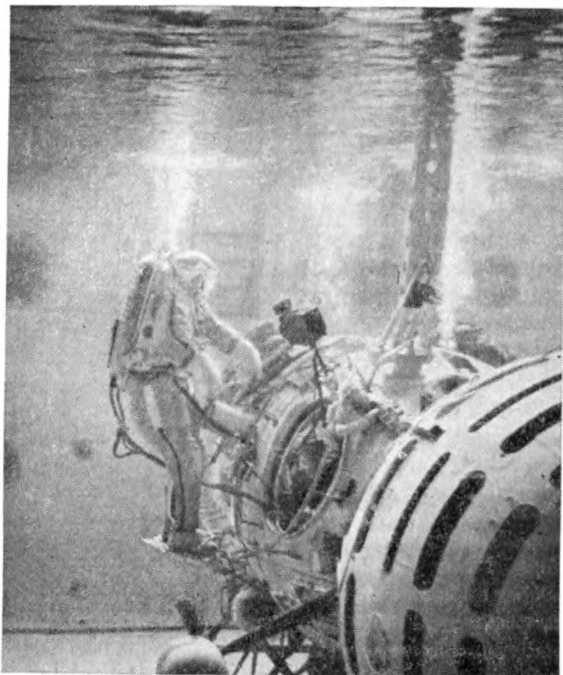
Закончив обучение по программе общей подготовки, космонавты сдают зачеты и экза-



Так выглядит один из пультов управления в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина

Макет космической станции «Салют», на котором космонавты вели подготовку к длительным орбитальным полетам





Гидролаборатория.
Здесь имитируется
безопорное состояние,
характерное
для космического полета

мены, с ними проводятся собеседования. Затем они приступают к занятиям по программе специальной подготовки — к конкретному полету в составе конкретного экипажа. На этом этапе космонавты изучают тот космический аппарат, на котором предстоит лететь. Они осваивают программу полета, отрабатывают функциональные обязанности членов экипажа (командира корабля, бортинженера, исследователя, врача). Однако основным видом подготовки остаются тренировки на различного вида тренажерах, макетах, моделирующих стендах. Продолжается также летная, медико-биологическая и физическая подготовка.

Тренировки на комплексном тренажере, где имитируются все этапы предстоящего полета, идут до тех пор, пока не будет усвоена полностью вся

программа, а отдельные элементы не будут отработаны до автоматизма. Так, готовясь к первой стыковке, космонавт В. А. Шаталов провел на тренажере около 800 учебных стыковок.

Завершающий этап непосредственной подготовки космонавтов — заключительные (зачетные) комплексные тренировки, в которых участвует не только экипаж корабля, но и все, кому предстоит обслуживать планируемый полет, — группы технических специалистов из Центра управления полетом, операторы пунктов связи и слежения за полетом, другие службы...

МЕЖДУНАРОДНЫЕ КОНТАКТЫ

В Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина можно встретить не только со-

ветских космонавтов. В 1972—1975 годах, готовясь к совместному эксперименту в космосе по программе «Союз» — «Аполлон», здесь тренировались и американские астронавты. Напомним, что такие тренировки поочередно проводились то в Звездном городке, то в Хьюстоне — в американском Центре подготовки астронавтов имени Джонсона.

В конце 1976 года в Центр подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина прибыла первая группа кандидатов в космонавты из социалистических стран — по два профессиональных летчика из ЧССР, ПНР и ГДР. В 1978 году трое из них вместе с советскими космонавтами работали на станции «Салют-6» по программе «Интеркосмос».

Весной 1978 года приехали представители Болгарии, Венгрии, Кубы, Монголии и Румынии, а в 1979 году — Вьетнама. В качестве космонавтов-исследователей они успешно работали на орбите в 1979—1981 годах. Эти международные космические полеты дали много ценного материала ученым стран социалистического содружества. А в 1983—1984 годах побывали в космосе представители Франции и Индии.

Центр подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина располагает сегодня всем необходимым, чтобы успешно готовить космонавтов к новым стартам и длительной работе на космических орбитальных станциях.

Тысячи наших соотечественников и гостей из разных стран

ежегодно бывают в Звездном городке. И, конечно, отдают дань уважения первому космонавту планеты — Юрию Алексеевичу Гагарину. В любое время года у памятника Гагарину — букеты живых цветов.

Экспонаты Дома культуры Звездного городка отражают всю историю пилотируемых полетов в космос. Есть здесь и подарки от трудящихся нашей страны, подарки из многих стран мира — свидетельства искреннего уважения и любви к советскому человеку, дерзнувшему подняться в неизведанный космос. Тут хранятся и личные вещи первого космонавта Земли.

Хочется обратить внимание и на такой отрадный факт. Многие космонавты, вернувшись на Землю, продолжили серьезные занятия наукой, защитили диссертации. Имена космонавтов, ставших учеными, — К. П. Феоктистова, Б. Б. Егорова, А. С. Елисеева, В. Н. Кубасова, Н. Н. Рукавишникова, Г. М. Гречко, Ю. Н. Глазкова и других — известны всем.

Красивы жилые здания и служебные помещения Звездного городка, уникальны тренажеры и спортивный комплекс, но, безусловно, особенно гордится Звездный своими космонавтами и специалистами Центра. Им — ученым, летчикам, методистам, инженерам, преподавателям, врачам, коммунистам и комсомольцам, — доверены передние рубежи науки, откуда и начинается тернистая, но прекрасная дорога в космос.

Книги 1986 года

Главная редакция физико - математической литературы издательства «Наука»

Самым обширным в 1986 году будет раздел научной литературы. Книги этого раздела достаточно разнообразны по тематике, некоторые из них будут интересны не только специалистам, но и представителям смежных профессий, а также любителям астрономии.

Прежде всего хочется отметить восемнадцатый выпуск «Историко-астрономических исследований». Заметим, что издание этих непериодических сборников было начато около тридцати лет назад (Земля и Вселенная, 1985, № 4, с. 93.— Ред.). Материалы выпуска посвящены истории отечественной и зарубежной астрономии. Впервые на русском языке здесь публикуется переписка Галлея с Ньютоном и Гуком, в ней говорится о комете Галлея. Среди статей выпуска исследование Н. Л. Кайдановского «У истоков радиоастрономии», работы А. В. Постникова «Древнейшие карты как отражение взаимодействия челове-

ка с природой» и М. С. Булатова «Обсерватория Улугбека в Самарканде». В сборник входят и другие статьи, а также мемуарные записи.

Книга Ю. И. Витинского, М. Копецкого, Г. В. Куклина «Статистика пятнообразовательной деятельности Солнца» интересна не только научным работникам, преподавателям вузов и студентам, но и опытным любителям астрономии, занимающимся исследованием Солнца. Авторы рассказывают о свойствах и эволюции солнечных пятен, рассматривают особенности вращения Солнца, показывают роль статистических исследований.

Интерес широкой аудитории вызовет и монография Т. А. Лозинской «Сверхновые звезды и звездный ветер. Взаимодействие с газом Галактики». В книге излагаются современные представления о вспышках сверхновых и о взаимодействии вещества, выброшенного при вспышке, с газом межзвездной среды.

Замечательным астрономическим объектам — радиогалактикам и квазарам — посвящена книга Г. М. Товмасына «Внегалактические источники радиоизлучения». В ней рассказывается об особенностях радиоизлучения квазаров, сейфертовских и нормальных галактик, радиогалактик. Автор крат-

ко рассматривает возможные гипотезы, позволяющие объяснить мощное радиоизлучение внегалактических объектов.

Внимание не только астрономов, но и специалистов, работающих в области геофизики, гравиметрии, геодезии, теоретической механики, привлечет монография **Е. П. Аксенова** «**Специальные функции в небесной механике**». Книга может использоваться в качестве справочника и учебного пособия.

В книге **В. Г. Горбачко** «**Введение в физику галактик и скоплений галактик**» излагаются методы и результаты теоретических исследований свойств галактик, их состава, структуры и эволюции. Особое внимание автор уделяет газодинамическим процессам, играющим важнейшую роль в эволюции галактик и их скоплений.

С нетерпением ожидают астрономы и физики монографию **И. Д. Новикова** и **В. П. Фролова** «**Физика черных дыр**», которая освещает все стороны физики тел, возникающих в результате катастрофического сжатия некоторых небесных объектов.

В серии «**Проблемы науки и технического прогресса**» будут выпущены новые издания двух книг, о которых уже рассказывалось на страницах журнала «**Земля и Вселенная**». Это книга **И. А. Климишина** «**Астрономия наших дней**» и книга **М. Я. Марова** «**Планеты Солнечной системы**». Первую из них можно отнести к популярной астрономической энциклопедии. Здесь даются

основные представления, понятия и законы, на которых базируются наблюдательная и теоретическая астрономия, радиоастрономия, астрофизика. Описываются практически все известные объекты. Книга рассчитана на учителей, лекторов, учащихся старших классов и вообще всех, кто интересуется достижениями современной астрономии. Содержание книги **М. Я. Марова** ясно из ее названия. Автор рассказывает о телах Солнечной системы в планетологическом аспекте, что стало возможным благодаря прогрессу в исследовании этих тел.

В разделе научно-популярной литературы предусматривается выпустить пятое издание книги **Ф. Ю. Зигеля** «**Сокровища звездного неба. Путеводитель по созвездиям и Луне**». В ней рассказывается о звездном небе, о делении его на созвездия, о том, как находить созвездия в различные сезоны года. Попутно читатель знакомится с главными «достопримечательностями» каждого созвездия — двойными и переменными звездами, звездными скоплениями, туманностями и другими объектами. Специальная глава посвящена описанию лунной поверхности.

Вероятно, внимание многих читателей привлечет книга **П. В. Щеглова** «**Отраженные в небе мифы Земли**». Это популярный рассказ о происхождении названий созвездий, о мифах древних народов, связанных с тем или иным созвездием. Книга хорошо иллюстрирована. Специальные карты позволят читателю на-

ходить на небе интересные созвездия.

О методах любительского фотографирования небесных тел говорится в книге **Л. Л. Сикорука** и **М. Р. Шпольского** «**Любительская астрофотография**», которая выйдет в серии «**Библиотека любителя астрономии**». Выпуская эту книгу, издательство удовлетворяет просьбы читателей, содержащиеся во многих письмах.

В разделе учебной литературы предусматривается выпуск «**Сборника задач по астрофизике**» **Д. Я. Мартынова** и **В. М. Липунова**. Такой сборник выходит впервые. Он содержит около 400 задач, снабженных ответами, а в трудных случаях также указаниями и списком рекомендуемой литературы.

Из справочной литературы планируется издание очередного, 90-го выпуска «**Астрономического календаря**».

Обращаем внимание читателей на то, что книготорговые организации определяют тиражи книг на основе предварительных заявок, поступивших в книжные магазины. Читатели, не сделавшие таких заявок, рискуют остаться без нужных книг.

Заведующий редакцией
астрономической
литературы
И. Е. РАХЛИН



ИЗ ИСТОРИИ
НАУКИ

Вильям Гершель и крупномасштабная структура Вселенной

В современную астрономическую картину мира прочно вошло представление о крупномасштабной структуре Вселенной, о том, что не только звезды, но и галактики объединены в большие группы — скопления, которые вместе с одиночными галактиками образуют еще большие объединения — гигантские сверхскопления поперечником от 100 до 300 млн. световых лет. Наша Галактика вместе с другими членами Местной группы галактик находится на окраине одного из таких сверхскоплений, насчитывающего десятки тысяч галактик и называющегося Местным сверхскоплением (МСС). Существование МСС было окончательно установлено в 1953—1956 годах Ж. де Вокулером, чему непосредственно предшествовали обобщения В. Рубин (США, 1951 г.) и К. Ф. Огородникова (СССР, 1952 г.).

ГЕРШЕЛЬ ОТКРЫВАЕТ «МИР ТУМАННОСТЕЙ»

Понятие «других звездных или островных вселенных» ввел в астрономию английский ученый Т. Райт (1711—1786), впервые высказавший в 1750 году догадку об истинной природе маленьких «млечных» туманностей. Но в еще большей степени это понятие вошло в науку благодаря Вильяму Герше-

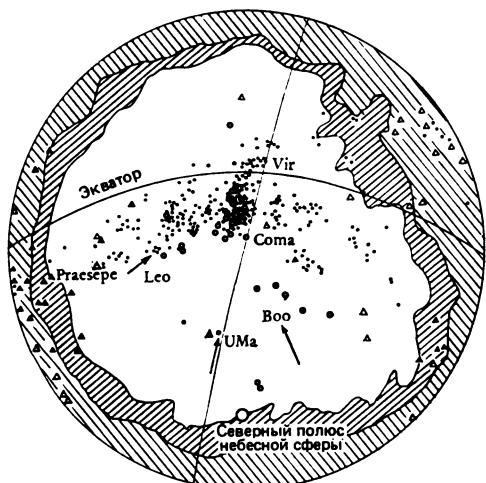
лю (1738—1822) — первому следователю нового «мира туманностей». Т. Райту были известны около 20 таких объектов. Тридцатью годами позднее Ш. Мессье — знаменитый «ловец комет», досадуя на мешавшие при его поисках новых комет посторонние объекты — неподвижные туманные пятнышки белесого млечного свечения, — составил каталог, включающий координаты уже 103 туманностей (Земля и Вселенная, 1980, № 4, с. 48. — Ред.).

Познакомившись с каталогом Ш. Мессье, содержащим столь значительное число загадочных объектов, а также почти забытыми тогда идеями Т. Райта, Вильям Гершель, еще в недалеком прошлом профессионал-музыкант, а с 1781 года уже известный конструктор новых мощных телескопов, опытный наблюдатель, открывший планету Уран, обратил объектив своего телескопа в безмерную даль мировых пространств с небывало дерзким замыслом — исследовать «строение неба». В течение тысяч лет об этом строили лишь умозрительные догадки. Впервые в эту, казалось недоступную непосредственному исследованию, область вступал наблюдатель.

К началу 1784 года, менее чем за год систематических наблюдений, Гершель открыл почти пять сотен новых и на-

много более слабых, чем в списке Мессье, «млечных» туманностей, а к 1802 году довел их число до 2,5 тысяч! «Млечные» туманности перестали быть экзотической, отчасти даже «мешающей» (1) деталью на заполненном звездами небе, и заявили о себе как существенная, а может быть и главная структурная деталь Вселенной. Дело в том, что при наблюдении в телескопы Гершеля многие туманности из каталога Мессье разложились на звезды, то есть оказались звездными скоплениями, что сразу наводило на мысль о такой же природе всех вообще «млечных» туманностей и об их чудовищной удаленности от нас.

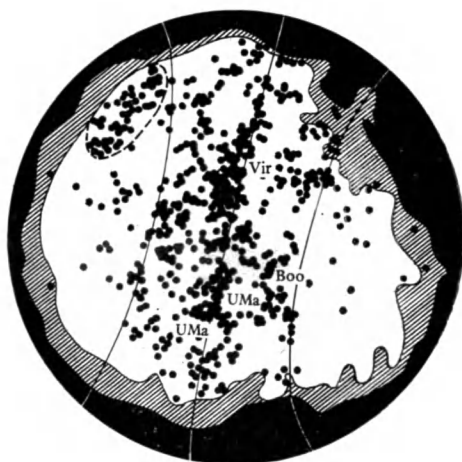
Правда, к 1791 году Гершель убедился, что существуют и другие, истинные туманности — сгустки разреженной самосветящейся материи, постоянно силами тяготения собирающейся к центру, так что в конце концов из туманности может сформироваться или одна звезда, или в случае возникновения нескольких «центров скапливания» целая группа звезд. На этом основании Гершель построил и развил в 1791—1811 годы свою звездно-космогоническую гипотезу, согласно которой звезды продолжают формироваться и в настоящую эпоху. В связи с этим многие «млечные» туманности



- Галактики из каталога Мессье
- ▲ Скопления из каталога Мессье
- Туманность из каталога В. Гершеля
- ▲ Скопления из каталога В. Гершеля

Распределение туманностей на небесной сфере в галактических координатах (по данным каталога Ш. Мессье и наблюдениям В. Гершеля до 1784 года)

с ярким центром, которые он прежде рассматривал как далекие самостоятельные звездные системы-вселенные, Гершель зачислил тогда в разряд близких сгущений диффузной материи. Но в работах 1814—1817 годов он вновь вернулся к мысли, что наименьшие, почти неотличимые от звезд даже в его гигантский по тем временам телескоп (с диаметром зеркала 122 см) туманные объекты, названные им «сомнительными», должны включать и чрезвычайно далекие другие звездные вселенные, которые он еще много лет назад стал называть «млечными путями», введя для нашего звездного мира название «Млечный Путь» с больших букв.



- Зона полного избегания галактик.
- ▨ Зона почти полного избегания галактик.

Экваториальная зона Местного сверхскопления Вокулера (северная галактическая полусфера).

СТРУКТУРА МИРОЗДАНИЯ

Как это нередко бывает в науке, наиболее яркие, глубокие идеи возникают при накоплении необходимого количества фактов. Если фактов слишком мало — для взлета мысли не хватает «горючего». Если же слишком много — главное может замаскироваться частностями или проявляющейся уже сложностью явления. Так отчасти и произошло с представлениями Гершеля о природе всех «млечных» туманностей с яркими центрами после открытия двойственной природы туманностей вообще. Вначале, до 1791 года, еще ничто не затуманивало внезапно открывшейся перед ним грандиозной перспективы: с усилением средств наблюдения резко возрастало число обнаруживаемых в глубинах Космоса «млечных» туманностей, которые он обоснованно счи-

тал далекими системами звезд. Заметим, что в эти годы Гершель считал все звездные скопления и все «млечные» туманности, видимые вне полосы Млечного Пути, самостоятельными звездными системами, различающимися и по величине и по расстоянию от нас.

Гершель не строил карт или диаграмм распределения туманностей, но уже во время наблюдений, отмечая в тиши ночей новые и новые туманности, проходившие в суточном движении перед объективом его неподвижно закрепленного рефлектора (еще не снабженного часовым механизмом), он был поражен крайне неравномерным распределением этих объектов. Вскоре Гершель отметил первую закономерность: туманности распо-

лагались тесными группами, расстояния между которыми были намного больше их поперечников. Затем выявилась и другая закономерность: скопления туманностей вместе с отдельными одиночными туманностями в свою очередь образуют в различных областях неба огромные вытянутые «пласты». Гершель выделил два таких «пласта» — «пласт Рака», который он проследил лишь до созвездия Гидры, и второй — колоссальный, буквально «набитый» туманностями, причем в основном неразложимыми, — «пласт Волос Вероники». Этот «пласт» проходил перпендикулярно Млечному Пути через созвездия Большой Медведицы, Кассиопеи, Андромеды, Северной Рыбы в направлении Кита, а с другой стороны полюса — через созвездия Волос Вероники, Девы, Гидры и Центавра. Видимые большие размеры «пласта» привели Гершеля к заключению, что этот «пласт» наиболее близко подходит к Солнечной системе, а его направление показывало, что подобные «пласты» могут пересекаться.

Гершель отметил и еще одну существенную деталь: «пласт Волос Вероники», хотя и прослеженный тогда лишь на протяжении 30° дуги, проходит по большому кругу небесной сферы. А это, как понимал Гершель, означало, что сам наблюдатель находится в этом «пласте» и одновременно в Млечном Пути! Для Гершеля стало очевидным, что оба «пласта» пересекаются в том месте, где расположена Солнечная система, что весьма его удивило. (В действительности все так и обстоит: мы находимся внутри открытого Гершелем «туман-

ного «пласта» вместе со всей Галактикой.) Но разобраться сразу в соотношении масштабов этих объектов Гершелю было очень трудно. Глубина и населенность звездами Млечного Пути, по первым, хотя и очень заниженным, оценкам Гершеля оказались несравнимо грандиознее, нежели размеры (и количество звезд) тех туманностей Мессье, которые удалось разложить на «звездные кучи». Ведь последние, как теперь ясно, были на самом деле лишь близкими внутригалактическими скоплениями. Поэтому Гершель с полным основанием мог сделать свой первоначальный вывод — о равноправии «пласта» нашего Млечного Пути с целым «пластом» туманностей — «пластом Волос Вероники». Лишь туманность в Андромеде Гершель до 1791 года безусловно относил к системам едва ли не более грандиозным, чем Млечный Путь.

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ИДЕИ ГЕРШЕЛЯ

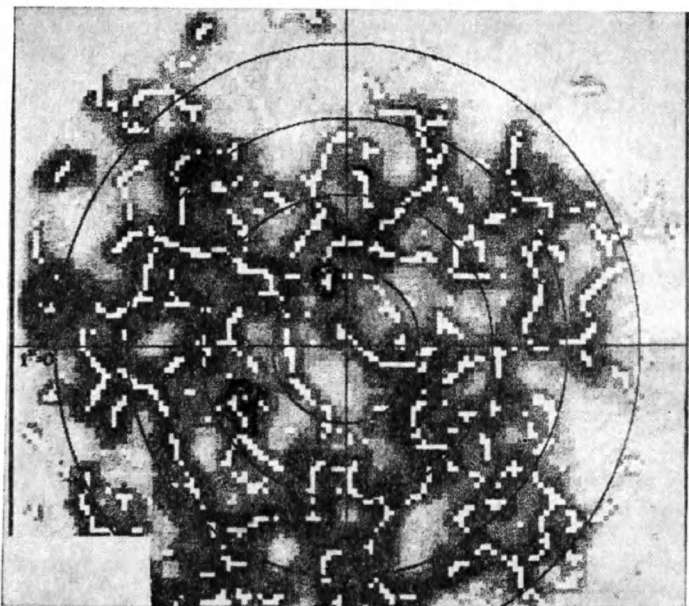
На протяжении всей своей жизни Гершель не раз возвращался к «пласту Волос Вероники», выявляя его следы в новых созвездиях. И в годы, когда вся материя в Космосе представлялась ему сконцентрированной в звездах и их скоплениях, вплоть до огромных систем, и после открытия новой, истинно диффузной природы некоторых туманностей — Гершель много размышлял о процессах эволюции материи в Космосе под действием основной, с его точки зрения, космической силы — гравитации. Гравитация, по мнению Гершеля, вызывала два противоположных процесса эволю-

ции материи: **скапливание** отдельных звезд в кучи и одновременно в более крупных совокупностях звезд могла идти **фрагментация**, поскольку там вероятнее возникновение нескольких «центров скапливания» — областей повышенной плотности. Открытие диффузных туманностей лишь расширило этот процесс, включив в него этап самого формирования звезд. Так, Гершель считал, что и Млечный Путь и «пласт Волос Вероники» могли образоваться в результате расслоения общей родительской «туманности», отчего члены «пласта Волос Вероники» все еще находятся поблизости друг от друга, а Млечный Путь имеет очень сложное клочковатое строение.

Любопытно, что сам образ «пластов» туманностей Гершель, по его словам, почерпнул из «естественной истории» (к которой относили тогда и геологию). Как раз в конце 70-х годов XVIII века в Европе получила широкую известность знаменитая работа петербургского академика П. С. Палласа (1777 г.) об образовании гор, где он выступил родоначальником эволюционных идей в геологии. Паллас в частности сравнил пласты различных пород в Земле с листьями книги, на которых записана ее история. Быть может эти идеи дошли до Гершеля. Во всяком случае, в первых же его обобщениях относительно общей структуры Вселенной слышится отклик на эти эволюционные идеи.

СУДЬБА ОТКРЫТИЯ

Среди колоссального научного наследия Гершеля его выводы, догадки и даже конкрет-



Нитевидная крупномасштабная структура Метагалактики, выявленная по линиям наибольшей плотности видимого распределения галактик в северной галактической полусфере

ные наблюдательные открытия в мире туманностей, безусловно, намного опережали состоявшие научные представления его времени, выходя за рамки общепринятой картины мира, особенно в космологии.

Даже сын Гершеля, Джон Гершель (1792—1871), не поверил в то, что «пласт Волос Вероники» может проходить по большому кругу небесной сферы перпендикулярно Млечному Пути. Но он признавал, что «пласт» — это огромная, бесформенная сверхсистема туманностей. Считая эти туманности самостоятельными звездными системами, Джон Гершель четко заявил, что Млечный Путь — лишь рядовой

член, находящийся на краю этой сверхсистемы.

Обнаруженный Гершелем-отцом «пласт» туманностей перпендикулярный Млечному Пути астрономы XIX и начала XX века не раз снова выявляли или вспоминали о нем. Но при этом никто, за исключением Ф. Араго (1786—1853) и Р. Проктора (1857—1888), не вспоминал о В. Гершеле как его первооткрывателе. И никто вплоть до работ К. Лундмарка и Х. Шепли не пытался объяснить этот пояс туманностей (галактик) как деталь крупномасштабной структуры Вселенной. Особой заслугой Х. Шепли было то, что он вместе с А. Эймз догадался составить в 1932 году каталог ярких галактик до 14,5 звездной величины (именно такой была верхняя граница звездных величин, доступных телескопам Гершеля!). Этот каталог и стал для Ж. де Вокулера ключом к новому обнаружению удивительного пояса внегалактических

туманностей, теперь уже окончательно утвердившихся как далекие галактики. До этого пояс терялся на общем фоне более слабых галактик, которые буквально сотнями тысяч «врывались» в поле зрения астрономов XX века с введением в строй новых мощных телескопов. Используя каталог Шепли—Эймз, Ж. де Вокулер к 1953 году установил существование нашего уплотненного Местного сверхскопления галактик, экваториальная часть которого и видна на небесной сфере как полоса резко повышенной плотности распределения галактик, и которую обнаружил некогда Гершель. В 1959 году Ж. де Вокулер и Я. Оорт (в 1983 году) связали первые шаги в открытии сверхскоплений с именами обоих Гершелей. Но нигде не была отмечена особая роль Вильяма Гершеля как первооткрывателя и экваториальной зоны Местного сверхскопления, и самого эффекта скапливания и сверхскапливания в «мире туманностей».

ГЕРШЕЛЬ И СОВРЕМЕННАЯ КОСМОЛОГИЯ

В истории изучения структуры Вселенной есть и более общий вопрос — о соотношении гершелевых космологических идей и современных общих представлений о крупномасштабной структуре Вселенной.

Первые научные космологические гипотезы Э. Сведенборга, Т. Райта, И. Канта и И. Г. Ламберта, сформировавшиеся в первой половине XVIII века, представляли Вселенную устроенной по образцу Солнечной системы: как совокупность все более сложных систем, члены которых



Астрономические «часы» для биосферы?

Исследования морских отложений, накопившихся за последние 250 млн. лет, свидетельствуют о периодических массовых вымираниях животных и растений, происходивших на Земле каждые 30 млн. лет. Не связаны ли эти катастрофы с какими-либо космическими факторами?

Узнав о «биологических катастрофах», происходивших миллионы лет назад на Земле, астрономы заинтересовались, во-первых, несомненной цикличностью этого явления, характерной скорее для небыстрых космических систем, чем

для изменчивой биосферы Земли. Во-вторых, как показал анализ химического состава горных пород из различных мест нашей планеты, слои с возрастом 65 и 230 млн. лет сильно обогащены редкими для Земли элементами (иридий и др.) (Земля и Вселенная, 1984, № 2, с. 59.— Ред.). С одной стороны, эти эпохи совпадают с моментами двух наиболее сильных «биологических катастроф» (например, 65 млн. лет назад исчезло порядка 70% всех имевшихся тогда на Земле видов, включая динозавров). А с другой стороны, геофизики смогли предложить для своего открытия

только одно объяснение: большое количество редких элементов могло появиться на поверхности Земли, лишь буквально свалившись с неба, то есть выпав на Землю в составе метеоритного вещества, где данные элементы представлены сравнительно обильно. Это уже прямо указывало на связь между космическими явлениями и земной биосферой. Познакомимся немного подробнее с фактами.

Начнем с палеонтологии. Давно известны случаи массового вымирания животных. Происходит это подчас совершенно неожиданно. Так, 65 млн. лет назад на Земле исчезли

обращались вокруг своих все более грандиозных центральных солнц. В усовершенствованном виде подобная модель Вселенной была возрождена в 1908—1922 годы К. Шарлье.

Концепция крупномасштабной структуры Вселенной Гершеля в корне отличается от этой картины. Клочковатые «пласты» туманностей, близко подходящие друг к другу, а то и пересекающиеся, несущие на себе следы общей эволюции космической материи,— все это вовсе не похоже на правильную, почти устойчивую Солнечную систему.

Разумеется, разница между возможностями пионера наблю-

дательной космологии Гершеля и возможностями современной наблюдательной и теоретической космологии огромна. Впрочем, и сам Гершель отдавал себе отчет в предварительном характере своих результатов. В 1784 году он писал: «...Никогда мы не можем быть уверенными, что собрали все факты и провели предельно полные наблюдения, а поэтому, во всяком случае, мы имеем право и даже должны обсуждать хотя бы то, что находится в нашем распоряжении». И действительно, складывающаяся в последнее десятилетие картина Вселенной с ее сетчато-ячеистой и ни-

тевидной крупномасштабной структурой, имеющей явно неустойчивый, временный характер, весьма далека от классической модели Вселенной (см., например, Земля и Вселенная, 1978, № 3, с. 62; 1983, № 5, с. 19). Все это убеждает, что Вильям Гершель — этот великий наблюдатель и мыслитель — не ошибся как в выборе общего «естественно-исторического» подхода к изучению Вселенной, так и в угадывании, а частью и прямом открытии некоторых существенных черт ее крупномасштабной структуры.



динозавры. Канадский палеонтолог Д. Рассел доказал недавно, что процесс этот не был похож на постепенное вымирание животных. Напротив, род динозавров в течение многих миллионов лет непрерывно развивался, становился разнообразнее вплоть до того самого момента, когда практически мгновенно (менее чем за 1 млн. лет!) исчез из земной биосферы навсегда.

О том, что подобные «присшествия» затрагивали всю биосферу Земли, свидетельствует работа американских палеонтологов Д. Рауп и Дж. Секорски (Чикагский университет). Собрав данные об эволюции морских позвоночных, беспозвоночных и простейших, ученые проанализировали временные вариации численности видов и установили, что за последние 250 млн. лет было 9 эпох их интенсивного вымирания. Эти эпохи следовали одна за другой с промежутками примерно в 30 млн. лет. Масштаб явления чрезвычайно велик: в каждую такую эпоху вымирало от 20 до 70% всех существовавших тогда на Земле видов растений и животных. Сами авторы работы воздержались от каких-либо комментариев по поводу причины этого явления, но интерес к проблеме проявили физики.

Предположения, что катастрофические изменения в биосфере могли быть вызваны «небесными» причинами, например резким повышением уровня космической радиации в результате близкой вспышки сверхновой звезды, высказывались и раньше, но отношение к этим идеям было не очень серьезным. Палеонтологи по-прежнему предпочитали искать для биологических катастроф

«земные» причины, связанные с постепенным изменением лика планеты или ее климата. Но в результате последних открытий ученые все чаще стали обращать свой взор «к небу».

Проверить гипотезу о периодической космической «бомбардировке» Земли взялись астрономы и геологи. Так, группа американских исследователей (М. Рампино, Р. Стозерс, У. Альварес и Р. Маллер) изучала распределение возрастов крупных ударных кратеров на поверхности Земли. Брались только кратеры диаметром более 10 км, причем их возраст определялся геологическими методами с точностью не хуже ± 20 млн. лет. К сожалению, таких кратеров на Земле известно немного: с возрастом от 5 до 250 млн. лет — всего 13. Но и эти данные позволили ученым заключить, что крупные космические тела падали на Землю не равномерно, а в виде своеобразных периодических «дождей» с промежутками между ними примерно в 30 млн. лет.

Итак, связь между событиями в нашей биосфере и космической «бомбардировкой» представляется вполне вероятной. А что говорит астрономия о возможности столкновения Земли с крупными космическими телами?

В прошлом году сотрудники Лаборатории реактивного движения Калифорнийского технологического института З. Секанина и Д. К. Еманс исследовали вопрос о близких пролетах и столкновениях ядер комет с Землей. Для этого были использованы данные о всех кометах с вычисленными элементами орбит.

Была рассчитана средняя пространственная плотность

ядер комет в районе земной орбиты и вычислена частота их столкновений с нашей планетой. Средний промежуток времени между столкновениями (с учетом возможной неточности расчета и исходных данных) получился равным 33—64 млн. лет. Но если помимо легко наблюдаемых «активных» ядер комет, испаряющихся при приближении к Солнцу и окутывающих себя гигантским гало с «хвостом», существуют такие «молчаливые» кометные ядра, поверхность которых покрыта тугоплавкими элементами (что делает их практически ненаблюдаемыми), то частота столкновений Земли с ядрами комет должна быть еще выше.

Хотя в связи с биологическими катастрофами ученых интересуют, как мы увидим дальше, столкновения Земли именно с ядрами комет, необходимо отметить, что значительно чаще наша планета должна была сталкиваться с астероидами, орбиты которых пересекают орбиту Земли. Опубликованные в 1979 году расчеты Е. М. Шоэмакера (США) и других показывают, что такие столкновения должны происходить в среднем один раз в 300 тыс. лет. Правда, массы у астероидов, с которыми Земля должна сталкиваться наиболее часто, составляют 10^{15} — 10^{16} г, тогда как у ядер комет, судя по всему, они доходят до 10^{17} — 10^{19} г. Чем может закончиться такая «встреча» для Земли?

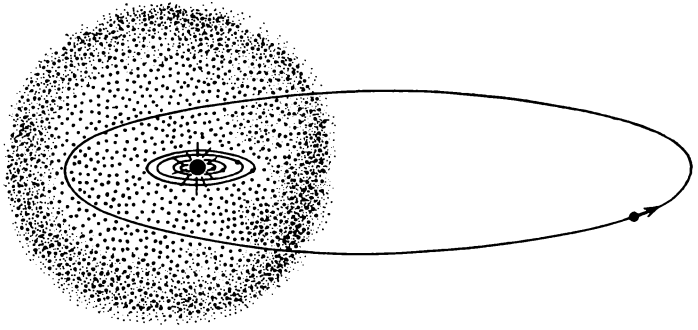
Популяризаторы астрономии любят называть комету «видимым ничто». Действительно, пролет Земли сквозь газовой хвост кометы или даже сквозь ее голову ничем не угрожает обитателям нашей планеты. Но не будем забывать, что твер-

Относительное расположение Солнечной системы, кометного облака Оорта и орбиты гипотетического спутника Солнца — Немезиды

дая часть кометы — ее ядро — это, по современным представлениям, глыба грязного льда размером 0,1—10 км, этаким космический айсберг, который вполне заслуживает названия «невидимое нечто». И хотя увидеть твердое ядро кометы очень трудно, его столкновение с Землей будет вполне ощутимым.

Скорость этой «встречи», в зависимости от формы кометной орбиты, может колебаться от 11 до 72 км/с. При скорости 67 км/с кинетическая энергия одного грамма вещества (любого вещества, в том числе и кометного льда) эквивалентна энергии взрыва полукилограммовой толовой шашки. А масса кометного ядра — миллиарды тонн! Даже если мы рассмотрим самый «скромный» вариант встречи, он поразит наше воображение. Так, у тела с массой 10^{14} г, летящего относительно Земли со скоростью 45 км/с, запас кинетической энергии составляет 10^{27} эрг, что в несколько раз превышает энергию всех ядерных боеприпасов, накопленных в арсеналах человечества.

Конечно, такие неприятные встречи происходят не часто, но «шрамы» на поверхности Земли остаются от них замет-

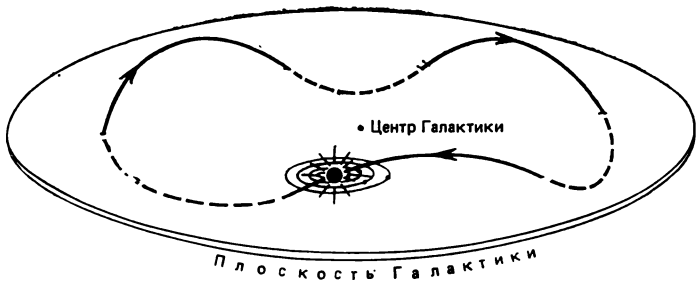


ные: известны ударные кратеры диаметром до 100 км. Как выглядели эти столкновения? Возможно, некоторые из них напоминают Тунгусское явление 1908 года. Сейчас некоторые ученые пытаются представить себе столкновение с кометой, анализируя последствия взрывов ядерных бомб. Безусловно, вещество кометы не радиоактивно, и при взрыве не возникает проникающего гамма-излучения. Зато, как и при ядерном взрыве, в атмосферу Земли на большие высоты выбрасывается огромное количество пыли, которая, поглощая солнечное излучение, может серьезно изменить климат на всей планете. Нечто подобное происходит на Марсе во время глобальных пылевых бурь: солнечное излучение «задерживается» пылью в верхних слоях атмосферы, в результа-

те чего температура поверхности планеты значительно понижается.

Если ядро кометы упадет в океан, то последствия тоже окажутся серьезными: в атмосферу будет выброшено большое количество водяного пара — хорошего поглотителя инфракрасного излучения. Из-за возникающего при этом парникового эффекта может наступить перегрев поверхности Земли; сходную ситуацию мы наблюдаем сейчас на Венере. Не исключено также, что в состав кометного ядра входят ядовитые летучие компоненты. В общем столкновение с крупным ядром кометы может оказать серьезное воздействие на эволюцию жизни на Земле. Но можно ли найти причину для периодического выпадания массивных космических тел на Землю? Для астероидов тяжю

Галактическая орбита Солнца. Размах колебаний значительно увеличен для наглядности



причину найти не удастся, а для ядер комет их было предложено даже несколько (вот почему именно кометные «дожди» были названы в качестве виновников биологических катастроф). Так что же является, образно говоря, «маятником» астрономических «часов»?

Группа калифорнийских ученых считает, что в Солнечной системе есть еще одна небольшая звезда — спутник Солнца. Она уже заочно получила название Немезида. Двигаясь по сильно вытянутой орбите, эта карликовая звезда большую часть времени находится вдали от Солнца и поэтому трудна для обнаружения. Но, пролетая через перигелий своей орбиты, эта гипотетическая звезда могла бы возмущать движение долгопериодических комет и приводить к их интенсивному проникновению во внутреннюю часть Солнечной системы. Параметры орбиты такой звезды можно предсказать довольно точно. Орбитальный период задан нам палеонтологическими данными: $P=30$ млн. лет. Воспользовавшись третьим законом Кеплера, мы сразу же найдем большую полуось орбиты: $a=1$ а. е. $\times P^2=10^5$ а. е. Основная масса долгопериодических комет, как сейчас считается, заполняет вокруг нашей планетной системы сферическую оболочку радиусом $2 \cdot 10^4$ а. е. (облако Оорта). Очевидно, таким или меньшим должен быть перигелий орбиты Немезиды, чтобы она в своем движении пересекала кометное облако. Тогда афелий орбиты расположен на расстоянии, примерно равном $2a=2 \cdot 10^5$ а. е. от Солнца, а эксцентриситет орбиты Немезиды превышает 0,8.

Каковы должны быть физи-

ческие параметры Немезиды? Авторы гипотезы считают, что ее масса от $2 \cdot 10^{-4}$ до $7 \cdot 10^{-2}$ солнечной, то есть что-то среднее между Сатурном и красным карликом. Обнаружить такой объект нелегко, тем более, что сейчас он должен находиться вблизи афелия орбиты (последняя «биологическая катастрофа» произошла на Земле 11 млн. лет назад — это почти половина орбитального периода спутника). Определенные надежды на поиск далекого спутника астрономы связывают с быстро прогрессирующей техникой инфракрасных наблюдений. Ну а может ли существовать такой спутник у Солнца с точки зрения небесной механики? Прежде всегостораживает большое значение афелия: $2 \cdot 10^5$ а. е. ≈ 1 пк — это половина расстояния до ближайших звезд. Но расчет показывает, что ни возмущения со стороны ближайших звезд, ни со стороны общего гравитационного поля Галактики не смогут сразу оторвать такой спутник от Солнца. И все же у него есть один серьезный «враг» — массивные облака межзвездного газа, пролетающего в среднем один раз за $(2-3) \cdot 10^8$ лет рядом с Солнечной системой. Именно они представляют главную опасность для далекого спутника Солнца и легко могут оторвать его от нашей Солнечной системы. Косвенное подтверждение этому выводу астрономы нашли, заглянув в каталоги двойных звезд: оказалось, что полуоси орбит двойных звездных систем практически никогда не превосходят $2 \cdot 10^4$ а. е. По-видимому, более широкие звездные пары не выдержали возмущений со стороны массивных газовых об-

лаков. Но кто знает, может быть гипотетический спутник Солнца лишь недавнее наше «приобретение», этаким «гастролер» на 100 млн. лет? Впрочем, как показали расчеты, в течение этого времени движение Немезиды будет иметь неправильный характер. Под действием приливных возмущений со стороны ближайших звезд и Галактики в целом спутник Солнца будет постоянно менять параметры своей орбиты. Поэтому моменты его пролета через перигелий не будут отстоять друг от друга на равные промежутки времени — Немезида оказалась плохим «хронометром».

Вторая группа американских ученых связывает периодические кометные «дожди» с колебаниями Солнечной системы относительно плоскости Галактики. За один оборот вокруг галактического центра Солнце успевает совершить 3 таких колебания, 6 раз пересекая плоскость Галактики. Промежуток между этими событиями как раз составляет около 30 млн. лет. Моменты предыдущих пролетов Солнца сквозь галактическую плоскость плохо согласуются с моментами «биологических катастроф».

Каким же образом пролеты сквозь галактическую плоскость могут приводить к кометным «дождям»? Колебания Солнца относительно плоскости Галактики имеют амплитуду около 70 пк. Основная же доля облаков межзвездного газа расположена не далее 40 пк от галактической плоскости. Поэтому, пересекая плоскость Галактики, Солнце значительно чаще встречает на своем пути газовые облака, чем находясь над ней. Гравитационные возмущения со стороны даже не



Еще раз об усовершенствовании зрительной трубы «Турист»

Известный читателям из предыдущей публикации метод повышения увеличения оптической системы с помощью дополнительного окуляра (Земля и Вселенная, 1984, № 4, с. 84.—Ред.) имеет ряд недостатков: ухудшается качество изображения, что связано с введением дополнительных элементов, увеличиваются потери света из-за отражения от поверхностей вводимых линз, заметно растут вес и габариты всего инструмента. Существует и другой способ повышения увеличения зрительных труб — путем изменения воздушных промежутков между оптическими компонентами системы. Рассмотрим этот метод на примере усовершенствования зрительных труб «Турист-1» и «Турист-4» (диаметр объектива 30 мм, увеличение $10\times$) или

«Турист-2» и «Турист-3» (диаметр объектива 50 мм, увеличение $20\times$).

В трубах этого типа коллективная линза собирает лучи, прошедшие через объектив, что позволяет уменьшить габариты трубы. Две линзы оборачивающей системы строят прямое изображение предмета в фокальной плоскости окуляра. Металлические трубки, разделяющие все линзы, определяют размеры воздушных промежутков между оптическими компонентами. Весь блок выдвигается из корпуса и фиксируется на заданном расстоянии от объектива.

Как показывают расчеты, если изменить воздушные промежутки между оптическими компонентами определенным образом, то можно увеличить эквивалентное фокусное рас-

стояние системы. Это приводит к увеличению масштаба изображения объекта в фокальной плоскости окуляра. Причем качество изображения при этом практически не изменяется.

Рассмотрим случай, когда изменение воздушных расстояний между линзами даст максимальное повышение увеличения, то есть когда трубы «Турист-2» и «Турист-3» дадут увеличение $60\times$.

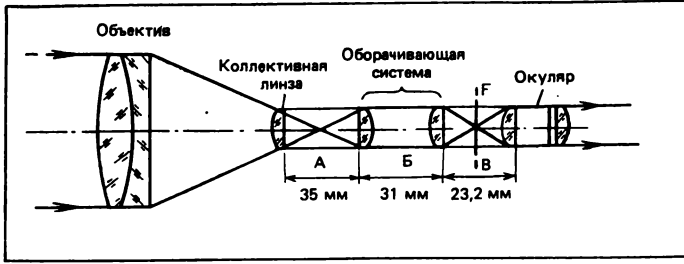
Следует сказать, что изменение расстояния между линзами оборачивающей системы приводит к смещению фокальной плоскости. Если это расстояние уменьшить, фокальная плоскость сместится в сторону объектива. С другой стороны, уменьшение расстояния между коллективной линзой и первой линзой оборачивающей системы приводит к обратному ре-

очень массивных облаков вполне могут вызвать изменения кометных орбит и, как следствие этого, кометные «дожди». Но, поскольку встреча с облаками происходит в общем случайно, мы не вправе требовать точного совпадения моментов «биологических катастроф» с моментами пересечения Солнечной системой галактической плоскости. Для на-

дежного обоснования этой гипотезы требуется прежде всего уточнить параметры галактического движения Солнца, а также распределение вещества вблизи плоскости нашей Галактики.

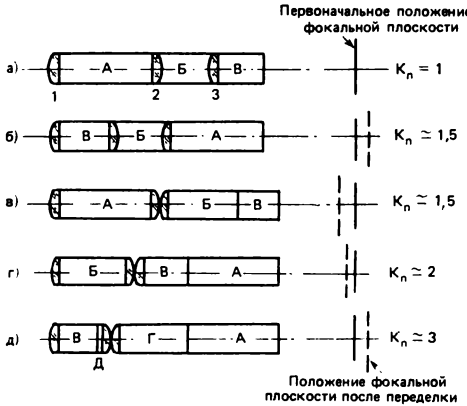
Мы не станем сейчас более детально рассматривать выдвинутые гипотезы. Разумеется, они содержат некоторые противоречия, а эксперименталь-

ный материал еще нуждается в дополнении и однозначной интерпретации. Работы в этой области по существу только начинаются. Но интерес к проблеме очень велик. Родившись на стыке нескольких естественных наук, она обещает привести нас к более глубокому пониманию механизмов влияния космоса на земную биосферу.



Оптическая схема зрительной трубы «Турист»

Варианты перестановки линз и изменения воздушных промежуточных для трубы «Турист» (K_n — коэффициент повышения увеличения трубы)



зультату: расстояние между фокальной плоскостью и объективом увеличивается. Чтобы вернуть в первоначальное положение сместившуюся в результате перестановки линз фокальную плоскость, от трубки Б надо отпилить кольцо так, чтобы оставшаяся часть имела длину $25 \pm 0,2$ мм (назовем ос-

тавшаюся часть трубкой Г). Отпиленное кольцо уменьшим до размеров $0,8-0,9$ мм (это будет кольцо Д) и удлиним с его помощью трубку В. Длину трубок А и Б оставим без изменений. Если имеется возможность, то трубки лучше выточить на токарном станке из дюраля. Внутреннюю по-

верхность изготовленных трубок необходимо покрасить черной масляной краской, добавив в нее сажу или скипидар.

В рассматриваемой схеме компоненты оборачивающей системы касаются выпуклыми поверхностями, что, конечно же, недопустимо. Поэтому между ними необходимо поместить дополнительное кольцо, которое обеспечило бы небольшой воздушный зазор.

Для компенсации близорукости или дальновидности глаза наблюдателя предусмотрено смещение окуляра в небольших пределах (на окуляре нанесена диоптрийная разметка). У переделанной трубы эта разметка уже не будет соответствовать первоначальной. Поэтому для близорукого глаза необходимо ширину кольца Д уменьшить на $0,1-0,2$ мм, но делать это надо постепенно, путем нескольких проб.

Зрительная труба с увеличением $30\times-60\times$ и угловым разрешением $3''-5''$ имеет небольшое поле зрения ($1^\circ-2^\circ$). Для работы с такой трубой необходимы устойчивый штатив и гид.



Новые книги

Климат на нашей планете

Научно-популярная книга К. С. Лосева «Климат: вчера, сегодня... и завтра?» (Л.: Гидрометеиздат, 1985) посвящена острой и злободневной проблеме климата на нашей планете. Книга состоит из десяти небольших глав. В первой автор знакомит читателя с историей изучения климата,

начиная с Аристотеля. О становлении климатологии как науки, о международных и национальных научных программах исследования климата и о климатической системе Земли можно узнать из второй и третьей глав. Каков был климат Земли в прошлом? Какую роль сыграли оледенения, неоднократно случавшиеся в истории Земли? Как климат повлиял на становление и развитие homo sapiens — человека разумного? На все эти вопросы дается ответ в четвертой, пятой и шестой главах

книги.

Особенности современного климата — тема седьмой главы. Используя обширный фактический материал, автор рассказывает о его аномалиях, обсуждает различные гипотезы, объясняющие эти аномалии. В восьмой и девятой главах излагается современное состояние вопроса о возможности прогнозирования климата, об изменении его в будущем, особенно под влиянием хозяйственной деятельности людей.

Заключительная десятая



Космические снимки — школьникам

Расширяются масштабы космических исследований, совершенствуются методы изучения земной поверхности из космоса. А нельзя ли использовать достижения космического земледования, видеоинформацию, получаемую с орбиты, в обучении школьников? Ведь на снимках Земли, полученных из космоса, хорошо видны облачные образования, тайфуны и пыльные бури, зоны действия пассатов и муссонов. Видны горы и равнины, реки и озера, зоны активной эрозии, растительный покров... Если рассматривать серию последовательно сделанных космических снимков Земли, можно проследить динамику таких процессов, как формирование

фронтальных разделов воздушных масс, развитие циклонов, образование и стаяние снегового и ледового покровов и так далее. В сочетании со схемами, картами и наземными снимками это открывает совершенно новые возможности в обучении школьников, помогает раскрыть сущность многих геофизических понятий. Детям присуще конкретно-образное мышление, и космическая фотоинформация позволяет формировать зрительные образы многих объектов и явлений, которые никакими другими средствами создать невозможно.

Ученые давно уже оценили преимущества космической фотоинформации как серьезного подспорья в решении многих научных и народнохозяйственных задач. Но в обучении школьников она, к сожалению, пока почти не используется, хотя многим сегодняшним школьникам суждено стать специалистами в тех направлениях науки и народного хозяйства, которые рождаются в наши дни именно под влиянием космических исследований. И готовить кадры будущего надо сегодня, готовить путем приобщения школьников к новым достижениям науки, в частности космического земледования. Справедливо говорят: будущее должно быть в руках учителя сегодня, иначе оно не состоится!

Уже много лет я провожу экспериментальные факультативные занятия по курсу «Космическое земледование». Эти занятия вызывают большой интерес у школьников среднего и старшего возраста. Они увлеченно работают с космическими снимками, мозаическими монтажами, космическими фотокартами. В процессе работы с материалами такого рода у школьников формируется особое восприятие земной поверхности, так сказать «космическое видение». Они стремятся анализировать наблюдаемые объекты и явления, проникнуть в их сущность.

Для проверки эффективности использования космических снимков в обучении школьников была проведена опытно-экспериментальная работа, которая проводилась в специально выделенных для этого школах двадцати областей, краев и автономных республик. Всеобщее участие приняло участие около 10 тыс. учеников IV—VII классов из школ различных зон страны. Большое число учащихся и учителей, принимавших участие в работе, обеспечило высокую надежность эксперимента, результаты которого впоследствии обрабатывались на ЭВМ. Поскольку начальный курс физической географии в V классе весьма показателен по использованию различных средств наглядности, то мы и рассмот-

глава книги — своеобразная «конференция круглого стола», где свое мнение о климате и его возможных изменениях высказывают известные ученые-климатологи. Мнения эти различные, но сходятся в одном: необходимо выработать определенную стратегию действий, которая помогла бы человечеству избежать негативных последствий возможного изменения климата.



Один из экспериментальных плакатов

рим в качестве примера данные эксперимента именно по V-му классу (аналогичные результаты получены и по другим классам).

В конце первого полугодия пятиклассников, например, спрашивали о способах изучения Земли и роли искусственных спутников в этом, о изображении земной поверхности,

о водной и ветровой эрозии почв, о виде равнин и гор и способах их изображения на картах. Во втором полугодии контрольные работы включали вопросы, относящиеся к атмосфере и водной поверхности земного шара, к особенностям водного питания рек и современного оледенения, к способам предсказания погоды и так далее.

Анализ полученных результатов позволяет утверждать,

что содержание космической фотоинформации и методику ее использования учителя осваивают уже в течение первого года работы. Эксперимент показал также, что систематическое применение космических снимков в комплексе с другими учебно-наглядными пособиями активизирует творческую мысль учителей географии, побуждает их использовать современные достижения науки в обучении школьников. В свою очередь повышается интерес учащихся к физико-географическим знаниям, растет престиж географии среди других дисциплин. Школьники активнее работают на таких уроках, и, как следствие, их знания по многим разделам науки о Земле становятся глубже и прочнее.

Число учеников, правильно и полно ответивших на вопросы проверочных работ в контрольных школах, где преподавание велось с применением традиционных учебных пособий, равно 1—4%. В школах, где космическая фотоинформация использовалась только один год, отмечалось незначительное увеличение количества правильных ответов, поскольку учителя еще не в полной мере овладели материалом. В школах же, где она применялась два года, число учащихся, дающих правильные и полные ответы на вопросы проверочных работ, увеличивается до 10—20%. Там же, где работа с применением космической фотоинформации проводится в течение трех лет, это число возросло еще в полтора — два раза. Примерно так же увеличивается количество неполных, но в основном правильных ответов. В итоге более половины всех школь-

ников дают вполне удовлетворительные ответы на предлагаемые вопросы. Очень важным и положительным результатом эксперимента стала активизация слабых учеников. Если в контрольных школах 10—20% учащихся вовсе не могли ответить на вопросы проверочных работ, то в школах, где в течение трех лет применялась космическая фотоинформация, практически все хорошо справились с заданием. При этом значительное число учеников, ранее не проявлявших интереса к географии, увлеклись этой наукой, стали активными участниками школьных географических кружков. Любопытно отметить, что при продолжении эксперимента показатели, полученные для школ третьего года работы, существенно не изменились. По-видимому, на третьем году применения космической фотоин-



формации учителя получают из нее все, что она может дать, а дает она, как видно из сказанного, немало.

Особенно эффективна космическая фотоинформация в изучении таких понятий, зрительный образ которых никакими другими средствами создать невозможно. Например, в IV классе школьники знакомятся с Землей как планетой Солнечной системы. Зрительное представление о Марсе,

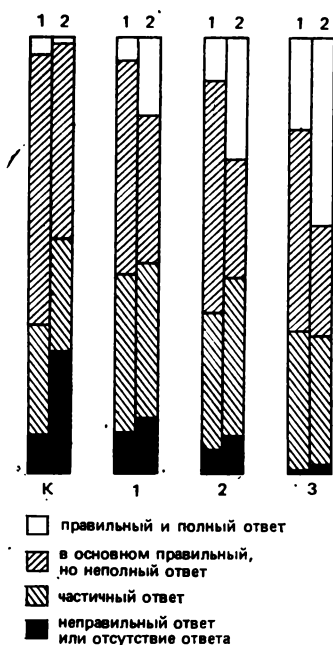
Факультативные занятия по космическому землеведению. А. Афанасьев и Е. Кирсанова (школа № 503) работают с фотоизображениями земной поверхности, полученными в инфракрасной области

Шестиклассник В. Нестеров (школа № 839) рассказывает о природе и климате Европы, пользуясь космическими фотокартами



Сатурне, других планетах можно получить по фотоснимкам, сделанным с помощью телескопов. А как создать зрительный образ Земли? Ведь глобус — это лишь условная модель земного шара и не отражает ее естественного облика. Только глобальные космические снимки могут дать объективный зрительный образ нашей планеты. А когда «портрет» Земли ставится в один ряд с фотоснимками других планет, это для четвероклассников оказывается лучшим аргументом в пользу учения о Земле как планете.

Шестиклассники на уроках географии получают представление об общепланетарной циркуляции атмосферы Земли. Учителя рисуют мелом на классных досках схемы, ста-



Диаграмма, показывающая эффективность использования космических снимков в обучении школьников. Пятиклассники отвечали на вопросы: «Каков вид морской поверхности земного шара в зимнее и летнее время?» (1 вариант) и «Каково значение ИСЗ в исследовании Земли» (2 вариант) К — контрольные школы, 1 — школы, где эксперимент проводился 1 год, 2 — 2 года, 3 — 3 года

раются понятнее объяснить, что написано в учебнике. Но здесь явно не хватает зрительного образа. Такой образ общепланетарной циркуляции земной атмосферы создает документально точный, предельно выразительный знаменитый «зондовский» снимок Земли.

В VII классе изучают возникновение, развитие и пере-

мещение циклонов. В школьном учебнике и методическом пособии для учителей даются замысловатые схемы, на уроках учителя стараются, чтобы у школьников по описанию сложилось правильное представление о циклоне. Тем не менее учащиеся воспринимают циклон как «вихрь, который крутит бумажки на улице». Но стоит показать фотоизображение циклона с нанесенной градусной сеткой и контурами основных образований земной поверхности, как вместо «вихря» в сознании школьников возникает образ гигантского вихревого движения воздуха с грандиозной облачной системой. Теперь уже гораздо эффективнее работают и схемы. Подобных примеров можно привести десятки.

На кружковых занятиях, где педагог и учащиеся не лимитированы временем, гораздо больше возможностей для использования космических снимков в углубленном изучении тех или иных объектов и явлений земной природы. Интересно проходят, например, практические занятия по дешифрированию космических снимков, объяснению изображенных на них явлений. При этом школьники гораздо лучше воспринимают изучаемый материал, ведь на снимках они видят земную поверхность, как сами говорят, «глазами космонавтов». Особенно это заметно при сопоставлении учащимися космических фотоизображений земной поверхности с наземными снимками и картами учебных атласов. Школьники охотно делают доклады-рефераты по различным темам, используя космические снимки. К своим выступлениям они великолепно оформляют

схемы и таблицы.

Все это помогает и в решении задач формирования мировоззрения, так как воочию убеждает учащихся в безграничных познавательных возможностях человечества, в объективности диалектико-материалистических представлений об окружающем нас мире. Уже имеются и первые успехи в профориентации школьников на «космические» специальности.

Космическая фотоинформация о природе земной поверхности — материал, который уже в скором времени позволит усовершенствовать учебно-наглядные пособия не только по физической географии, но и по смежным дисциплинам. Это можно сделать, включив космические снимки в учебники и учебные атласы, выпустив специальные альбомы, плакаты, серии диапозитивов и других пособий.

Успехи космических исследований оказывают все большее влияние на сознание людей, происходит переосмысление и переоценка традиционных представлений и важно, чтобы общеобразовательная школа не отстала в этом.

Из истории Одесского отделения ВАГО

Одесское отделение ВАГО создано одним из первых — в начале 30-х годов, когда формировалось Всесоюзное астрономо-геодезическое общество. Однако любительское астрономическое движение зародилось в Одессе значительно раньше: еще в 1902 году в городе была создана первая народная обсерватория. Спустя 15 лет (в декабре 1917 года) состоялось первое общее собрание Одесского отделения Русского общества любителей мироведения (РОЛМ), которое и явилось предшественником созданного впоследствии Одесского отделения ВАГО. Членами Одесского отделения РОЛМ были академик В. П. Глушко, член-корреспондент АН СССР Д. Д. Максутов, а также известные астрономы Н. Ф. Флоря и В. П. Цесевич. Сложившиеся в период работы РОЛМ замечательные традиции общества были переданы новому отделению ВАГО.

В этой статье мы напомним о некоторых событиях из истории Одесского отделения ВАГО, относящихся преимущественно к первым двум десятилетиям его существования.

В марте 1920 года один из основателей РОЛМ С. В. Муратов предложил построить в Одессе «мироведческую обсерваторию». Правда, в городе уже работали две народные обсерватории, но они не могли удовлетворить запросы чле-

нов РОЛМ. Предложение было с энтузиазмом принято и в 1924 году из Ленинграда в Одессу был доставлен 12-дюймовый рефлектор. Зеркало для телескопа подарил С. В. Муратов, перешлифовал его Н. Г. Пономарев, различные детали для телескопа изготавливались в мастерских и на заводах Ленинграда на средства, собранные любителями астрономии всей страны.

Для Южной обсерватории выделили участок в парке имени Т. Г. Шевченко рядом с университетской обсерваторией. Однако средств для оплаты строительных работ не было, и тогда одесские энтузиасты своими силами построили временный павильон. Верхняя часть павильона была выполнена из фанерных щитов, которые заменяли вращающийся купол. В этой работе наряду с другими участвовал председатель коллектива наблюдателей, будущий академик, а в то время слесарь Одесского арматурного завода, В. П. Глушко. Астрономические наблюдения В. П. Глушко начал с 1922 года. Тогда его избрали председателем кружка молодых мироведов, руководил кружком студент университета В. А. Мальцев. Строительство Южной обсерватории завершилось лишь в мае 1930 года, а пока наблюдения велись во временном помещении. В ночь с 3 на 4 января 1924 года

В. П. Глушко вместе со своим помощником отметил 400 метеоров потока Квадрантид, а 25 мая того же года во время великого противостояния Марса он зарисовал темный залив в Южной полярной шапке.

В 1924 году из Ленинграда приезжают В. П. Цесевич и Г. А. Ланге и сразу же подключаются к работе. На привезенном ими телескопе они проводят 20 000 наблюдений переменных звезд, в основном цефеид, и тогда же открывают две новые переменные звезды.

18 ноября 1933 года состоялось первое заседание вновь созданного Одесского отделения ВАГО (Земля и Вселенная, 1972, № 5, с. 71.— Ред.). Председателем совета Одесского отделения общества был избран профессор А. Я. Орлов, профессор И. Д. Андросов возглавил геодезическую секцию общества. Членами совета стали: Р. Л. Дрейзин, Б. В. Новопашенный, Д. Ф. Каминский, Я. Д. Брун. Организационная группа состояла всего из 17 человек. Астрономическая секция Одесского отделения ВАГО была организована из числа членов общества РОЛМ, которое продолжало работать в Одессе вплоть до Великой Отечественной войны. Наблюдения проводились в 1-й Одесской астрономической обсерватории (так стала называться Южная обсерватория) и в двух

народных обсерваториях, которые в 1936 году перешли в ведение университета и школы № 50. В 1-й народной обсерватории находился 6-дюймовый рефрактор Барду с часовым механизмом, в школе № 50 — 5-дюймовый рефрактор Рейнфельдера и Гертеля.

С марта 1937 года при отделении ВАГО начала работать мастерская, которая помещалась в школе № 50. Мастерская производила солнечные часы, армиллярные сферы, гироскопы, теллурии. Образец солнечных часов был разработан Б. В. Новопашенным. Д. Д. Максотов прислал чертежи и описание школьного рефрактора.

В 1938 году впервые вышел в свет «Бюллетень 1-й Одесской астрономической обсерватории». Отделение ВАГО издало карту звездного неба, брошюру, посвященную Пулковской обсерватории.



Член-корреспондент АН УССР Владимир Платонович Цесевиц (1907—1983).

В течение 37 лет В. П. Цесевиц был председателем совета Одесского отделения ВАГО



Александр Яковлевич Орлов (1880—1954) — почетный председатель Одесского отделения ВАГО

Война нанесла огромный ущерб Одесскому отделению. Инструменты бывших народных обсерваторий были увезены в Германию, при бомбежке сгорела канцелярия мастерской. Однако основную документацию и инвентарь сотрудникам обсерватории университета удалось сохранить. Сохранился рефрактор Цейса, 12-дюймовый рефлектор, библиотека, образцы продукции мастерской.

После войны работа Одесского отделения ВАГО возобновилась в июле 1945 года. На отчетно-выборном собрании 2 марта 1946 года председателем совета Одесского отделения ВАГО был избран профессор В. П. Цесевиц (Земля и Вселенная, 1984, № 4, с. 58.— Ред.).

В 1946 году здание и инструменты 1-й астрономической обсерватории были переданы обсерватории Одесского университета, а сотрудники приняты в штат этой обсерва-

тории. Состав отделения насчитывал в то время 50 человек. Астрономическую секцию возглавил доктор физико-математических наук К. Н. Савченко.

В 1952 году в Одесском отделении ВАГО организована секция мореходной астрономии, которая была призвана объединить штурманский состав флота. В марте 1955 года вновь был создан коллектив наблюдателей. Любители астрономии делали зарисовки Марса во время противостояния 1956 года, используя для этого 12-дюймовый рефлектор бывшей Южной обсерватории РОЛМ. На рефракторе Штейнгеля члены коллектива регулярно наблюдали Солнце, проводились также исследования переменных звезд, визуально наблюдались метеоры, а позже искусственные спутники Земли. В 1957 году любители астрономии опубликовали пять заметок в научных изданиях.



Академик Валентин Петрович Глушко, в 20-е годы возглавлявший коллектив наблюдателей Одесского отделения РОЛМ

Этими работами руководили: доцент университета Б. В. Новопашенный, старший научный сотрудник обсерватории Р. Л. Дрейзен, доцент И. С. Астапович (впоследствии профессор Киевского университета). Геодезическая секция Одесского отделения ВАГО активно работала под руководством преподавателя университета Я. Д. Макаручей и О. Я. Лебедевой.

Одесское отделение ВАГО поддерживало тесную связь с иногородними членами ВАГО. В 1957 году в селе Новая Прага Кировоградской области под руководством учителя Ю. Е. Мигача была построена школьная обсерватория и организован астрономический кружок, ставший впоследствии коллективным членом Одесского отделения ВАГО. В 1959 году отделение насчитывало уже 150 ча-

ких членов.

Собрания Одесского отделения ВАГО, на которые также приезжали иногородние любители, всегда созывали большую аудиторию. Душой дискуссий всегда был В. П. Цесевич. В его выступлениях постоянно звучали новые идеи и проблемы. В дискуссиях активно участвовали и бывшие в те годы аспирантами В. М. Григорьевский и В. К. Абалакин.

В парке имени Т. Г. Шевченко открылся «Клуб занимательных путешествий в космос», проводились астрономические вечера вопросов и ответов, на которых победителям вручались призы. На одном из таких вечеров столяру плодовоощного комбината И. С. Бараненко вручили приз, а в дальнейшем он получил премию Академии наук СССР за на-

ходку метеорита «Одесса»¹.

В 1958 году близ Одессы, в селе Маяки, началось строительство наблюдательной базы Одесской обсерватории. Как и в 20-е годы, в этом строительстве любители принимали живейшее участие. Сейчас наблюдательной базой в Маяках пользуются любители многих городов страны.

¹ Интересна история этой находки. Бараненко увлекался астрономией и давно мечтал найти метеорит. В 1965 году во время велосипедной прогулки в окрестностях Одессы он обратил внимание на камень, напоминавший зачерствелый круглый хлеб. Исследование, проведенное в Комитете по метеоритам в Москве, показало, что это метеорит. Он получил название «Одесса».

Аномалии мантии Земли и полезные ископаемые

Известно, что мантия Земли по составу и строению неоднородна. И это ее свойство, оказывается, связано с содержанием в ней полезных ископаемых. Ф. Я. Корытов (Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов) изучил зависимость рудоносности регионов от неоднородностей в мантии. В глобальных минерагенических поясах (области, где размещаются месторождения) земная кора и мантия весьма аномальны — в них чередуются зоны уплотненного и разуплотненного вещества. Проекция «кусков» аномальной мантии (особенно ее краев) на поверхность Земли в таких поясах, как правило, соответствует территориям с макси-

мальным количеством месторождений (меди, молибдена, флюорита, а также карбонатов и кимберлитов). Именно таков Восточно-Африканский минерагенический пояс, расположенный над одноименной рифтовой системой, образующей аномалию в мантии. Подобная аномальная область отмечается под Аравийским полуостровом и Кавказом, так что по существу устанавливается единая Восточно-Африканско - Аравийско - Кавказская зона аномальной мантии, а над ней — на поверхности Земли — располагается минерагенический пояс.



Лучше всего изучена Центрально-Азиатская область аномальной мантии. Оказалось, что проекция ее на поверхность Земли соответствует обширной провинции термальных вод, а краевые ее части совпадают на поверхности с системами рудных поясов в Прибайкалье, Забайкалье, Горном Алтае, Южной Якутии, Монголии. Породы здесь отличаются повышенным содержанием щелочей, воды, фтора, разновозрастными и разнотипными месторождениями железа, олова, цинка, молибдена, флюорита и других полезных ископаемых. Здесь же располагаются все известные в этом регионе месторождения криолита и массивы флюоритоносных карбонатов. Интересно, что флюорит и криолит здесь содержат золото и платиноиды.

Доклады АН СССР, 1985, 282, 1

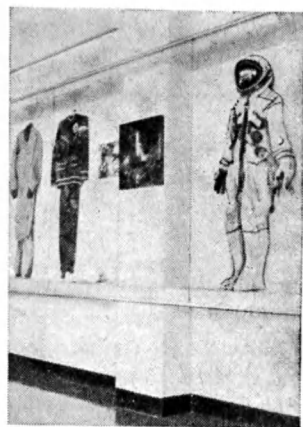


«Жизнь на орбите»

Так называется новая экспозиция, открывшаяся в Государственном музее истории космонавтики в Калуге. Здесь много предметов и вещей, побывавших в космосе. Посетители могут увидеть голубой тренировочный костюм космонавтов, темно-синий полетный костюм, белый скафандр со шлемом, оранжевый гидрокombineзон... Экспозицию предваряет большое панно — парящая в пространстве фигура космонавта, устремленная к кольцу зодиакальных созвездий. А начинается выставка с показа «космического меню». Читаем сопроводительный текст: «Для нормальной жизнедеятельности человек должен ежедневно потреблять: 700 г

пищи с калорийностью 3000—3300 ккал, 800 г кислорода, 2500 г питьевой воды». Казалось бы, не так уж много. Но это по земным меркам. А ведь там, в космосе, каждый лишний грамм веса оборачивается дополнительными затратами горючего, увеличением объема корабля. И все же космонавт должен быть обеспечен всем необходимым...

«Космическое меню», представленное в экспозиции, весьма своеобразно. Мы уже привыкли, что все продукты для космических путешествий помещаются в специальные тюбики. Но таких тюбиков на выставке почти и нет. Дело в том, что традиционное жидкое питание сейчас заменено на своеобразный «сухой» паек. Впрочем, питаться всухомятку космонавтам не приходится. Пакеты с разноцветными по-



Одна из витрин экспозиции: (справа налево) скафандр, полетный костюм, тренировочный комбинезон

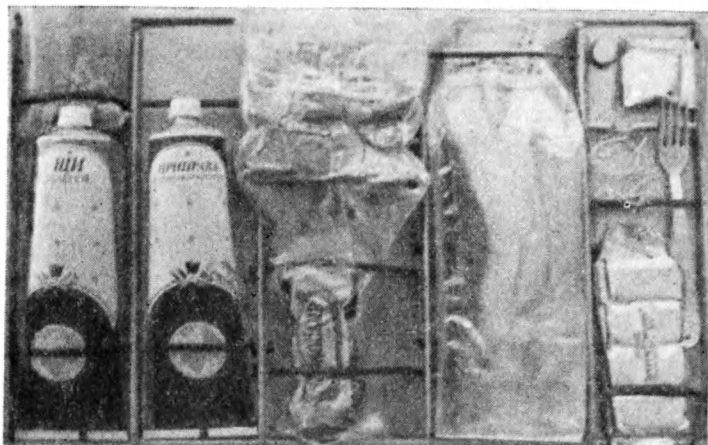
Начало экспозиции музея



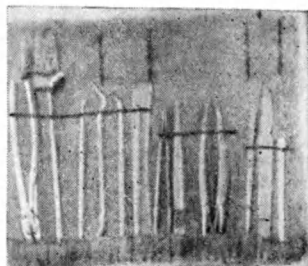
рошками заполняют необходимым количеством кипящей воды, и пожалуйста — готов суп харчо, а тонкие сухие ломтики в другом пакете превращаются в тушеную капусту, не уступающую по вкусу приготовленной в домашних условиях.

Есть на выставке и приборы для медицинских исследований на орбите. Вот, к примеру, поясная система физиологических датчиков — ею пользовался во время полета космонавт А. В. Филипченко. Вот прибор «Градус» — с его помощью космонавты измеряли температуру своего тела...

Экспозиция главного, самого большого зала, посвященная



Набор
стоматологических
инструментов



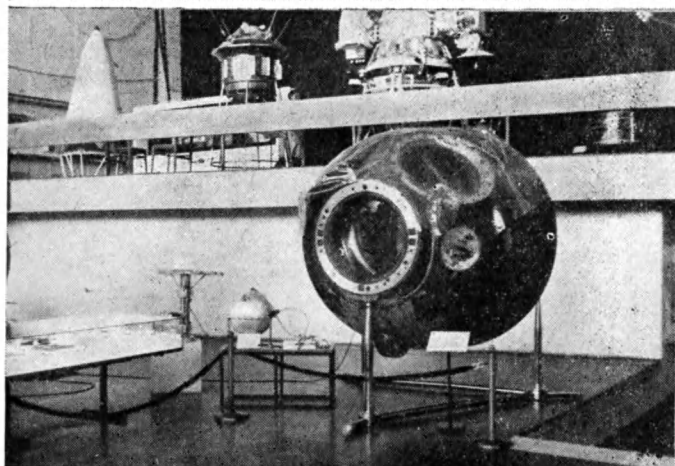
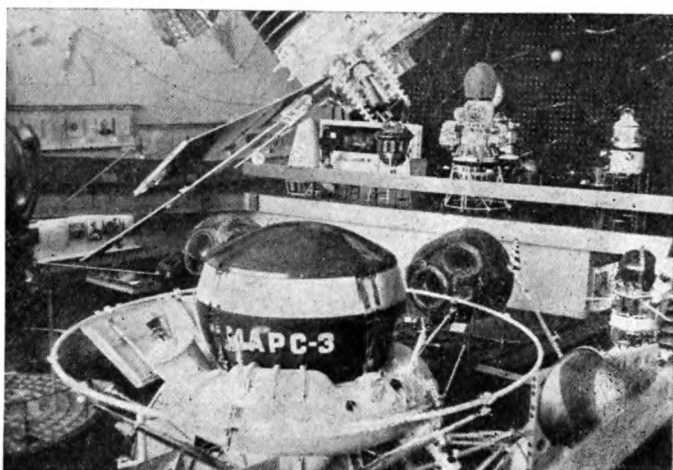
**Сервировка
«космического стола»**

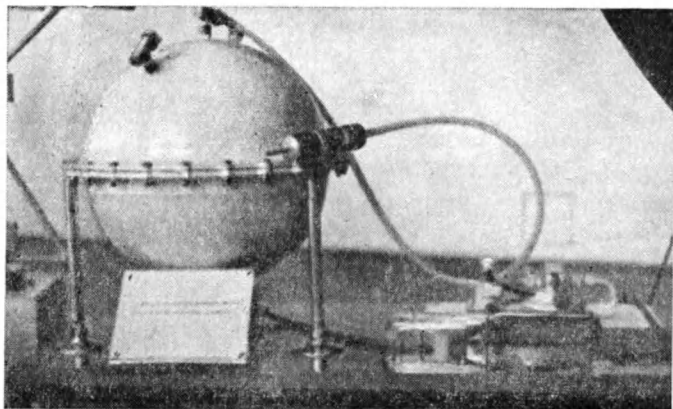
В главном зале музея

орбитальной станции «Салют-6», как бы завершает выставку «Жизнь на орбите». Здесь представлен спускаемый аппарат корабля «Союз-34», на котором 19 августа 1979 года после 175-суточного полета возвратились на Землю В. А. Ляхов и В. В. Рюмин. Объем его — 3,8 м³, масса 2800 кг. Обшивка аппарата — со следами обгоревшей теплозащиты, образовавшимися при прохождении через плотные слои земной атмосферы.

Системой жизнеобеспечения станции «Салют-6» ведали почти 2500 различных приборов. Разумеется, показать даже малую часть их — задача нелегкая, вот почему экспонатами этой небольшой выставки стали лишь «космический колодец» (аппарат системы водообеспечения) и массметр.

**Спускаемый аппарат
корабля «Союз-34»**





«Космический колодец» — аппарат системы водообеспечения станции «Салют-6»

Но есть здесь и такой экспонат, который можно назвать уникальным. Это набор для лечения зубов. Зубы на орбите заболели у Ю. В. Романенко. На Земле из легкого и прочного металла изготовили необходимые стоматологические инструменты, после чего В. А. Джанибекова, собиравшегося в скором времени вместе с О. Г. Макаровым стартовать в космос, научили пользоваться ими. Впрочем, уме-

ние это так и не пригодилось, поскольку боль сама собой прошла... История довольно забавная, но кто знает, какие еще самые неожиданные специальности придется освоить нашим космонавтам, отправляющимся в полет!

В музей непрерывно поступают новые экспонаты. Сейчас посетители могут увидеть, например, космические инструменты, с помощью которых космонавты проводят работы

в открытом космосе. Привычные вроде бы предметы — молотки, разводной ключ... И вместе с тем совершенно особенные — не случайно их создание потребовало напряженного труда многих специалистов.

Новая экспозиция калужского музея истории космонавтики наглядно убеждает: в космосе можно не только жить, но и плодотворно работать.

Фото автора

Новые книги

Радиозеркало планеты

В 1985 году издательство «Наука» выпустило научно-популярную книгу Ю. Г. Мизуна «Ионосфера Земли». В девяти небольших главах рассказывается о ближайшей к Земле плазменной оболочке, свойствах той части ближнего космоса, через которую осуществляются солнечно-земные связи.

Из первых двух глав читатель получит общие сведения о земной атмосфере и солнечной радиации, необходимые для понимания процессов в ионосфере. В следующих двух главах автор рассматривает, как солнечное излуче-

ние, проходя сквозь земную атмосферу, формирует ионосферу, рассказывает о распределении электронов на разных ее высотах в зависимости от времени суток, сезона, солнечной и геомагнитной активности. Тема пятой главы — полярная ионосфера. Это своеобразный экран, на котором видно, как трансформируются приходящие от Солнца потоки заряженных частиц: они вызывают полярные сияния, геомагнитные бури, поглощение радиоволн.

Ионосфера была открыта с помощью радиоволн, они и поныне приносят нам основные сведения об этой плазменной оболочке. О распространении волн в ионосфере, о том, что такое действующая высота, критическая или максимально применимая частота

(знание этих параметров необходимо при работе практиков-связистов), читатель узнает из шестой главы. В седьмой описываются методы, которыми сегодня изучается ионосфера — это и метод вертикального зондирования с Земли, и зондирование со спутников, и метод наклонного зондирования ионосферы, а также наиболее информативный и вместе с тем самый сложный и дорогостоящий метод некогерентного рассеяния радиоволн. Восьмая глава книги посвящена проблеме прерыва условий в ионосфере, важной для радиосвязи; девятая — влиянию ионосферы на погоду.

Г. И. МАЛАХОВА
И. А. СТАМЕЙКИНА



Юбилей музея «Космос»

Десять лет назад в деревне Никульское, под Ярославлем, гостеприимно распахнул двери музей, посвященный советским первопроходцам космоса. Он был создан по инициативе Ярославского обкома КПСС, а первым научным сотрудником космической экспозиции стала Л. А. Космалева, учительница истории школы № 32, где училась В. В. Терешкова. С 1979 года музеем бесменно заведует Г. В. Аграфонова, благодаря энергии и энтузиазму которой музей «Космос» постоянно обновляет свои экспозиции и является активным пропагандистом достижений советской космонавтики.

Над входом в здание музея — красочное панно, посвя-

Уголок крестьянской избы
— дома Терешковых



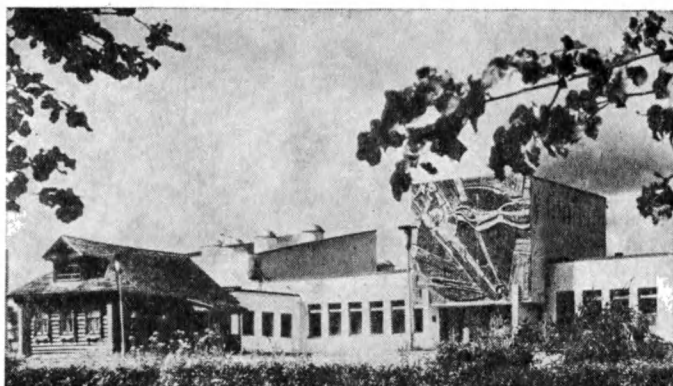
Первая в мире
женщина-космонавт
— В. В. Терешкова

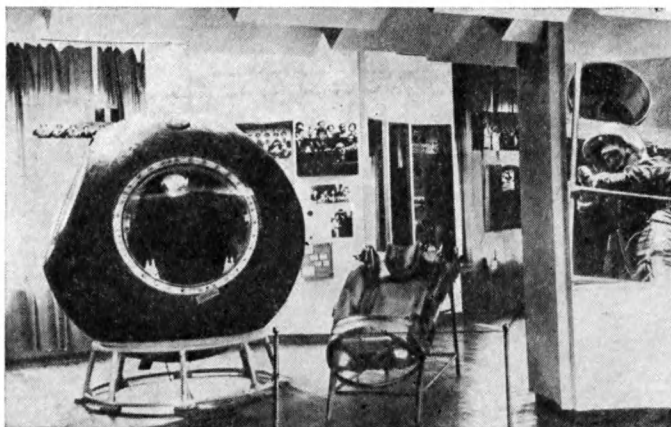
щенное покорению человеком космического пространства. Рядом мемориальная часть музея: крестьянская изба — ее внешний вид и обстановка вну-

три такие же, как и у дома в деревне Масленниково (в полутора километрах от Никульского), где провела свои детские годы В. В. Терешкова.

В космическом зале музея представлены материалы, связанные с историей отечественной космонавтики. Здесь много фотографий и документов. Посетители знакомятся с жизнью и основными трудами пионеров ракетной техники, главными этапами развития космонавтики, с программами и результатами космических исследований. Один из стендов посвящен международному сотрудничеству в космосе. Наиболее интересные экспонаты этого зала — модели ракетных двигателей, первой ступени ракеты-носителя корабля «Восток», первого в мире ИСЗ, аппарата «Луна-16», спускаемого аппарата «Марс-3».

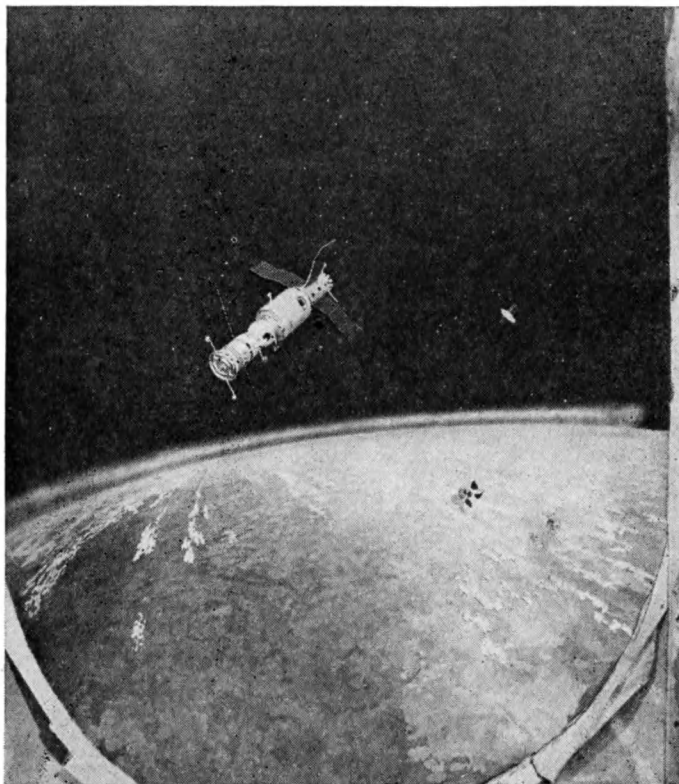
Общий вид музея «Космос»





Экспонаты центрального зала: кабина космического корабля серии «Восток» и то самое кресло, в котором В. В. Терешкова летала в космос

Диорама
«Вид Земли из космоса»



Внимание посетителей привлекают скафандры, которыми пользовались космонавты. Зал украшают две диорамы, выполненные ярославскими художниками: «Вид Земли из космоса» и «Исследование Луны».

Экспонаты, документы и фотографии центрального зала музея рассказывают о жизненном пути В. В. Терешковой — школьницы, работницы шинного завода и комбината «Красный Перекоп», первой в мире женщины-космонавта, общественного деятеля.

Один из разделов центрального зала знакомит посетителей с занятиями В. В. Терешковой парашютным спортом в ярославском аэроклубе ДОСААФ. Много материалов посвящено подготовке В. В. Терешковой к полету в космос. Фотографии показывают ее на штурманских занятиях, во время учебных тренировок по самолетовождению, в барокамере и на других тренажерах. По завершении предполетной подготовки В. В. Терешкова была утверждена Государственной комиссией командиром космического корабля «Восток-6». 16 июня 1963 года с околоземной орбиты прозвучали позывные космонавта-6: «Я — Чайка! Я — Чайка!» Красочно оформленный номер ярославской областной газеты «Северный рабочий» от 17 июня 1963 года — его можно увидеть в витрине центрального зала — рассказал тогда о беспримерном подвиге славной дочери ярославской земли.

Посетителей особенно привлекают предметы и вещи, которыми В. В. Терешкова пользовалась во время полета: планшетка с надписью «В. Терешковой. В полет», подписан-

ная генералом Н. П. Каманиным; звездная карта с карандашными пометками В. В. Терешковой, сделанными на орбите; гимнастический костюм. В центре зала — подлинное кресло космонавта-6 и кабина космического корабля серии «Восток».

На многих снимках запечатлены встречи В. В. Терешковой с трудящимися Москвы и Ярославля после ее возвращения с орбиты. В зале установлен скульптурный портрет «Чайки», выполненный лауреатом Государственной премии СССР Г. Н. Постниковым. Можно познакомиться с указом Президиума Верховного Совета СССР о присвоении В. В. Терешковой звания Героя Советского Союза, удостоверением о занесении ее имени в Книгу почета ЦК ВЛКСМ, медалью имени академика С. П. Королева, лентой и дипломом о присвоении ей звания почетного гражданина Ярославля. Мы видим В. В. Терешкову на занятиях в Военно-воздушной инженерной академии имени Н. Е. Жуковского (она с отличием закончила ее в 1969 году), памятную медаль этой академии, копию диплома кандидата технических наук, грамоту Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина, врученную полковнику В. В. Терешковой.

Еще один раздел экспозиции центрального зала рассказывает о В. В. Терешковой — видном общественном деятеле. Она — член ЦК КПСС, член Президиума Верховного Совета СССР, председатель Комитета советских женщин, вице-президент Международной демократической федерации женщин, член Всемирного Совета Мира, представитель нашей страны на международных фо-

румах и совещаниях.

В третьем зале посетители обычно останавливаются у рельефной карты мира, на которой флажками отмечены страны, где с визитами мира и дружбы побывала В. В. Терешкова. В зале более 200 подарков, преподнесенных прославленной «Чайке», — из Советского Союза и разных стран. Здесь же немало интересных плакатов, объединенных общей темой — борьбы за мир.

Хотя музей расположен под Ярославлем, его залы не бывают пустыми. За минувшие 10 лет проведено свыше 12 000 экскурсий, в музее побывало более 400 000 посетителей, причем не только ярославцы и жители Ярославской области, но и многочисленные экскурсанты из других городов, а также зарубежные гости.

Работа музея не ограничена стационарной экспозицией. Создан передвижной музей «В. В. Терешкова — первая в мире женщина-космонавт», разработан и читается цикл лекций «СССР — родина космонавтики», проводятся устные журналы «Самые первые» и «Пионеры Вселенной», подготовлена и поставлена интересная литературно-музыкальная композиция «Полет проходит нормально...».

Новые книги

Социально-философские проблемы космонавтики

В 1985 году издательство «Штиинца» (Кишинев) выпустило монографию А. Д. Урсула и А. И. Дронова «Космонавтика и социальная деятельность». В ней рассматриваются закономерности возникновения и развития космонавтики как обширной сферы человеческой деятельности, связующей в единую систему многие области науки, техники и производства. В книге нашли отражение проблемы демилитаризации космоса и мирной ориентации космонавтики.

Книга состоит из шести глав («Социально-системный подход к космической деятельности», «Космонавтика и основные виды социальной деятельности», «Системно-компонентный анализ космической деятельности», «Эффективность, интенсификация, космонавтика», «Космонавтика и социально-экологическая проблема», «Два мира — два подхода к освоению космоса»). Книгу завершает раздел «Становление космической социологии». Издание снабжено примечаниями, предметным и именованным указателями.

По мнению авторов, «настоящая работа задает лишь исходные контуры будущей космосоциологической теории, которая со временем должна обрести статус научной теории, составляющей методологическую базу для общего исследования проблем освоения космоса и развития космонавтики».

Книга адресована читателям, интересующимся социальными и философскими проблемами современной науки и техники.



Марки о Г. С. Титове

6 августа 1961 года, менее чем через четыре месяца после исторического полета Ю. А. Гагарина, состоялся новый старт — на околоземную орбиту был выведен космический корабль «Восток-2», пилотируемый летчиком-космонавтом СССР майором Г. С. Титовым. Совершив за 25 ч 18 мин свыше 17 оборотов вокруг Земли и пролетов более 700 тыс. км, 7 августа космонавт-2 совершил мягкую посадку в катапultiруемом кресле, отдельно от спускаемого аппарата. Для того времени это был беспрецедентный по продолжительности космический полет, открывавший новые перспекти-

вы в развитии пилотируемой космонавтики.

Естественно, что первые марки, посвященные запуску корабля «Восток-2», были выпущены советской почтой. Уже 7 августа в почтовое обращение поступила марка специальной серии (2 зубцовые и 2 беззубцовые, полностью повторяющие рисунки и цветовую гамму зубцовых). На ней в кабине корабля показан летчик-космонавт, одетый в скафандр. Хорошо видна приборная доска с глобусом. В левой верхней части марки — планета Земля на фоне звездного неба и витки орбиты космического корабля вокруг нее. Здесь же

дата запуска и полное название корабля по технической терминологии того времени («Космический корабль-спутник...»). На второй марке серии (9.8.61) воспроизведен портрет космонавта-2 (он в форме военного летчика), имеется надпись: «Летчик-космонавт майор Г. С. Титов». В правой верхней части марки на фоне звездного неба — космический корабль в условном изображении, с надписью «СССР»; здесь же дата полета — «6—7.VIII.1961». Обе марки многоцветные, исполнены в едином графическом стиле. 15 августа появились их беззубцовые повторения.

Первую годовщину космического полета Г. С. Титова советская почта отметила выпуском серии из четырех марок одинакового рисунка, отличающихся только цветовой гаммой и вариантом (зубцовым и беззубцовым). Рисунок лаконичен и прост, все в нем стилизовано — и земной шар, и космический корабль, и его орбиты; текст — «25 часов в космосе».

Вскоре (30.10.1962) Министерство связи СССР выпустило в почтовое обращение еще одну серию из четырех марок. На них одинаковый рисунок и текст, отличаются они только номиналом, цветом и вариантом (с зубцами и без зубцов). Рисунок воспроизводит извест-



ную скульптуру «В космос!» (автор Г. Н. Постников), надпись такая: «Слава покорителям космоса!» и «Восток», «Восток-2», «Восток-3», «Восток-4». Дело в том, что ко времени выпуска этой серии уже состоялся первый в мире групповой полет космических кораблей (12—15 августа 1962 года, космонавты А. Г. Николаев, П. Р. Попович), поэтому марки были посвящены сразу всем четырем первым советским космонавтам.

Через некоторое время появились два новых блока (зубцовый и беззубцовый, 24.11.62 и 27.11.62). На них полностью повторен сюжет марок предыдущей октябрьской серии — скульптура «В космос!» — и помещен групповой портрет космонавтов, одетых в скафандры. Текст гласит: «Слава покорителям космоса! Летчики-космонавты СССР, Герои Советского Союза Ю. А. Гагарин, Г. С. Титов, А. Г. Николаев, П. Р. Попович». Блоки примечательны еще и тем, что это вообще первые космические почтовые блоки, выпущенные в СССР.



Третий космический блок повторно (31.10.64), но в другом полиграфическом исполнении — на мелованной бумаге с блестящим лаковым покрытием.

Космонавту-2 посвящены также художественные маркированные конверты. На одном из них, отпечатанном на бумаге с водяными знаками (серия «XXII съезд КПСС», 28.08.61), изображен космический корабль «Восток-2» в орбитальном полете. Здесь же сопроводительная надпись «Слава покорителям космоса!».

Маркированный конверт посвящен 15-летию космического полета Г. С. Титова. На нем показаны старт ракеты-носителя с космическим кораблем «Восток-2» и отдельно — космический корабль в орбитальном полете. Впервые корабль изображен так, как он выглядел на орбите (без последней ступени ракеты-носителя). На конверте напечатана стандартная марка аэрокосмической тематики: спутник связи «Молния-1», ретранслирующий передачу телевизионного центра в Останкино, и самолет Ан-12.

Интерес к запуску космиче-





ского корабля «Восток-2» и за пределами нашей страны был очень велик. В некоторых странах марки, посвященные полету Г. С. Титова, издавались неоднократно (Болгария, Венгрия, ГДР, Румыния, Иордания). Выпускались они оперативно, а затем и ретроспективно. По своему сюжету, художественной манере, полиграфическому исполнению, документальности они, разумеется, весьма отличались друг от друга.

Расскажем о наиболее интересных зарубежных марках. Венгерская почта выпустила свой первый космический блок (29.3.62) в ознаменование первой годовщины пилотируемых космических полетов. На его марке — групповой портрет одетых в скафандры Ю. А. Гагарина, Г. С. Титова и первого американского астронавта Дж. Гленна (20 февраля 1962 года

он впервые в США совершил почти 5-часовой орбитальный полет на космическом корабле «Меркурий»). Показана также Земля, опоясанная орбитами космических кораблей «Восток», «Восток-2» и «Меркурий»). Блок выполнен способом глубокой печати на бумаге с водяными знаками.

В ГДР было несколько выпусков марок, посвященных Г. С. Титову. Остановимся на весьма любопытном «малом листе», которым отмечено 5-летие космической эры (28.12.62). Он состоит из восьми марок, объединенных композиционно общим рисунком — земной шар (с обозначенными Евразийским и Африканским континентами) и Луна. На марках разных номиналов этого «малого листа», исполненных многоцветным офсетом, показаны все этапы советской космонавтики. Одна из марок посвяще-

на Г. С. Титову и его полету на космическом корабле «Восток-2». На ней — портрет космонавта-2 в гермошлеме и «Восток-2», совершающий орбитальный полет.

В Иордании в честь советских космонавтов была выпущена крупноформатная портретная серия из шести марок (15.2.65, в зубцовом и беззубцовом вариантах). Среди изображенных на них космонавтов, совершивших полеты на космических кораблях серии «Восток», есть и Г. С. Титов. На всех марках космический корабль дан в стилизованном изображении, везде приводится фамилия космонавта, название корабля, дата полета и количество витков вокруг Земли. Через год (15.1.66) эта серия была повторена, но со специальной надпечаткой: «Алексей Леонов, Павел Беляев. 18.3.1965» — на английском и арабском языках. В составе надпечатки есть и графический элемент — космический корабль «Восток» с последней ступенью ракеты-носителя в документальном изображении. Одновременно с основной серией был выпущен и блок с портретами первых шести советских космонавтов.



«Вечные календари»

Вышло в свет второе издание книги А. В. Буткевича и М. С. Зеликсона «Вечные календари» (М.: «Наука», 1984). В книге рассматриваются различные системы вечных календарей — в виде стационарных и подвижных таблиц, вращающихся дисков, календарных формул, в создание которых вложен огромный труд многих людей.

Вечные календари используют при решении многих хронологических задач, с их помощью, например, определяют день недели для любой даты или фазу Луны на любой день.

Хорошо известно, что в применении сейчас григорианском календаре один из существенных недостатков — это несогласованность дней недели с числами месяцев, в значительной степени затрудняющая определение дня недели для заданной даты. Именно такую задачу приходится часто решать при самых различных исторических изысканиях, проводимых археологами, писателями, историками. Существенную помощь здесь могут оказать вечные календари.

Авторы книги систематизировали имевшийся в их распоряжении материал и дали вполне удовлетворительное описание своего рода коллекции вечных календарей. В книге обсуждаются вопросы их построения. Большая часть календарей, о которых рассказы-



вается в издании, — это интересные и полезные оригинальные изобретения. Особого внимания заслуживают календари с подвижными элементами, например календари с вращающимися дисками, календари — астрономические линейки и календари с движком.

Одна из глав книги посвящена универсальным календарным формулам — результату остроумных решений. Они математически строгие, оригинальные и просты в пользовании.

Есть в книге глава, где говорится о лунных календарях, их теории, приводятся формулы для расчета фаз Луны. Заключительная глава посвящена занимательным задачам о календарях, причем некоторые

из них предлагается решить читателям.

Второе издание книги А. В. Буткевича и М. С. Зеликсона «Вечные календари» — хороший подарок всем, кто интересуется этой темой. К сожалению, издание содержит некоторые опечатки, неточности и ошибки, хотя их и значительно меньше, чем в первом издании. Укажем некоторые. На стр. 21 сказано, что день недели 1 января повторится через 6 и 11 лет. На самом деле это не совсем так. На стыке столетий повторяемость может быть еще через 7 и 12 лет. На стр. 97 напечатан «Постоянный табель-календарь», где говорится, что 12 октября 1492 года (старый стиль) — пятница. А на рисунке 48 этот день — понедельник. На стр. 191 дана задача 17: «Через какое минимальное число лет повторится табель-календарь простого и високосного года?» Правильный ответ будет такой: «Високосный год может повториться минимально через 12 лет, а простой — через 6 лет, если он первый после високосного, но может повториться и через 7 лет».

В заключение хочется еще раз подчеркнуть, что несмотря на замеченные недостатки, книга станет приятным дополнением личных библиотек.



«Мифы и легенды о созвездиях»

В минском издательстве «Высшая школа» в 1984 году вышла книга Ангела Бонова «Мифы и легенды о созвездиях» (перевод с болгарского). В ней рассказывается о представлениях вавилонян, египтян, китайцев, греков, римлян и болгар, связанных с различными небесными объектами. Сначала даны краткие сведения о созвездиях, истории их названий и графического изображения на картах звездного неба, количестве и нынешних границах; сообщается, как обозначают созвездия и достопримечательные звезды в них, приводится список созвездий и указывается положение каждого на звездном небе.

Рассказ об отдельном созвездии автор начинает с описания его местоположения, знакомит с условиями наблюдения, составляющими его светилами. Приводятся любопыт-



ные сведения о тех или иных звездах, их отличительных особенностях. Затем — мифы и легенды одного или нескольких древних народов. Излагаются они довольно подробно и в изящной литературной форме, что, несомненно, является большим достоинством популярной книги по астрономии.

Названия многих созвездий южного полушария, утвердившиеся в средние века, отношения к мифам и легендам не имеют, поэтому даны лишь описания этих созвездий. Отдельно приводятся мифы и легенды о Млечном Пути, Солнце, Луне, планетах и их спутниках, астероидах.

Издание иллюстрировано рисунками из «Атласа звездного неба» Яна Гевелия. На обложке — карты обоих полушарий небесной сферы, причем с очертаниями созвездий, предложенными американским популяризатором астрономии Г. Реем. Жаль только, что карты охватывают не всю сферу.

В конце книги — список литературы, рекомендуемой для знакомства с азами астрономии. Дан также указатель мифологических имен, где приводятся сведения о каждом легендарном персонаже.

Новые книги

Пробный учебник

В 1985 году издательство «Просвещение» выпустило пробный учебник по астрономии для X класса средней школы — «Астрономия» (автор — Е. П. Левитан).

Учебник, написанный в соответствии с действующей программой по астрономии, состоит из пяти глав: «Введение в астрономию», «Строение Сол-

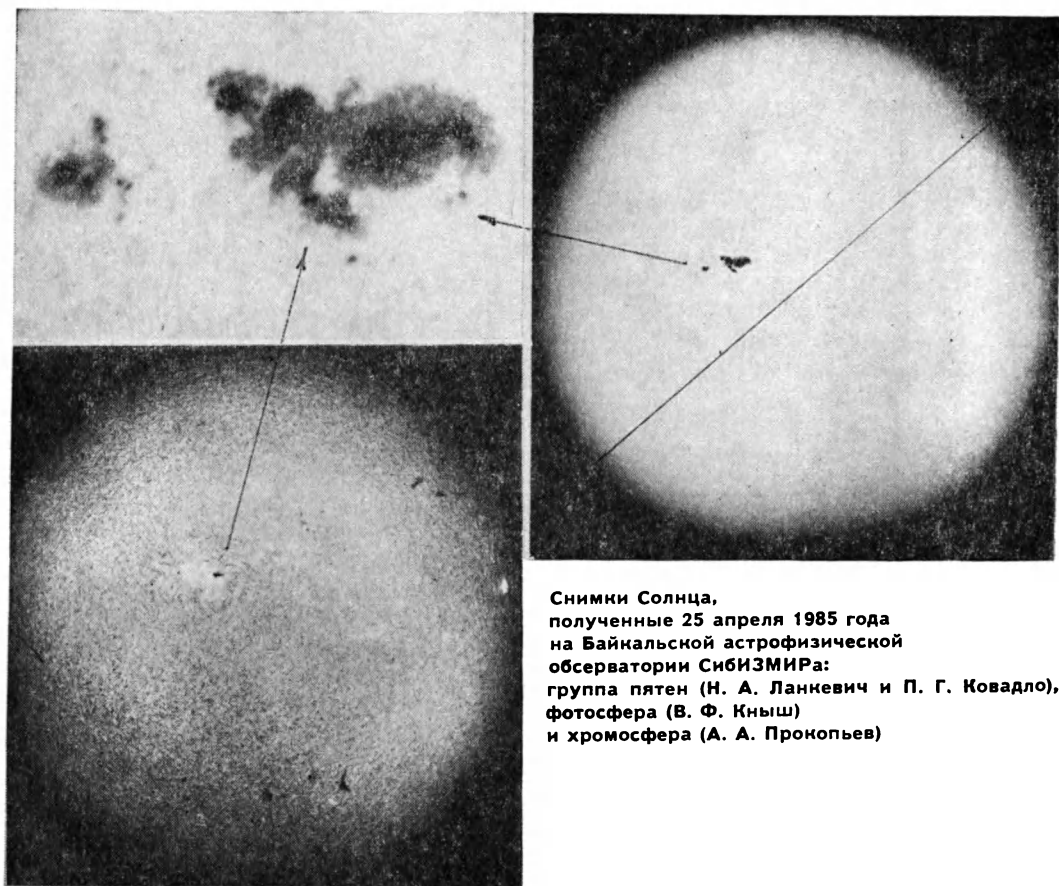
нечной системы», «Физическая природа тел Солнечной системы», «Солнце и звезды», «Строение и эволюция Вселенной».

Каждая глава в свою очередь разбита на параграфы. Число их практически совпадает с числом часов, отводимых на курс астрономии в общеобразовательной школе. Все параграфы завершаются вопросами-заданиями, предназначенными для того, чтобы учащиеся могли проверить, насколько хорошо ими усвоен пройденный материал. А в кон-

це каждой главы еще раз выделяется главное в учебном материале («Что вы должны знать, изучив тему...» и «Что вы должны уметь, изучив тему...»).

Завершают учебник «Приложения», где приведены важнейшие даты в освоении космического пространства, основные сведения о Солнце, Земле, Луне и других планетах Солнечной системы, названия наиболее ярких звезд и данные о них.

Солнце в марте — мае 1985 года



Снимки Солнца, полученные 25 апреля 1985 года на Байнальской астрофизической обсерватории СибИЗМИРа: группа пятен (Н. А. Ланкевич и П. Г. Ковадло), фотосфера (В. Ф. Кныш) и хромосфера (А. А. Прокопьев)

Весной этого года среднее число Вольфа W составило около 23, что более чем в полтора раза превышает относительное число пятен за три предыдущих месяца. Повышение активности связано с усилением пятнообразования в третьей декаде марта, в первой и третьей декадах апреля, а также в течение мая. В остальное время этого периода солнечный диск был фактически без пятен. Самый активный — май: пятна отмечались на диске почти весь месяц, а среднее число Вольфа составило около 28.

Изменение числа Вольфа в марте — мае имело несколько

пиков, в целом же амплитуда колебалась от 0 до 40—45, что было связано с развитием обособленных групп пятен небольших или умеренных размеров.

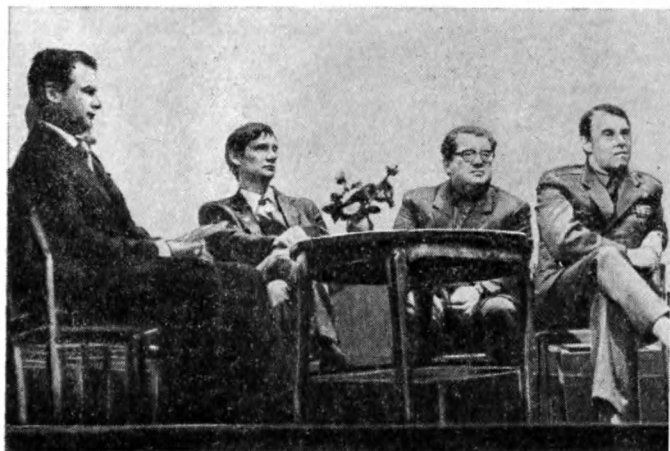
Наиболее интересна группа, пересекавшая центральный меридиан 26 апреля. Двумя днями раньше в ней наблюдалась протонная вспышка. До вспышки группа имела довольно простую структуру, но затем ситуация изменилась. 25 апреля ведущий полюс группы выглядел уже заметно раздробленным. Фрагментация группы продолжалась и в последующие дни.

На снимке хромосферы вид-

но, что вихревая структура вокруг группы пятен сравнительно невелика по размерам и образует замкнутую систему. Это говорит о том, что данная активная область не связана с возмущениями более крупных масштабов. Ее развитие можно рассматривать в известной мере как случайное событие. Такого же рода локальный характер имели в этот период и другие активные области.

Кандидат
физико-математических наук
В. Г. БАНИН
С. А. ЯЗЕВ

Вечер в Доме ученых



В президиуме вечера.
Ведущий — член-корреспондент
АН СССР В. В. Осико



Доктор
физико-математических
наук В. И. Мороз

Кандидат технических наук
Т. А. Аванесов

Доктор технических наук
Л. Я. Зиман

Доктор физико-математических
наук В. А. Краснопольский



«Мирный космос» — название вечера в Московском Доме ученых, проведенного 9 апреля 1985 года.

Сначала доктор физико-математических наук В. И. Мороз и В. А. Краснопольский рассказали о комете Галлея. Собравшиеся в зале смогли увидеть не только первые фотографии кометы 1910 года, но и недавние снимки, сделанные, когда она была удалена от Земли на 5 а.е. В это время блеск ее не превышал 20-й звездной величины. Затем кандидат технических наук Т. А. Аванесов познакомил слушателей с экспериментом «Вега» (Земля и Вселенная, 1985, № 1, с. 25.— *Ред.*). Ученые планируют в марте 1986 года провести своего рода «телевизионный репортаж» о встрече советских автоматических космических станций с кометой Галлея, что, несомненно, обогатит наши знания о природе этих во многом еще загадочных «хвостатых странниц». Проблема эта очень сложная, и, чтобы успешно справиться с нею, советскими учеными и

их коллегами из Франции, ЧССР, ГДР и других стран создана уникальная система наведения на объект с помощью ЭВМ. Кроме того, для съемки кометы Галлея были разработаны «операторский» и «режиссерский» сценарии, в которых все продумано до деталей: когда снимать, сколько и, главное, что и как снимать.

«Взгляд на Землю из космоса» — так назвал свое выступление доктор технических наук Л. Я. Зиман. Он продемонстрировал несколько фотографий участков Земли, снятых из космоса, и рассказал, как по ним можно предсказывать погоду, находить полезные ископаемые, подземные воды, прокладывать трассы новых дорог, следить за чистотой окружающей среды.

В заключение Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР В. И. Рождественский познакомил собравшихся с историей Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина, отмечающего в этом году свое 25-летие. Первые

пилотируемые полеты в космос должны были, в сущности, ответить на один, главный тогда вопрос: может ли человек находиться и работать в космосе? Насколько же за четверть века усложнились программы полетов, насколько совершенней стала сама космическая техника!.. Теперь вклад космонавтики в развитие народного хозяйства нашей страны растет год от года.

Когда основные выступления закончились, из зала посыпались вопросы. Слушателей интересовало, как работает группа психологической поддержки, ведется ли подготовка женщин-космонавтов, какова судьба аппарата «Вега» после завершения программы и многое другое. Выступавшие подробно ответили на все вопросы.

Т. А. НИКИФОРОВА

фото В. А. Милушенко

Герой Советского Союза,
летчик-космонавт СССР
В. И. Рождественский





ОТВЕТЫ
НА ВОПРОСЫ
ЧИТАТЕЛЕЙ

Слышали, что автоматическая межпланетная станция «Вояджер-2» до сих пор продолжает свой полет. Хотелось бы знать, какие исследования она будет проводить в дальнейшем!

Э. К. МАТРОСОВ,
Н. Г. СТРЕЛЬЦОВА.
г. Пенза.

Выполняя просьбу читателей, о полете «Вояджера-2» рассказывает постоянный автор нашего журнала Д. Ю. ГОЛЬДОВСКИЙ.

Действительно, АМС «Вояджер-2», запущенная с Земли 20 августа 1977 года, продолжает свое «путешествие» по Солнечной системе (Земля и Вселенная, 1978, № 2, с. 20.—Ред.). В 1979 году «Вояджер-2» прошел на минимальном расстоянии от Юпитера (720 000 км), сфотографировав невидимые с планеты-гиганта полушария ее спутников — Ганимеда и Каллисто. Кроме того, он сделал снимки других галилеевых спутников — Ио и Европы, а также самого Юпитера и кольца вокруг него, открытого «Вояджером-1» (Земля и Вселенная, 1980, № 1, с. 29.—Ред.). Следующим по программе полета был Сатурн. В 1981 году АМС приблизи-

лась ко второй по величине планете-гиганту и продолжила ее исследования с пролетной траектории, начатые «Пионером-11» и «Вояджером-1» (Земля и Вселенная, 1981, № 6, 3-я с. обложки.—Ред.). Основное внимание обращалось на кольца Сатурна и его спутники: Гиперион, Тетис, Энцелад, Дион и Япет. Затем под влиянием тяготения Сатурна станция перешла на трассу полета к Урану, к которому она должна приблизиться в январе 1986 года. (Как известно, первой орбиту Урана 11 июля 1979 года пересекла АМС «Пионер-10».)

Если бортовые научные приборы и служебные системы сохраняют работоспособность, станция произведет намеченные исследования планеты и ее спутников. Ученые надеются получить ответы на многие интересующие их вопросы. В частности, предстоит выяснить, каковы напряженность и ориентация магнитного поля планеты, если оно, конечно, существует; каковы состав, строение и изменения планетной атмосферы, период вращения Урана вокруг оси, радиусы и массы его спутников (по наблюдениям с Земли они определены недостаточно точно); а также каков рельеф их поверхности.

Планетная система Урана ориентирована в пространстве так, что «Вояджер-2» будет приближаться к ней, как стре-

ла к мишени: траектория станции почти перпендикулярна плоскости, в которой лежат орбиты спутников Урана. Но АМС сможет пройти на близком расстоянии только от одного из его спутников. Выбрана Миранда — ближайший к планете и самый маленький (диаметр около 500 км) из пяти известных спутников Урана. Что обусловило такой выбор? Причин много, в том числе — жесткие ограничения, связанные с маневром «Вояджера-2» в поле тяготения Урана, чтобы станция могла перейти на новую траекторию полета — к Нептуну. В результате АМС пройдет примерно в 30 000 км от Миранды. Можно пролететь и на вдвое меньшем расстоянии, но в этом случае система компенсации сдвига изображения телевизионных камер не сможет предотвратить смазывания. Трудность представит перенацеливание камер со спутников на Уран и его кольцо и обратно. Спутники будут находиться с одной стороны от АМС, тогда как планета и ее кольца — с противоположной, а моменты максимального сближения со спутниками и пересечения плоскости колец очень незначительно отстоят друг от друга. Дело осложняется еще и тем, что до конца не ясно, сможет ли нормально работать механизм поворотной платформы, на которой установлены телевизионные камеры.

Сдано в набор 18.06.85. Подписано к печати 15.08.85. Т-17216. Формат бумаги 70×100¹/₁₆. Высокая печать.
Усл.-печ. л. 9,03. Уч.-изд. л. 11,5. Усл. кр.-отт. 495,4 тыс. Бум. л. 3,5.
Тираж 40 960 экз. Заказ 1507. 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

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. ИЗОТОВ

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

К. Ф. ОГОРОДНИКОВ

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. Процякко**

Корректоры: В. А. Ермолаева,

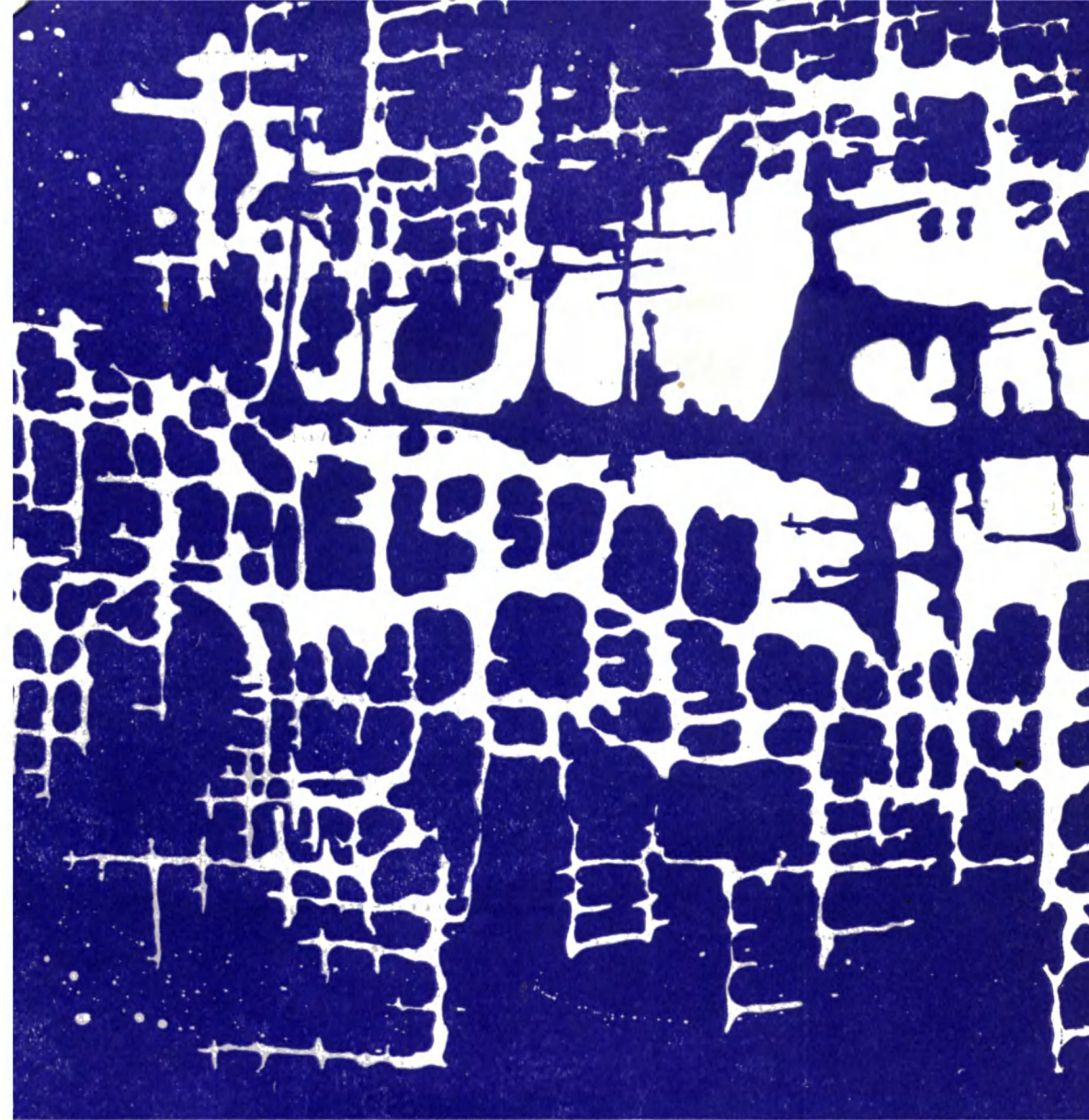
Л. М. Федорова

Адрес редакции: 103717, ГСП, Москва,
К-62, Подсосенский пер., д. 21, комн. 2

Первую и четвертую страницу обложки (к статье
Ю. Н. Глазкова) 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



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“

ЦЕНА 65 КОП.

ИНДЕКС 70336

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА ●

5/85