



Земля и Вселенная

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА ●

2/86

Во имя мира на Земле

...В самом начале нового года Политбюро ЦК КПСС и Советское правительство приняли решение о ряде крупных, принципиальных характера внешнеполитических акций. Их смысл — в максимальной степени содействовать улучшению международной обстановки. Они продиктованы необходимостью преодолеть негативные, конфронтационные тенденции, нараставшие в последние годы, расчистить пути к свертыванию гонки ядерных вооружений на Земле и ее предотвращению в космосе, общему уменьшению военной опасности, становлению доверия в качестве неотъемлемого компонента отношений между государствами.

Главная из этих акций — конкретная, рассчитанная на точно определенный период времени программа полной ликвидации ядерного оружия во всем мире.

Советский Союз предлагает, действуя поэтапно и последовательно, осуществить и завершить процесс освобождения Земли от ядерного оружия в течение ближайших 15 лет, до конца нынешнего столетия.

...Космос должен быть сохранен мирным, там не должны размещаться ударные вооружения. Они не должны и создаваться. И пусть будет при этом установлен самый строгий контроль, включая открытие для инспекций соответствующих лабораторий.

Человечество находится на ответственном этапе новой космической эры. И пора отказаться от мышления каменного века, когда главной заботой было обзавестись дубинкой побольше или камнем поувесистей. Мы против оружия в космосе. Наш материальный и интеллектуальный

потенциал обеспечивает Советскому Союзу возможности создания любого оружия, если нас к этому вынудят. Но мы понимаем всю меру ответственности перед нынешним и грядущим поколениями. По нашему глубокому убеждению, не с программой «звездных войн» надо идти в третье тысячелетие, а с масштабными проектами мирного освоения космоса силами всего человечества. Мы предлагаем практически заняться разработкой и осуществлением таких проектов. Это один из важнейших путей обеспечения прогресса на всей нашей планете и формирования надежной системы безопасности для всех.

Не допустить того, чтобы гонка вооружений распространилась в космос, — значит снять преграду к глубокому сокращению ядерных вооружений.

...Мы хотим, чтобы 1986 год стал не просто мирным годом, а позволил бы завершить XX столетие под знаком мира и ядерного разоружения. Предлагаемый нами комплекс новых внешнеполитических инициатив рассчитан на то, чтобы человечество встретило 2000-й год под мирным небом и космосом, чтобы оно не знало страха перед ядерной, химической или любой другой угрозой уничтожения и было твердо уверено в собственном выживании и продолжении рода человеческого.

Предпринимаемые сейчас Советским Союзом новые, решительные акции в защиту мира и оздоровления всей международной обстановки есть выражение плоти и духа нашей внутренней и внешней политики, их органической слитности. Той основополагающей исторической закономер-

ности, которую подчеркивал Владимир Ильич Ленин. Весь мир видит, что наша страна еще выше поднимает знамя мира, свободы, гуманизма, которое вознес над планетой Великий Октябрь.

Когда речь идет о сохранении мира, об избавлении человечества от угрозы ядерной войны, не может быть посторонних и безучастных. Это дело всех и каждого. Здесь важен вклад каждого государства, большого или малого, социалистического или капиталистического. Здесь важен вклад каждой ответственной политической партии, каждой общественной организации, каждого человека.

Слить воедино все усилия для достижения этой высокой цели — нет задачи более настоятельной, более благородной и гуманной. Эту задачу предстоит выполнить людям нашего поколения, не перекладывая ее на плечи потомков. Таково веление времени, если хотите, время исторической ответственности за наши решения и действия в период, остающийся до начала третьего тысячелетия.

Курс мира и разоружения был и будет стержнем внешней политики КПСС и Советского государства. Активно проводя его, Советский Союз готов к широкому взаимодействию со всеми, кто выступает с позиций разума, доброй воли, сознания ответственности за обеспечение будущего человечества — без войн, без оружия.

Из Заявления
Генерального секретаря
ЦК КПСС
М. С. Горбачева
(«Правда», 16 января
1986 года)

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

Земля и Вселенная

• МАРТ • АПРЕЛЬ •

2/86

В номере:

Авдуевский В. С., Лесков Л. В.—
Индустриализация космоса — следующая
логический шаг
Котик Д. С.— Радиоволны и ионо-
сфера
Новиков И. Д.— Черная дыра как
тепловая машина и квантовый источ-
ник энергии
Мартынов Д. Я.— Двойные звезды
и их роль в современной астрономии
Коротневич Е. С.— Советские ан-
тарктические исследования

ЛЮДИ НАУКИ

Сагитов М. У.— Леонид Васильевич
Сорокин

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

Каретников В. Г., Андронов
И. Л.— Студенческая научная конфе-
ренция «Нестационарные звезды» . . .
Шолпо В. Н.— Проблемы тектоники —
в центре дискуссий

ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ

Гневыхев М. Н., Макаров В. И.—
Солнечные обсерватории Франции . . .

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

Богданов В. М., Гырбу И. Н.—
Экваториальная камера Густава Гейде . . .

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Сизов В. А.— Из опыта преподавания
астрономии в СПТУ

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

2 Горинев А. А., Фомин Д. А.— При-
боры для наблюдений кометы Галлея 62

РАССКАЗ О ФИЛЬМЕ

13
19 Рябчиков Е. И.— Первый фильм о
Гагарине 65

ФАНТАСТИКА

32
Климов А. В., Белогруд И. Н.—
Таможня 68

ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

38
Козуб А. Н.— Новые экспозиции па-
вильона «Космос» 74

ФИЛАТЕЛИЯ

43
45 Орлов В. А.— 25 лет космическим
пилотируемым полетам 79

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

48
Богомолов А. Ф.— Многогранная кос-
монавтика 81

Бронштэн В. А.— Полезная книга для
любителей астрономии 88

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

К 25-летию полета Ю. А. Гагарина в космос [10]; Высокие награды
Родины космонавтам [12]; Новые книги [31, 44, 61, 67, 73, 89];
Моделирование «ядерной зимы» [42]; Чистота байкальской воды
[57]; Семинар учителей астрономии [61]; Книги издательства
«Машиностроение» по космонавтике [84]; Глобус из обсерватории
Улугбека [87]; Солнце в октябре — ноябре 1985 года [90]; Снимки
кометы Галлея [91]; Полеты советских пилотируемых космиче-
ских аппаратов [92].

Академик
В. С. АВДУЕВСКИЙ
Доктор физико-математических наук
Л. В. ЛЕСКОВ



Индустриализация космоса — следующий логический шаг

В докладе Генерального секретаря ЦК КПСС М. С. Горбачева 27 ноября 1985 года на сессии Верховного Совета СССР говорится о развернутой программе мирного сотрудничества в космосе, перспективе индустриального освоения космического пространства в интересах всего человечества. Эта программа представляет собой мирную альтернативу человеконенавистническому плану милитаризации космоса. Она включает проведение фундаментальных исследований в космосе, создание спутниковых глобальных систем связи, изучение климата и природной среды, развитие космического материаловедения и медицины, создание новой космической техники, в том числе орбитальных научных станций и пилотируемых кораблей. Что может дать такая программа человечеству, если она будет реализована в течение следующих 25 лет космической эры? Ответу на этот вопрос и посвящена статья.

ЧТО ТАКОЕ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИЯ КОСМОСА?

25 лет назад впервые Землю покинул человек — первый космонавт планеты гражданин СССР Ю. А. Гагарин совершил космический полет. Его исторический полет открыл перед человечеством дорогу в космос: прошедшие со знаменательного дня 12 апреля 1961 года четверть века отмечены новыми важными свершениями в исследовании и освоении космического пространства.

Однако на первом этапе деятельность человека в космосе была направлена главным образом на научные исследования. Было изучено магнитное поле Земли, свойства ионосферы. Космические аппараты позволили узнать много нового о Луне, Марсе, Венере, других планетах. Исследовались Солнце и звезды.

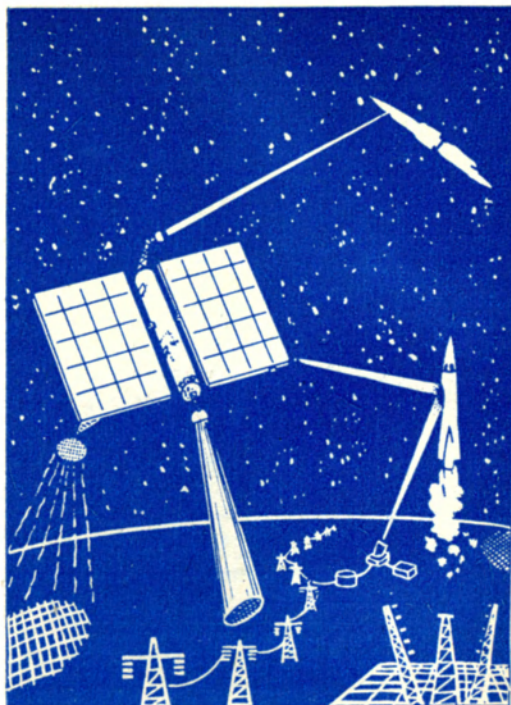
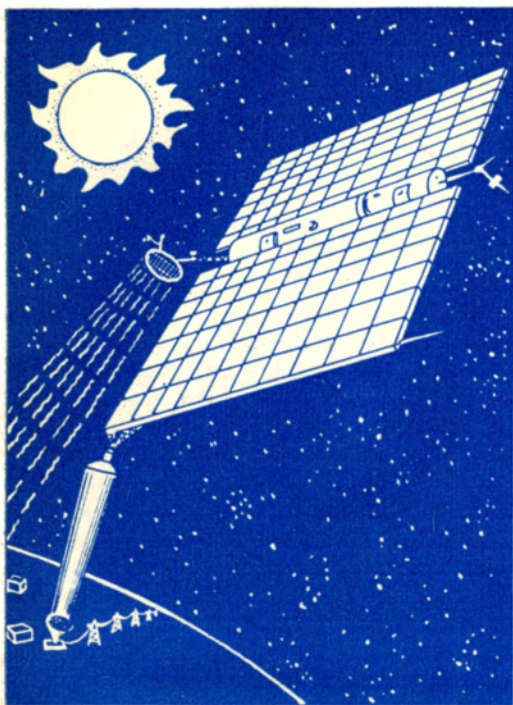
Немного позже началась и другая работа, цель которой состояла в том, чтобы извлечь из космических исследований непосредственную практическую пользу. Появились первые спутники космической связи, они позволили связать между собой самые удаленные уголки земного шара. Космические аппараты начали использоваться для дистанционного зондирования Земли.

Постепенно космические информационные системы получили широкое распространение. Сегодня спутники наиболее оперативно поставляют информацию о суровых штормах, возникающих в океанских просторах, о внезапных изменениях погоды, позволяют предсказывать будущий урожай за несколько месяцев до уборки. Используя спутниковую информацию, геологи ведут разведку полезных ископаемых, ищут месторождения нефти. Штурманы океанских кораблей уверенно прокладывают маршруты на своих картах, с большой точностью определив координаты с помощью сигналов, идущих из космоса.

Этот перечень можно продолжить. Но отметим другое: космические информационные системы стали реальностью наших дней. В настоящее время невозможно представить себе деятельность многих отраслей народного хозяйства без активного использования потоков оперативной информации, поступающей из космоса.

Космические информационные системы — первое практическое направление индустриализации космоса. Оно уже сегодня приносит реальные доходы многим странам, и суммы этих доходов исчисляются миллиардами. Завтра практическая значимость таких работ еще более возрастет.

В последние годы развернуты активные исследования и по другому направлению ин-



дустриализации космоса — космическому материаловедению и производству на космических аппаратах новых и улучшенных материалов. По оценкам специалистов, в ближайшие годы в космосе развернется промышленное производство разнообразных материалов — от полупроводников, используемых в микроэлектронике, до уникальных лекарств, которые помогут медикам намного лучше лечить целый ряд болезней.

Космическое производство в наши дни переживает период активного становления. И в СССР, и за рубежом выполнено большое количество технологических экспериментов. Их проводят на орбитальных станциях, на автоматических космических аппаратах.

Космическое материаловедение и производство — второе направление индустриализации космоса. А третье? Третье — энергетика. Это, конечно, проблема намного более сложная. В силу чего исследования космических энергетических систем и их возможной роли в индустриализации космоса не вышли пока из стадии проектных проработок. Подобные проекты очень интересны и нет сомнений —

в перспективе за многими из них большое будущее.

Кроме трех перечисленных направлений индустриализации космоса, необходимо назвать и еще одно, **четвертое, — космическое машиностроение.** Это специальная отрасль машиностроения, ориентированная на разработку перспективных изделий космической техники, их сборку и обеспечение функционирования непосредственно в условиях орбитального полета. Именно методы космического машиностроения будут положены в основу построения информационно-промышленных орбитальных комплексов будущего.

Итак, за 25 лет, которые прошли после первого полета человека в космос, четко оформились четыре основные направления индустриализации космоса. Что можно ожидать от них в течение следующей четверти века?

ГЛОБАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СЕТИ

Наступающий период индустриального освоения космоса будет характеризоваться непрерывным совершенствованием космических

информационных сетей, последовательным расширением их использования в самых различных отраслях промышленности, повышением на этой основе эффективности производства и интенсивности народного хозяйства. Предельным выражением этого процесса будет возникновение трехмерной информационно-промышленной инфраструктуры — единой информационной системы Земля — космос. Какими видятся этапы создания такой инфраструктуры?

Уже в ближайшие пять лет (1986—1990 гг.) предусматривается дальнейшее развертывание космических информационных систем. Искусственные спутники будут все более активно применяться в интересах исследования природных ресурсов Земли. Отличительная особенность предстоящего этапа этих работ — более широкое использование многодатчиковых систем измерений. Будут применяться приборы, функционирующие в видимой, ультрафиолетовой, инфракрасной, СВЧ областях спектра. Внедрение полупроводниковых приборов с зарядовой связью обеспечит высокую разрешающую способность аппаратуры. Будут внедрены также цифровые методы обработки информации.

Переоснащение космических аппаратов, предназначенных для дистанционного зондирования Земли, более совершенной техникой получения и обработки информации поведет к резкому повышению технико-экономической эффективности их практического использования. На той же методологической основе новое развитие получат работы по космическому мониторингу и оптимальному планированию мероприятий по охране окружающей среды и использованию природных ресурсов.

Существенного продвижения вперед можно ожидать и в области метеорологических наблюдений из космоса. Известны предпосылки повышения точности прогнозов погоды — это дальнейшее расширение метеорологической сети, повышение оперативности обработки космической информации, совершенствование синоптических методов и аппаратуры.

Новое развитие получат космические линии связи. Ежегодный оборот служб связи, использующих спутники, только в США достигает в настоящее время 1,5 миллиардов долларов. Перспективность таких систем общепризнана, и последующее расширение их сети

не может вызывать сомнений. В дальнейшем, во-первых, будет увеличиваться число спутников связи, расположенных на разных орбитах, включая геостационарную, и предназначенных для обслуживания как отдельных стран и районов, так и для межгосударственной связи. Во-вторых, ожидается значительное усовершенствование приемно-передающих ячеек. В-третьих, будут развиваться наземные приемно-передающие станции и сети коммуникаций.

Получат развитие системы прямого телевидения с борта спутника на бытовые телевизоры. Такой прием можно вести, используя антенны и усилители, стоимость которых не будет превышать цены обычного черно-белого телевизора. Системы прямого телевидения особенно перспективны для стран и регионов с невысокой плотностью населения.

Быстрый рост региональных и международных потоков информации, передаваемых через ИСЗ, приведет к тому, что в конце столетия будут разработаны новые типы спутников. Перспективные связанные спутники будут рассчитаны на большое число каналов — 10^5 и больше. Дальнейшее развитие получат линии межспутниковой связи, причем особое место будет отведено линиям, работающим в миллиметровом диапазоне, которые менее чувствительны к помехам и требуют менее громоздких антенн.

Появится возможность обеспечить двустороннюю радиотелефонную связь, используя сверхминиатюрные индивидуальные радиостанции, например в виде наручных часов. Будет повышено качество информации за счет использования на спутниках многолучевых направленных антенн.

Большое распространение получат новые виды информационного обслуживания: проведение видеотелеконференций, оперативная передача научно-технической, управленческой и другой информации; появятся новые формы организации просвещения и культурной жизни. Можно будет, не выходя из дому или из библиотеки, быстро получить практически любую информацию справочного характера, используя международные банки данных. Разумеется, становление новой индустрии услуг потребует постепенной организационной перестройки хозяйства, здравоохранения, научных исследований и просвещения, которые должны научиться активно использовать но-

вый производственный фактор — информационное поле планеты. Потребуется и соответствующее аппаратное обеспечение на Земле.

КОСМИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Условия на борту космического аппарата, летящего вокруг Земли, резко отличаются от тех, что существуют на ее поверхности. Это космический вакуум, скачки температуры на оболочке аппарата, жесткая компонента излучения Солнца, обычно поглощаемая атмосферой.

Однако все эти космические условия, когда требуется, инженеры давно научились создавать на Земле. Все, кроме одного — длительного состояния невесомости. На Земле такое состояние можно воспроизвести всего лишь на несколько секунд — в специальных башнях, внутри которых с большой высоты сбрасывается контейнер с приборами; на борту самолета, выполняющего полет по специально выбранной траектории.

Другое дело — космический полет: вращающийся вокруг Земли спутник находится в состоянии динамической невесомости, когда сила веса скомпенсирована силами инерции. На борту спутника состояние невесомости длится очень долго: месяцы и годы — пока продолжается космический полет.

Правда, полной невесомости на борту космического аппарата нет: он испытывает малые ускорения, обусловленные сопротивлением атмосферы; вентиляторы системы терморегулирования и другая аппаратура вызывают постоянные вибрации. Импульсные ускорения создают двигательные установки систем ориентации и коррекции.

Впервые измерения этих малых ускорений были выполнены с помощью специальных акселерометров на советской орбитальной станции «Салют-6». Оказалось, что постоянная составляющая невелика — не более 10^{-2} см/с². Амплитуда вибраций может быть больше: если, например, экипаж выполняет упражнения на беговой дорожке, она достигает 1 см/с². В беспилотном режиме полета возмущения минимальны.

Но что может дать невесомость? Отсутствие веса приводит к тому, что многие хорошо известные физические процессы протекают по-иному. Перестает действовать за-

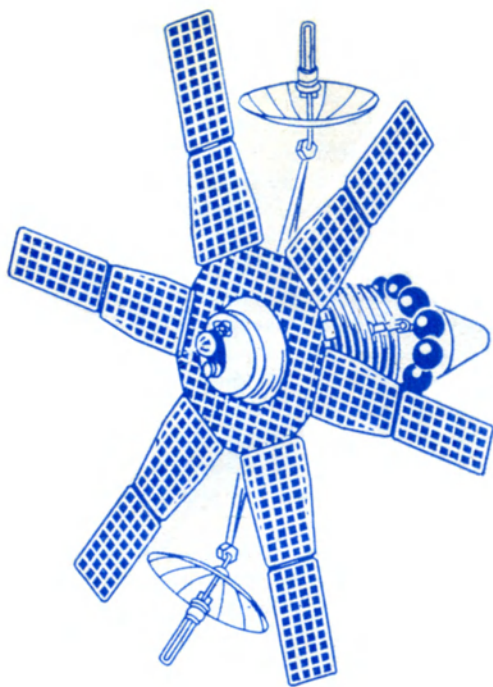
кон Архимеда, и, следовательно, можно в устойчивом виде получать жидкие смеси, которые на Земле сразу разделились бы по плотности. А если это расплавы металлов, стекол или полупроводников, то их можно охладить до температуры затвердевания прямо в космосе, а потом вернуть на Землю. Свойства таких веществ будут весьма необычными.

Не будет в космосе и обычной гравитационной конвекции. Специалисты по производству полупроводников хорошо знают: многие дефекты этих материалов обусловлены именно конвекцией. И биохимикам конвекция знакома тоже не с лучшей стороны: чтобы получить многие биологически активные вещества в особо чистом виде, используют методы электрофореза. Конвекция мешает решать и эту задачу...

Поэтому, когда появились долговременные орбитальные станции и автоматические космические аппараты, ученые, инженеры и технологи начали готовить эксперименты, направленные на то, чтобы проверить преимущества невесомости для производства материалов. Таких опытов провели много. В Советском Союзе они проводились на всех орбитальных станциях, начиная со станции «Салют-5». Использовались для этого космические автоматические аппараты, а также высотные ракеты. За десять лет, с 1976 года, в Советском Союзе на пилотируемых и автоматических космических аппаратах выполнено более 600 технологических экспериментов. Значительное количество экспериментов проведено также и за рубежом.

Эксперименты подтвердили: ученые правы, многие свойства материалов, полученных в невесомости, значительно лучше, чем у контрольных образцов на Земле. Но выяснилось и другое: чтобы правильно отобрать наиболее подходящие для производства в космосе вещества, создать оптимальные установки и выбрать технологические процессы, нужны специальные научные исследования. Необходимо развивать новую научную дисциплину — физику невесомости, теоретический фундамент космического материаловедения и производства.

И такая наука в основных чертах уже создана. Разработаны методы математического моделирования процессов гидромеханики невесомости с помощью ЭВМ. На борту ор-



и в Западной Европе. Во время полетов американского многоразового транспортного корабля «Спейс Шаттл» регулярно проводятся эксперименты по отработке аппаратуры и технологии производства методом электрофореза сверхчистого гормона. Заметим, что проводимые исследования напоминают детектив: американские фирмы «Мак-Доннелл-Дуглас» и «Орто Фармацевтикал», взявшиеся за решение такой задачи, опасаясь конкурентов, засекретили этот гормональный препарат. Из соображений секретности фирмы не стали доверять работу другим космонавтам — эксперименты на борту космического корабля ведет только сотрудник фирм. Зато о другом представителе американских фирм объявили открыто: от продажи этого гормонального препарата, который представляет собой новое эффективное лекарственное средство, они рассчитывают уже в 1988—1990 годах получать ежегодный доход в несколько миллиардов долларов...

Чтобы развернуть в космосе полномасштабное производство полупроводниковых монокристаллов, биологически активных препаратов и других материалов, мало ввести в строй технологические установки нового поколения. Потребуется и специальные космические аппараты. Исследования показали: на борту таких аппаратов необходимо свести к минимуму уровень ускорений. Нужны энергоустановки мощностью сначала в десятки, а затем и в сотни киловатт.

Чтобы производить материалы, удобнее всего использовать автоматические спутники-платформы с технологическим оборудованием, совершающие автономный полет. С помощью собственной двигательной установки время от времени эти спутники будут сближаться с базовой орбитальной станцией. Космонавты, находящиеся на станции, заменят образцы и в случае необходимости произведут ремонт оборудования.

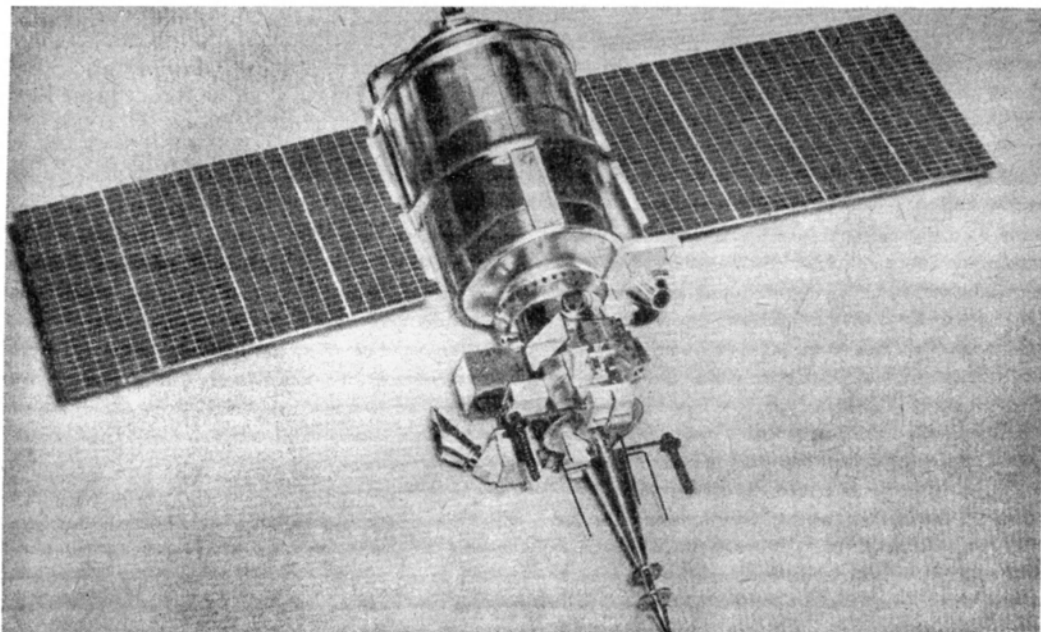
А исследования по-прежнему удобнее будет продолжать на станции. Здесь много новых перспективных задач. Вот одна из них. На Земле не удается выращивать достаточно крупные кристаллы белковых веществ — препятствует конвекция. В невесомости такие кристаллы вырастить можно и, доставив на станцию рентгенографическую аппаратуру, исследовать их структуру. Сведения, полученные в этих экспериментах, позволят уже в

битальных станций ведутся физические эксперименты — на станции «Салют-7» для этого используется, например, аппаратура «Пион-М».

Одновременно начаты испытания установок следующего поколения, которые предназначены для опытно-промышленного производства материалов в космосе. Одна из них — «Корунд» — уже прошла успешные испытания на станции «Салют-7»; она предназначена для выращивания в космосе полупроводниковых монокристаллов с уникальными свойствами.

Эксперименты в области полупроводникового материаловедения, выполненные на орбитальных станциях «Салют-6» и «Салют-7», позволили выделить классы полупроводниковых монокристаллов, производство которых выгодно начинать в космосе. Такие материалы будут использоваться для изготовления перспективных приемников инфракрасного излучения (кадмий — ртуть — теллур, свинец — олово — теллур), полупроводниковых лазеров (сульфид и селенид кадмия), СВЧ-приборов (арсенид галлия, фосфид индия).

Переход к опытно-промышленному производству в космосе уникальных материалов в ближайшие годы планируется также в США



земных лабораториях эффективно проводить работу по целенаправленной перестройке белков методами геной инженерии. Таким образом, в космосе можно будет не только производить новые материалы, но и получать ценную научную информацию, которая даст возможность организовать на Земле новые высокоэффективные технологические процессы.

Подготовка к опытно-промышленному и промышленному производству в космосе материалов активно ведется в СССР, США, Западной Европе, Японии. По оценкам американских специалистов, продажа только в США произведенных в космосе материалов будет давать к 2000 году доход около 60 миллиардов долларов.

КОСМИЧЕСКАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Опубликованы и широко обсуждались в печати проекты космических солнечных электростанций (КСЭ), предназначенных для энергоснабжения Земли. Такие станции массой около 50 000 т предлагалось расположить на геостационарной орбите на высоте 36 000 км

над поверхностью Земли. Громадные солнечные батареи и специальные преобразователи будут превращать лучистую энергию Солнца в СВЧ-излучение, хорошо сфокусированный поток которого направляется на Землю, где преобразуется в электрический ток промышленной частоты. Мощность КСЭ — около 10 ГВт.

Специалисты США выдвигали предложения создать сеть таких электростанций уже к концу столетия. Более обстоятельный анализ, однако, показал, что при этом не учитывался ряд важных факторов (Земля и Вселенная, 1981, № 6, с. 2.— Ред.). Стоимость таких КСЭ оказалась бы намного выше, чем предполагали авторы проектов. Потребовалось бы ввести в действие целый флот новых ракет-носителей колоссальной грузоподъемности. При полетах этих ракет поступит в атмосферу недопустимо большое количество окислов углерода и азота и других вредных веществ. Существовали и другие сомнения в целесообразности немедленного воплощения в жизнь проектов КСЭ.

В настоящее время возобладала более осторожная точка зрения на проблему КСЭ: проектные исследования продолжаются, но вопрос о реализации проектов отложен на

XXI век. Однако сами эти исследования оказались очень полезными: были найдены принципы построения высокоэффективных преобразователей энергии, изучены оптимальные способы передачи потоков СВЧ-излучения на Землю...

Если создание полномасштабных КСЭ отложено на XXI век, то до конца XX века реально другое — разработка космических солнечных энергоустановок мощностью до 100—300 кВт. Такие энергоустановки потребуются для работы космических аппаратов, входящих в состав глобальных информационных сетей, для производственных орбитальных комплексов.

Есть основания ожидать, что в 1986—1990 годах в разработке высокоэффективных и экономичных фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) энергии излучения Солнца в электрическую будут достигнуты новые существенные успехи. Необходимо обеспечить снижение стоимости и удельного веса фотопреобразователей, повышение их КПД и ресурса.

Для решения проблем ФЭП наиболее перспективны следующие направления: переход на тонкопленочную технологию и в первую очередь на использование аморфного кремния; разработка каскадных ФЭП на основе кремния, арсенида галлия и других полупроводниковых материалов.

ФЭП на основе аморфного кремния более технологичны, пригодны для производства солнечных батарей большой площади и в перспективе обеспечивают максимальное снижение стоимости. В Японии и США в настоящее время реализована технология непрерывного производства ФЭП на основе аморфного кремния на тонкопленочной подложке с КПД 10—12%. А для каскадных структур типа кремний — германий показана возможность повысить КПД до 18—24%.

По оценкам зарубежных специалистов, успехи в технологии производства ФЭП на основе аморфного кремния делают реальным снижение их стоимости уже к 1990 году до 0,5 долл./Вт. С этой целью необходимо разработать способы резкого повышения скорости осаждения кремния на подложку, улучшения свойств осажденного слоя, отработать методы получения каскадных структур.

Для создания космических энергоустановок большой мощности значительный инте-

рес представляют также каскадные ФЭП в сочетании с пленочными концентраторами излучения Солнца. Чтобы повысить эффективность энергоустановки, в ней можно использовать наряду с фотопреобразователем и машинный преобразователь турбинного типа.

Пленочные отражатели солнечного излучения в XXI веке могут найти и самостоятельное практическое применение при решении задач индустриализации космоса, например для ночного освещения отдельных районов Земли, а в более отдаленной перспективе — для фокусировки на наземные солнечные батареи повышенных потоков солнечного излучения. Производство на Земле дополнительной экологически чистой электроэнергии за счет использования солнечной радиации позволит пропорционально уменьшить расход минеральных топлив, в первую очередь нефти. Кроме того, увеличение инсоляции в отдельных районах позволит интенсифицировать деятельность агропромышленных комплексов.

Что касается космических энергоустановок мощностью до 1 ГВт и больше, то они могут найти применение для передачи хорошо сфокусированных потоков энергии, например в виде лазерного излучения, на межорбитальные транспортные буксиры, оснащенные электрическими ракетными двигателями. При значительном росте грузопотока между различными орбитами в околоземном пространстве такое решение окажется экономически выгодным. Однако для этого потребуются предварительно решить сложную научно-техническую задачу: создать достаточно эффективную лазерную энергоустановку, которая обеспечит преобразование в лазерное излучение энергии излучения Солнца. Вряд ли такую задачу удастся решить раньше начала XXI века.

КОСМИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

Выполнение всего рассмотренного круга сложных и многоплановых задач индустриального освоения околоземного космического пространства возможно лишь на основе качественно нового подхода к созданию самой космической техники. Информационные и энергопроизводственные орбитальные комплексы будущего необходимо строить на новых принципах.

Эти комплексы будут представлять собой сложные многофункциональные сооружения. В некоторых случаях в их состав наряду с базовой орбитальной станцией будут входить автономные модули и платформы, совершающие групповой полет по взаимно согласованным орбитам.

Чтобы обеспечить достаточно высокую экономическую эффективность, орбитальные комплексы должны быть легкими и недорогими. Рассчитанные на работу в невесомости, модули и узлы орбитальных комплексов можно располагать на ажурных фермах. Однако при выводе на орбиту эти конструкции должны выдерживать значительные перегрузки. Для их вывода в космос будут использоваться транспортные корабли с ограниченными габаритами грузовых отсеков. Чтобы согласовать такие противоречивые требования, космические конструкции должны быть в максимальной степени сборными.

Учитывая разноплановый характер конкретных задач индустриализации космоса, орбитальные информационно-промышленные комплексы должны также удовлетворять ряду других требований: универсальность, максимальная адаптируемость, возможность последовательных перестроек непосредственно на орбите. Очевидно, эти комплексы следует сооружать по модульному принципу. Конструкция орбитальных промышленных комплексов будет содержать системы автоматического демпфирования вибраций и ударных нагрузок, возникающих при стыковке транспортных кораблей.

Методы космического строительства орбитальных комплексов должны быть в высокой степени автоматизированными. При монтаже космических конструкций будут применяться дистанционно управляемые телероботы.

Имеются все основания рассматривать этот круг сложных операций, многие из них требуют принципиально новых технических решений, как новую отрасль промышленности — космическое машиностроение. Уже в ближайшие годы космическое машиностроение станет тем техническим фундаментом, на котором развернутся широким фронтом работы по индустриализации космоса.

Однако практическое значение космического машиностроения не ограничивается его ролью в индустриальном освоении космического пространства. Новые технические реше-

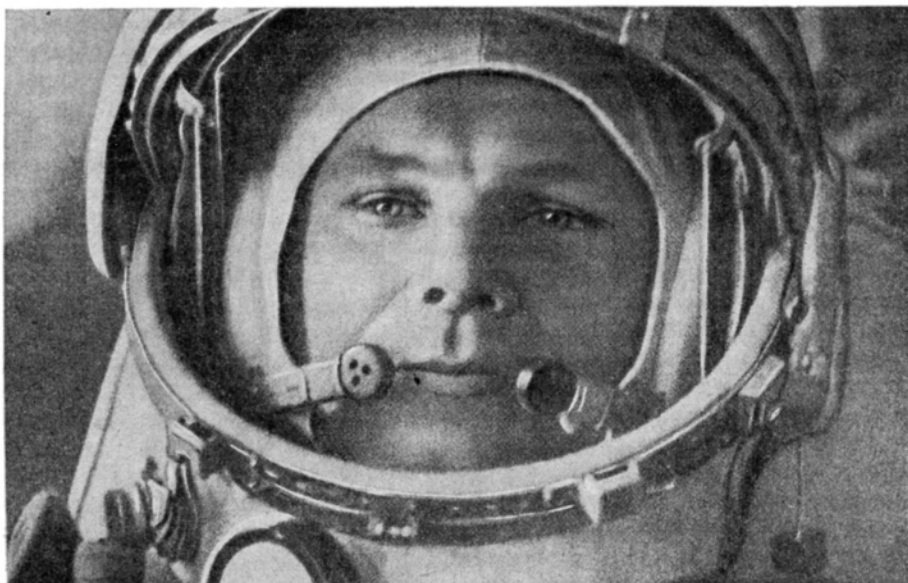
ния, перспективные технологические процессы, новые конструкционные материалы, несомненно, окажутся полезными и в других отраслях народного хозяйства: в результате внедрения передовых достижений они получат новый мощный стимул развития.

Нет сомнений, индустриализация космоса — достойная альтернатива планам его милитаризации, превращения в грозный источник опасности для самого существования жизни на нашей планете. Работы по индустриальному освоению околоземного космического пространства позволили бы объединить усилия всего человечества в целях решения стоящих перед ним проблем.

Создание глобальных информационных сетей и возникновение единого информационного поля планеты намного повысит эффективность использования того научно-технического потенциала, который накоплен человечеством, на качественно новый уровень переведет действующие каналы связи, позволит оперативно передавать потребителю практически неограниченные потоки информации, создаст новую индустрию услуг. Космическое производство даст новые уникальные материалы народному хозяйству, откроет новые перспективы перед здравоохранением. Космическая энергетика и машиностроение сообщат новый импульс развитию многих отраслей народного хозяйства, будут способствовать их оперативному переводу на рельсы интенсификации.

Но все эти перспективы могут превратиться в реальность при соблюдении одного главного условия — сохранения мира на Земле. И для советских людей, для всего прогрессивного человечества нет задачи более важной и благородной, чем отстоять на нашей планете мир, обеспечить ей светлое будущее.

К 25-летию полета Ю. А. Гагарина в космос



— Дорогие друзья, близкие и незнакомые, соотечественники, люди всех стран и континентов!

Через несколько минут могучий космический корабль унесет меня в далекие просторы Вселенной. Что можно сказать вам в эти последние минуты перед стартом! Вся моя жизнь кажется мне сейчас одним прекрасным мгновением. Все, что прожито, что сделано прежде, было прожито и сделано ради этой минуты. Сами понимаете, трудно разобраться в чувствах сейчас, когда очень близко подошел час испытания, к которому мы готовились долго и страстно. Вряд ли стоит говорить о тех чувствах, которые я испытал, когда мне предложили совершить этот первый в истории полет. Радость! Нет, это была не только радость. Гордость! Нет, это была не только гордость. Я испытал большое счастье. Быть первым в космосе, вступить один на один в небывалый поединок с природой — можно ли мечтать о большем!

Но вслед за этим я подумал о той колоссальной ответственности, которая легла на меня. Первым совершить то, о чем мечтали поколения людей, первым проложить дорогу человечеству в космос...

Счастлив ли я, отправляясь в космический полет! Конечно, счастлив. Ведь во все времена и эпохи для людей было высшим счастьем участвовать в новых открытиях...

Из заявления Ю. А. Гагарина
перед стартом 12 апреля 1961 года



*Оглядевшись Звено в
корабле-спутнике, я увидел,
как прекрасна наша планета.
Люди, будем хранить и приумно-
жить эту красоту, а не разру-
шать её! Гагарин*



ВЕЛИКОЕ СОБЫТИЕ В ИСТОРИИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА!

ОПРАВДА
13
1961

К КОМУНИСТИЧЕСКОЙ ПАРТИИ И НАРОДАМ СОВЕТСКОГО СОЮЗА! К НАРОДАМ И ПРАВИТЕЛЬСТВАМ ВНЕ СТРАНЫ! КО ВСЕМУ ПРОГРЕССИВНОМУ ЧЕЛОВЕЧЕСТВУ!

Историческое событие в истории человечества! 12 апреля 1961 года первый в мире советский космонавт Юрий Гагарин совершил полет в космос на борту советского космического аппарата «Восток» и совершил первый в истории человечества вылет в космос.

Первый человек, вышедший в космос, гражданин Советского Союза, Герой Советского Союза, полковник Юрий Алексеевич ГАГАРИН!

12 апреля 1961 года первый в мире советский космонавт Юрий Гагарин совершил полет в космос на борту советского космического аппарата «Восток» и совершил первый в истории человечества вылет в космос.



Самостоятельно вышедший в мир космоса космонавт Юрий Алексеевич ГАГАРИН!



ПЕРВОМУ КОСМОНАВТУ ЧЕСТИ И СЛАВЫ!



Высокие награды Родины космонавтам



Москва, Кремль, 30 декабря 1985 года.
После вручения наград. Слева направо:
летчики-космонавты СССР А. А. Волнов,
В. П. Савиных, член Политбюро ЦК КПСС,
Председатель Президиума
Верховного Совета СССР А. А. Громыко,
летчик-космонавт СССР В. В. Васютин

Фото ТАСС

Завершилась очередная экспедиция советских космонавтов на станцию «Салют-7». Экипаж орбитального комплекса в составе В. П. Савиных, В. В. Васютина и А. А. Волкова в течение более чем двухмесячного космического полета проделал большую работу. Был обогащен опыт применения космонавтики для народнохозяйственных целей. При этом летчик-космонавт СССР В. П. Савиных находился в космосе 168 суток. Он и В. А. Джанибеков впервые в отечественной практике осуществили стыковку транспортного корабля с неуправляемой станцией и восстановили ее работоспособность.

30 декабря 1985 года в Кремле член Политбюро ЦК КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР А. А. Громыко вручил отважным покорителям космоса награды Родины.

Указом Президиума Верховного Совета СССР за успешное осуществление космического полета на орбитальном научно-исследовательском комплексе «Салют-7» — «Союз» и проявленные при этом мужество и героизм **орденом Ленина** и **второй медалью «Золотая Звезда»** награжден Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР **В. П. Савиных**. В ознаменование подвига на родине Героя будет сооружен бронзовый бюст.

В соответствии с Указами Президиума Верховного Совета СССР звание **Героя Советского Союза** с вручением **ордена Ленина** и **медали «Золотая Звезда»** присвоено **В. В. Васютину** и **А. А. Волкову**. Им также присвоено звание **«Летчик-космонавт СССР»** и вручены почетные наградные знаки.

(По материалам ТАСС)



Радиоволны и ионосфера

Сделавшее первые робкие шаги на рубеже прошлого и нынешнего веков, радио, наряду с автотранспортом, авиацией, использованием атомной энергии и исследованием космоса, стало основной приметой, символом двадцатого века. Ни одна область знаний немислима сейчас без радио, оно стало едва ли не основным инструментом исследований. Статья рассказывает о том, как используются радиоволны для изучения ближайшей к Земле плазменной оболочки — ионосферы.

Наука о радиоволнах сравнительно молодая. Дата ее рождения — 1887 год. Проведя серию простых и изящных экспериментов с искровым разрядом, Г. Герц доказал тогда, что электромагнитные волны, предсказанные Дж. К. Максвеллом почти за тридцать лет до этого, действительно существуют. В России практическое значение опытов Герца оценил А. С. Попов: в 1896 году он передал первую в мире радиограмму на расстояние в 250 м.

В 1898 году итальянский радиотехник и предприниматель Г. Маркони, работавший в Англии, установил радиосвязь с Францией через Ла-Манш, а в 1901 году осуществил передачу радиосигнала через Атлантический океан. Так было положено начало радиосвязи на большие расстояния.

Вскоре А. Кеннели в Америке и О. Хевисайд в Англии независимо друг от друга высказали предположение: в верхней атмосфере Земли существует электрически проводящий слой, от которого отражаются радиоволны. Позднее слой этот был назван ионосферой.

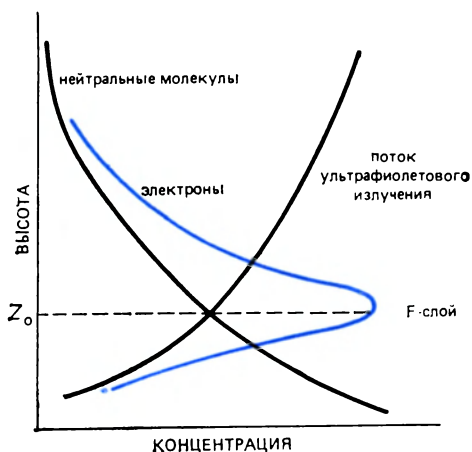
Развитая в начале века теория электромагнитных волн предсказывала, что для радиовещания на большие расстояния длинные волны предпочтительнее коротких. Поэтому в 20-х годах развилась радиовещание именно на таких волнах. Поскольку государствен-

ные радиостанции использовали длинные волны, то коротковолновые диапазоны целиком были оставлены любителям для связи на большие расстояния. Но к великому удивлению и восторгу, любители вскоре поняли, что, используя свои маломощные передатчики, они могут передавать сигналы даже через Атлантику! Причем чем выше была частота радиоволны, тем выше уровень принимаемого сигнала.

Возможность радиосвязи на коротких волнах вновь привлекла внимание исследователей к слою Кеннели — Хевисайда, как тогда называли ионосферу. Блестящие эксперименты в 1926 году выполнил английский профессор Э. В. Эплтон и его ученики. Они использовали очень медленное изменение частоты передатчика. В точку приема приходила как отраженная от ионосферы волна, так и прямая, распространявшаяся вдоль земной поверхности. При изменении частоты волны в точке приема чередовались максимумы и минимумы, связанные с интерференцией двух волн. Зная число максимумов, приходившихся на заданный диапазон изменения частоты, легко определить высоту отражения радиолуча. Позднее, в 1947 году Э. В. Эплтону была присуждена Нобелевская премия за выполненные им ионосферные исследования.

Одновременно с Эплтоном провели эксперименты Дж. Брайт и М. А. Тьюв в Америке. Они посылали вверх короткий радиоимпульс и через некоторое время принимали отраженное от ионосферы эхо. Измеряя время задержки и полагая, что радиоволны распространяются со скоростью света, они определили высоту, на которой произошло отражение радиоимпульса. Идея эта позднее легла в основу импульсного метода зондирования ионосферы, он стал применяться во всем мире.

Ныне существует глобальная сеть ионосферных станций, которые синхронно — раз в 15 минут — посылают серию импульсов на разных частотах и регистрируют время за-



Приходящий от Солнца поток ультрафиолетового излучения «бомбардирует» нейтральные молекулы атмосферы, которые распадаются на свободные электроны и положительные ионы. На высоте Z_0 в ионосфере образуется слой F, где наблюдается максимум ионизации

держки на ионограммах. Затем предварительно обработанные результаты поступают в Мировые центры данных для дальнейших обобщений.

КАКАЯ ОНА — ИОНОСФЕРА?

Своим существованием ионосфера обязана ультрафиолетовому излучению Солнца. Поток его, достигая земной атмосферы, бомбардирует нейтральные молекулы, в результате чего образуются свободные электроны и положительные ионы. Ионизирующий поток солнечного излучения постепенно ослабевает, встречая все более плотные слои атмосферы, и на некоторой высоте над Землей формируется максимум ионизации (Земля и Вселенная, 1981, № 5, с. 42.— Ред.).

Что же мы знаем сегодня о свойствах ионосферы? Известно, что она расслаивается на несколько областей — слои E, F, D. Ночью эта структура проще, чем днем — выделяются только два слоя: слой E на высоте 80—120 км и слой F на высоте 250—300 км.

После длительных наблюдений было установлено, что состояние ионосферы сильно зависит от активности Солнца. В частности,

в изменении величины максимумов ионизации отчетливо прослеживаются одиннадцатилетние циклы солнечной активности. Это позволяет создавать долговременные прогнозы состояния ионосферы по всему земному шару, что очень важно для радиосвязи.

Качественно новая информация об ионосфере стала поступать в 60-х годах. В 1962 году на американском спутнике «Алуэтт» действовала ионосферная станция, которая осуществляла зондирование ионосферы не снизу (с Земли), а сверху — из космоса. Позднее на орбиту было выведено множество приборов, которые измеряли различные параметры ионосферы: концентрацию заряженных частиц, температуру, уровень естественного шумового радиоизлучения, интенсивность потоков частиц высоких энергий и рентгеновского излучения, напряженность магнитного поля. С помощью счетчиков Гейгера, установленных на первых советских спутниках под руководством академика С. Н. Вернова, в 1958 году были открыты радиационные пояса Земли. Позднее была обнаружена сложная структура ее магнитного поля, определены границы магнитосферы и ее основные структурные особенности и многое, многое другое. И конечно, данные измерений передавались со спутников на Землю с помощью радио.

Поток плазмы, идущий от Солнца, приблизившись к Земле, встречает на своем пути препятствие в виде геомагнитного поля. Солнечный ветер обтекает его и в результате формируется магнитосфера Земли. Граница ее с солнечной стороны располагается на расстоянии примерно в 10 радиусов Земли, в противоположном направлении магнитосфера вытягивается в виде огромного хвоста, достигающего орбиты Луны (Земля и Вселенная, 1979, № 4, с. 33.— Ред.). Ионосфера в этой схеме — начало околоземного космоса. Ее пронизывают все силовые линии магнитного поля Земли. Особенно велика роль приполярных широт, на них проецируются области особых точек магнитосферы — граница, разделяющая замкнутые силовые линии и разомкнутые, уходящие в магнитосферный хвост. Поскольку плазма солнечного ветра, обтекая Землю, движется сквозь ее магнитное поле, то должны появляться электрические силы, подобные силам в роторе динамомашин. В результате возникает большое электрическое поле, именуемое магнитосфер-

ным динамо. Плазма солнечного ветра очень разрежена (несколько частиц на кубический метр) и потому имеет малую проводимость в направлении, поперечном магнитному полю. Вдоль магнитного поля проводимость как солнечной, так и магнитосферной плазмы весьма велика. Поэтому силовые линии магнитного поля магнитосферы можно считать эквипотенциальными, это некое подобие электрическим проводам.

Возникающие на границе магнитосферы электрические потенциалы оказываются приложенными к ионосфере, проводимость которой поперек магнитного поля на много порядков выше. Таким образом, ионосфера служит своеобразным шунтом магнитосферного динамо, и те или иные «броски» потенциала (из-за неоднородностей солнечного ветра) разряжаются токами в ионосфере, преимущественно приполярной. Именно эти токи и объясняют «странное» поведение стрелки компаса во время магнитной бури.

Исключительно важную роль в динамике магнитосферно-ионосферных процессов играет слой E. Объясняется это тем, что проводимость плазмы определяется отношением частоты столкновений частиц ν к частоте их вращения в магнитном поле ω_H . Если $\omega_H \gg \nu$, то говорят: плазма замагничена, если же $\nu \gg \omega_H$ — плазма изотропна. С этой точки зрения замагниченной можно считать плазму слоя F, изотропной — слоя D. В ионосферном слое E картина сложнее. Здесь проводимость электронов описывается формулами замагниченной плазмы, а ионов — изотропной. Поскольку тут основной вид столкновений — это столкновения с нейтральными молекулами, то когда последние участвуют в направленном движении (обычный ветер), они увлекают за собой ионы. Электроны же тормозятся магнитным полем. Возникает эффект ионосферного динамо, который объясняет среднеширотные вариации магнитного поля Земли. Интенсивность этих токов в десятки и сотни раз слабее, чем токов в приполярных областях.

АКТИВНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

В начале 70-х годов в ионосферных центрах США (Боулдер) и СССР (Горький) почти одновременно были созданы мощные экспериментальные ионосферные станции (ЭИС). От стандартных ионозондов они отличались

высокой мощностью (более чем в 100 раз) и специальными антеннами, позволяющими формировать вертикальный узконаправленный радиолуч (шириной порядка 15°). Чем же была вызвана необходимость создания подобных станций? Дело в том, что когда сильно выросла мощность передающих радиостанций, в ионосфере стали наблюдаться явления, которые не могла объяснить линейная теория радиоволн — она не учитывала влияния самих радиоволн на среду. Одним из первых замеченных нелинейных эффектов был Люксембург-Горьковский эффект. Его обнаружили в 1933 году В. Д. Телледжен в Западной Европе и советский коротковолновик-радиолоуцитель Ф. А. Лбов в Горьком. Оба они заметили, что, принимая волны передатчика небольшой мощности, одновременно можно прослушивать программу другой более мощной радиостанции, работающей совсем на другой частоте. В Западной Европе такое мешающее влияние производила радиостанция «Люксембург», а в Горьком обнаружилось влияние московской радиостанции имени Коминтерна. Эффект этот, известный еще под названием **кросс-модуляции**, по сути своей — следствие взаимодействия радиоволн с ионосферной плазмой. Теория подобных и многих других явлений, связанных с распространением радиоволн в ионосфере, получила широкое развитие в трудах академика В. Л. Гинзбурга и представителей созданной им школы советских радиофизиков.

Именно для целенаправленного исследования нелинейных процессов в ионосфере и были созданы мощные ЭИС. Первые же серии экспериментов на новых установках дали богатый урожай — удалось открыть неизвестные ранее физические эффекты. Например, оказалось, что под влиянием мощной радиоволны в слое F ионосферы возникают сильные неоднородности различных масштабов, радикально меняющие условия прохождения радиоволн через область возмущения. Так от пассивного наблюдения за ионосферными параметрами ученые перешли к активному воздействию на них. И новое направление получило название активного метода исследования.

Существует класс физических эффектов, которые связаны с процессами в нижней ионосфере (высота 60—90 км). Исследования горьковских ученых в этом направлении воз-

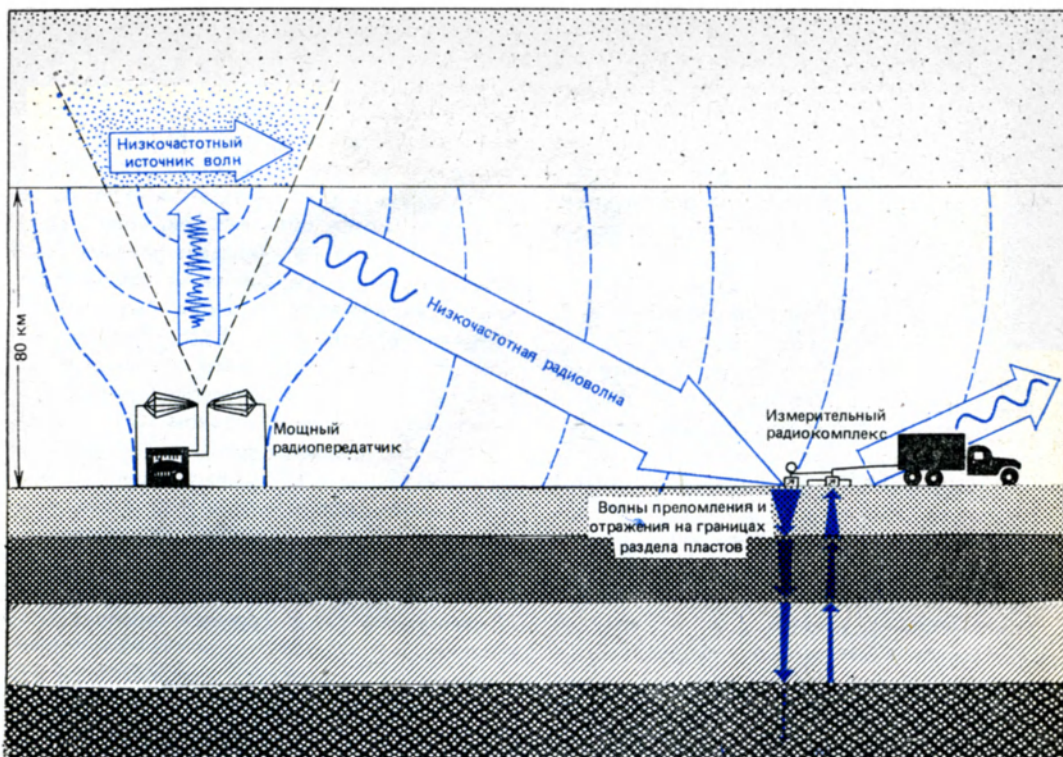


Схема электроразведки земных недр на основе эффекта Гетманцева. Мощный радиопередатчик посылает в нижнюю ионосферу модулированное излучение низкой частоты. В «освещенной» области формируется вторичный источник низкочастотных радиоволн. Попадая на границы воздух — Земля и пластов с различной проводимостью, низкочастотные волны преломляются и отражаются. Суммарное поле на поверхности определяется всей структурой нижележащего пространства (на схеме стрелка указывает направление НЧ-волны, ширина стрелки пропорциональна амплитуде волны). Изменяя в заданной точке поверхностный импеданс и изменяя частоту модуляции передатчика в заданных пределах, можно определить зависимость импеданса от частоты. По результатам измерений на большой площади исследуемого региона можно построить карты изолиний поверхностного импеданса, на которых будет отражено залегание геологических структур

главил известный советский радиофизик профессор Г. Г. Гетманцев. Под его руководством в 1973 году группе горьковчан, в которую кроме автора этой статьи входили

Н. А. Митяков, В. О. Рапопорт и В. Ю. Трахтенгерц, удалось обнаружить новое явление. При работе ЭИС в режиме амплитудной модуляции на частоте 5,75 Мгц низкочастотный приемник, удаленный от передатчика на 200 км и настроенный на частоту модуляции в диапазоне 1—6 кгц, принимал электромагнитные сигналы именно на этой частоте. Некоторые свойства этих сигналов — мы называем их сигналами комбинационной частоты (СКЧ) — косвенно указывали, что сигналы генерируются в нижней ионосфере. Хотя их амплитуда была невелика и приходилось специально выделять сигналы из шумов, амплитуда была все же на несколько порядков больше, чем это следовало из оценок известных нелинейных эффектов.

Результаты эксперимента мы предложили объяснить таким образом. Как уже говорилось, в E-слое протекают постоянные электрические токи. Поскольку в возмущенной области ионосферы, аналогично эффекту кросс-модуляции, возникает модуляция частоты столкновения, то возникает и модуля-

ция сопротивления (величина его обратно пропорциональна проводимости) постоянному электрическому току. В возмущенной области появляется пульсирующая (в такт с частотой модуляции высокочастотной радиоволны) переменная составляющая тока. И ток этот (как следует из уравнений электродинамики) должен излучать радиоволны. Именно их-то мы и регистрировали в нашем эксперименте. Мы поставили несколько дополнительных экспериментов и в одном из них удалось довольно точно определить высоту генерации вторичных волн. Оказалось, что она действительно попадает в нижнюю ионосферу. Предложенный механизм, кроме того, позволил предсказать, что в приполярных областях, где сила естественных электрических токов намного больше, и новый нелинейный эффект должен быть сильнее. Эксперимент, проведенный на этот раз в высоких широтах, осуществили ученые Полярного геофизического института А. Н. Васильев, И. Н. Капустин, Р. А. Перцовский, О. М. Распопов и В. С. Смирнов. Они обнаружили явную зависимость амплитуды сигнала комбинационной частоты от параметров высокоширотных ионосферных токов, которые контролировались сетью наземных магнитометров.

Таким образом, было окончательно доказано, что существует явление генерации низкочастотных электромагнитных волн ионосферными токами под воздействием модулированного радиоизлучения. Новый эффект в 1980 году был занесен в Государственный реестр открытий под номером 231, а ученые из Горького и Апатит получили дипломы на открытие. В честь руководителя работ обнаруженное явление получило название «эффект Гетманцева».

ОТ ОТКРЫТИЯ — К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

Каковы же перспективы практического использования эффекта Гетманцева? Во-первых, СКЧ, зарождающиеся в самых нижних слоях ионосферы, естественно, несут информацию о ее параметрах. Знать эти параметры важно, особенно связистам, так как именно в нижней ионосфере поглощаются радиоволны. А ведь хотя нижняя ионосфера ближе всего к Земле, она остается почти недоступной для постоянного контроля. Стандартные ионзонды ее «не чувствуют», так как в ней еще

низка концентрация электронов, спутники же на этих высотах не летают — здесь велика концентрация молекул, тормозящих космические аппараты. Во-вторых, естественное низкочастотное радиоизлучение, генерируемое заряженными частицами в магнитосфере, играет важную роль в динамике радиационных поясов Земли, влияет на их устойчивость. Создав новый искусственный источник низкочастотных волн, ученые получают возможность «рассмотреть» тонкости процессов его воздействия на частицы радиационных поясов.

Есть и еще одна, на первый взгляд неожиданная область, где можно применить эффект Гетманцева. Это электромагнитное зондирование Земли. Обычно в теории распространения радиоволн Земля считается бесконечно проводящей. На самом же деле она обладает конечной проводимостью (поэтому радиоволны проникают под поверхность Земли только на определенную глубину, называемую скин-слоем, и зависит эта глубина от состава пород). Величина земной проводимости однозначно определяется отношением амплитуд горизонтальных компонент электрического и магнитного полей волны, измеряемых на поверхности, — импедансом.

Разведочная геофизика, как правило, использует сигналы длинноволновых радиостанций. Но эти радиостанции позволяют «заглянуть» в недра на глубину всего нескольких метров, что объясняется зависимостью толщины скин-слоя от частоты — чем ниже частота, тем больше скин-слой. Иногда используют естественные колебания магнитного поля Земли в диапазоне долей герца (короткопериодные колебания, генерируемые в магнитосфере Земли). Но по измерениям импеданса на таких крайне низких частотах можно судить лишь о самых глубоких слоях земной коры. К тому же неопределенность местоположения магнитосферных источников и их размеров затрудняет интерпретацию данных.

Использование же эффекта Гетманцева для зондирования недр позволяет применить частоты килогерцевого диапазона и получить сведения об электрических свойствах пород на всех глубинах, интересующих геологов-практиков. Для нужд геофизики можно использовать существующую в нашей стране сеть вещательных радиостанций. Предварительные эксперименты показывают, что радиус обла-

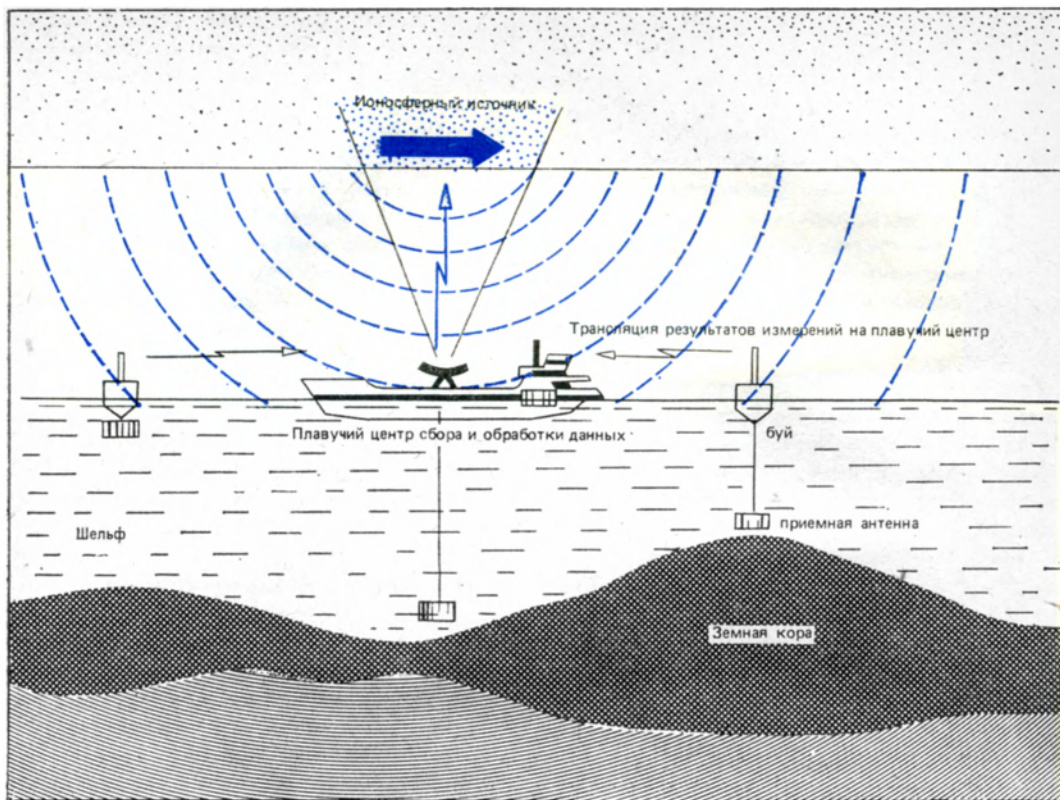


Схема электромагнитного зондирования земной коры на шельфе с использованием эффекта Гетманцева. На специальном судне устанавливается мощный радиопередатчик. Электрическое и магнитное поле регистрируются на выносных буйах, откуда информация по телеметрическим каналам передается на судно. Метод особенно эффективен на шельфе северных морей, поскольку в полярной ионосфере эффективность ионосферного источника многократно возрастает

сти, «обслуживаемой» одной установкой, может достигать тысячи километров. В районе исследований располагается мобильный измерительный комплекс, оснащенный специальными антеннами, чувствительными к горизонтальным компонентам магнитного и электрического полей. По результатам измерений можно будет построить карты изолиний равного уровня импеданса в зависимости от частоты волны. И по таким картам делать выводы о строении недр на разной глубине.

Большую пользу новый метод может при-

нести и при разведке полезных ископаемых на континентальном шельфе. Однако для электроразведки на море необходимо переходить на диапазон радиоволн с частотой в доли герца. Эксперименты, проведенные в нашей стране и за рубежом, показывают, что в этом диапазоне также возбуждаются электромагнитные сигналы ионосферным источником. Но радиус области, в которой можно вести уверенные наблюдения, тут значительно меньше — несколько десятков километров. Поэтому для использования эффекта Гетманцева в разведке на шельфе необходимо устанавливать мощный нагревный передатчик на специальном судне или платформе. Датчики поля можно разместить на выносных буйах, а результаты измерений передавать на судно по телеметрическим каналам в УКВ-диапазоне.

Все эти приложения эффекта Гетманцева в известной мере умозрительны. Пока это скорее предложения. И немало еще требуется усилий, чтобы они получили практическое осуществление.



Черная дыра как тепловая машина и квантовый источник энергии

При определенных условиях во Вселенной черные дыры могут работать как энергетические машины. Возможно, в далеком будущем подобные «машины» будут использоваться человеком.

ЧЕРНАЯ ДЫРА КАК ТЕПЛОВАЯ МАШИНА

Рассмотрим некоторые принципиальные стороны работы такой необычной энергетической машины. При этом будем широко пользоваться методом мысленного эксперимента, чтобы яснее выделить основные особенности процессов. Попытаемся заставить черную дыру работать в качестве тепловой машины. Для работы всякой тепловой машины необходим перепад температур между нагревателем и холодильником. Если $T_{\text{нагр.}}$ — температура нагревателя, $T_{\text{хол.}}$ — температура холодильника, то согласно законам термодинамики коэффициент полезного действия (кпд) идеальной тепловой машины по формуле Карно равен $1 - T_{\text{хол.}}/T_{\text{нагр.}}$. Понятно, что чем меньше температура холодильника, тем больше кпд.

Казалось бы, черная дыра является идеальным холодильником. Она безвозвратно все поглощает и поэтому ничего не излучает. Значит, ее температура равна нулю и кпд тепловой машины с черной дырой в качестве холодильника равен единице.

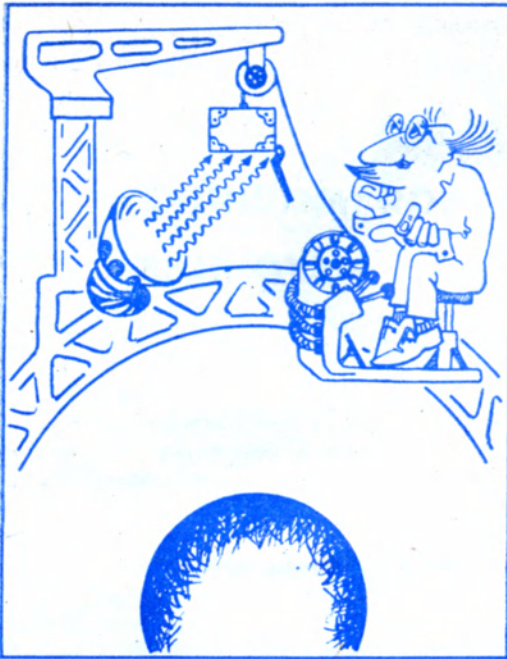
Американский физик Дж. Бекенштейн провел анализ работы такой тепловой машины. В простейшем виде она сводится к разновидности машины, опускающей груз в черную дыру (подробнее об этом см. статью Д. А. Киржница, В. П. Фролова — «Природа», 1982, № 11). Будем опускать на тросе в черную дыру контейнер с излучением, имеющим температуру $T_{\text{нагр.}}$. Подведя его к границе

черной дыры (называемой горизонтом), отроем крышку в дне контейнера. Тогда все излучение уйдет в черную дыру. После этого поднимем контейнер к искусственной сфере, построенной вокруг черной дыры. Опускаемый контейнер был тяжелее поднимаемого на величину массы излучения $m_{\text{изл.}}$. Для подъема контейнера, следовательно, затрачено меньше энергии, чем получено при его опускании. **Разность этих величин и есть полезная работа** нашей машины за один цикл.

При опускании груза в поле тяготения всегда выделяется энергия. Если опускать груз к самому горизонту, то оказывается, что выделяется вся его энергия покоя mc^2 . Значит, если бы все тепло в виде излучения сбрасывалось из контейнера в черную дыру с уровня горизонта событий, то полезная работа равнялась бы всему количеству тепла и кпд машины был бы равен единице.

Но вот тут-то и проявляется квантовая природа излучения. Дело в том, что контейнер с излучением не может быть очень маленьким. Его размеры не могут быть меньше длины волны излучения, находящегося в нем. При температуре $T_{\text{нагр.}}$ характерная длина волны излучения есть $\lambda = \hbar c/kT_{\text{нагр.}}$ (\hbar — постоянная Планка, k — постоянная Больцмана). Если дно контейнера опустить до горизонта, то верхняя крышка контейнера с излучением не дойдет до него по крайней мере на величину λ . А это значит, что доля λ/r_g излучения в контейнере не будет превращена в полезную работу.

Таким образом, кпд машины будет меньше единицы на величину λ/r_g или, если подставить значение λ , — на $\hbar c/kT_{\text{нагр.}}r_g$. Сравнение этого выражения с формулой Карно показывает, что в данном случае черная дыра ведет себя так, как будто ее температура



Четыре этапа «работы» черной дыры в качестве тепловой машины. Контейнер с зернальными стенками поднят на искусственную сферу и заполняется излучением

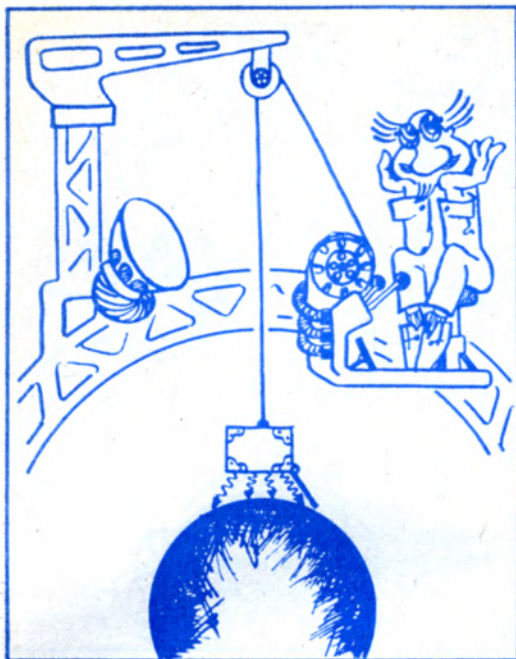
Контейнер с закрытой крышкой опускается к черной дыре и раскручивает канат динамомшины, которая дает ток

$T_{ч.д.} \approx \hbar c / kr_g$, а вовсе не нуль! Что это — просто случайная аналогия с температурой, выступающая при анализе работы тепловой машины с черной дырой в качестве холодильника, или нечто гораздо более глубокое, связанное с квантовыми свойствами черной дыры? Мы увидим, что приведенное выражение для температуры черной дыры $T_{ч.д.}$ имеет глубокий физический смысл и отражает одно из важнейших ее свойств. Но сначала напомним некоторые физические свойства вакуума.

КВАНТОВОЕ РОЖДЕНИЕ ЧАСТИЦ

Согласно современным представлениям, вакуум, то есть пустота, в которой нет никаких реальных частиц, никаких реальных квантов физических полей, тем не менее не является абсолютной пустотой, «совершенным ничем». Он представляет собой «море» всевозможных виртуальных частиц и античастиц. Они не проявляются как реальные частицы.

Но в вакууме все время происходит рождение на короткое время пар виртуальных частиц и античастиц, тут же уничтожающихся. Они не могут превратиться в реальные частицы, так как это означало бы появление реальной энергии, которой взяться в пустоте неоткуда. И только на короткий миг соотношение неопределенности квантовой физики позволяет появиться частицам. Это соотношение утверждает, что произведение времени жизни виртуальной пары частиц (t) на их энергию (E) будет порядка постоянной Планка \hbar ($Et \approx \hbar$). Реальные частицы всегда можно убрать из какого-то объема пространства. Но процессы с виртуальными частицами, в принципе, неустранимы. Таковы свойства пустоты. Если имеется какое-либо сильное поле, то под действием его некоторые виртуальные частицы за короткое время их существования могут набрать достаточную энергию, чтобы стать реальными. Энергия при этом черпается из внешнего поля. Так в сильном поле может происходить рождение реальных частиц из вакуума за счет энергии поля.

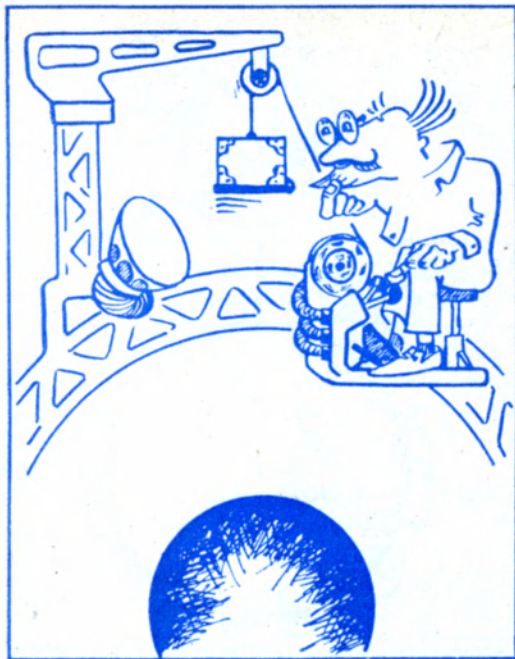


Непосредственно у поверхности крышка открывается и излучение уходит в черную дыру

Этот факт давно и хорошо известен. Что он дает в применении к проблеме черных дыр?

Оказывается, такой квантовый процесс приводит к превращению внутренней энергии черной дыры в излучение, в результате чего площадь поверхности черной дыры уменьшается. Это открытие было сделано английским физиком С. Хоукингом в 1974 году. На первый взгляд эффект Хоукинга противоречит всему, что известно о черных дырах. Ведь хорошо известно, что никакое излучение из черных дыр выйти не может, не может уменьшиться площадь поверхности черной дыры, и вдруг встречаемся с прямо противоположным утверждением.

Попробуем хотя бы приблизительно пояснить в чем здесь дело. Весьма существенно, что рассматриваемый процесс имеет квантовый характер. Виртуальные частицы в вакууме из-за соотношения неопределенности рождаются на некотором расстоянии друг от друга. В случае поля тяготения черной дыры одна частица может родиться **вне горизонта**, другая — **под горизонтом**. Та, что родилась вне горизонта, может улететь в пространство, дру-

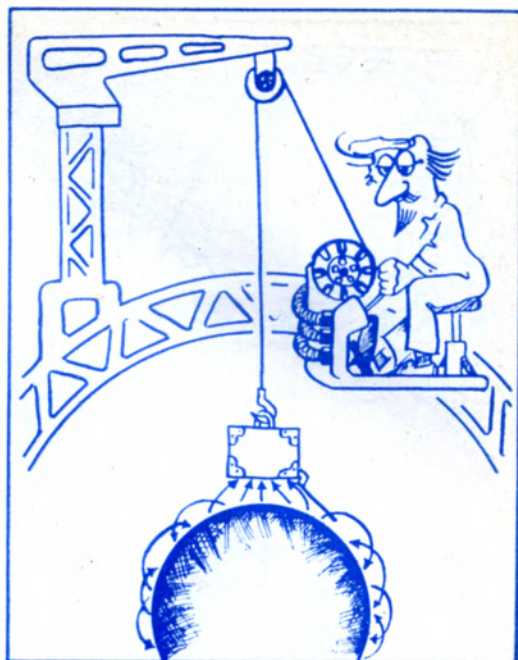
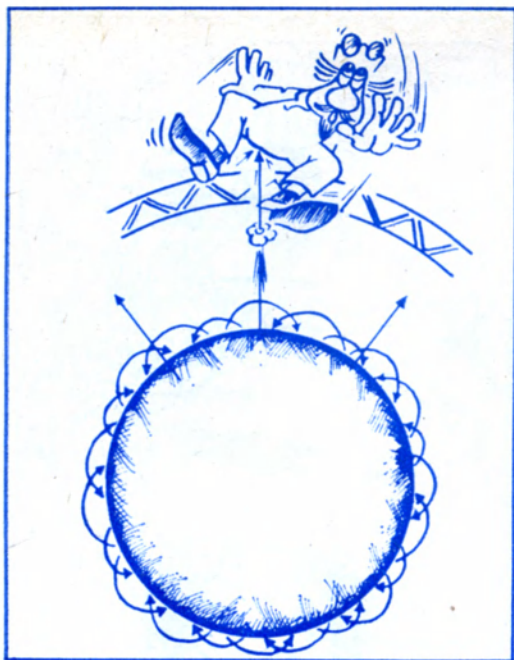


Пустой контейнер поднимается к искусственной сфере

гая же частица будет падать в черную дыру и никогда не уйдет к далекому наблюдателю. Вновь слиться и исчезнуть, как это случается с виртуальными частицами в вакууме вдали от черной дыры, вне ее сильного поля тяготения, частицы уже не могут. Так возникает **поток частиц от черной дыры в пространство**, расходуется энергия черной дыры, уменьшается размер горизонта событий (то есть размеры самой черной дыры). Еще раз подчеркнем, что это возможно из-за специфических особенностей квантовых процессов.

С. Хоукинг показал: черная дыра излучает энергию так, как будто ее поверхность нагрета до температуры $T_{ч.д.} = \frac{\hbar c}{4\pi k r_g}$. Эта температура с точностью до численного множителя совпадает с тем примерным значением, которое нашел Дж. Бекенштейн при разборе работы тепловой машины с черной дырой. Значит, найденная им температура черной дыры действительно имеет прямой физический смысл.

Следует сразу же подчеркнуть, что температуры черных дыр звездной массы совершенно ничтожны. Так у черной дыры в $10 M_{\odot}$ $T = 10^{-6}$ К. В выражении для температуры гравитационный радиус входит в знаменатель,



Рождающиеся вблизи черной дыры фотоны не могут улететь в пространство, так как поле тяготения заставляет их падать в черную дыру. Только фотонам, движущимся почти точно по радиусу, удастся улететь от черной дыры

следовательно, для сверхмассивных черных дыр температура их вовсе пренебрежима.

Квантовые потоки энергии от звездных и сверхмассивных черных дыр очень малы. Несколько позже мы приведем их численные значения.

Уходящие наружу кванты совершают работу против сил тяготения, и поэтому их энергия падает. Вблизи от черной дыры энергия квантов, а значит и соответствующая температура, существенно больше. Поэтому, если наблюдатель вдали от черной дыры видит, что ее излучение соответствует температуре $T_{ч.д.}$, то наблюдатель вблизи горизонта событий будет считать, что от горизонта идет излучение существенно большей температуры. Не все излучение, проходящее мимо наблюдателя вблизи горизонта, уходит в пространство. Большая его часть, имеющая хоть сколь-нибудь заметный угол распространения с направлением радиуса, очень сильно искривляется гигантским полем тяготения и снова уходит вниз к черной дыре. Только излуче-

Контейнер заполняется рождающимися фотонами и после закрывания крышки поднимается к искусственной сфере

ние, идущее почти точно по радиусу, способно уйти от черной дыры.

Здесь необходимо подчеркнуть, что сильное поле тяготения вблизи горизонта изменяет движение также и виртуальных частиц, как говорят, **поляризует вакуум**. Вклад в потоки энергии от виртуальных и реальных частиц оказывается не четко разделенным, и вблизи горизонта нельзя строго отделить поляризацию вакуума от реальных частиц. Явление поляризации вакуума порождает столь странное состояние, которое характеризуется **отрицательной плотностью энергии**. Оказывается, что при положительном потоке реальных частиц, уходящих в пространство, существует поток отрицательной энергии внутрь черной дыры. Этот поток и приводит к уменьшению массы черной дыры, к уменьшению ее размеров.

КВАНТОВЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ

Чем меньше масса черной дыры, тем выше ее температура, тем быстрее идет процесс превращения массы черной дыры в излучение. Мощность излучения определяется выражением $P=10^{-20} \text{ эрг/с}(M/M_{\odot})^{-2}$. Как уже

было сказано, черные дыры звездной массы излучают ничтожно мало. В естественных условиях они поглощают гораздо больше энергии в виде падающего на них излучения или разреженного вещества. Но достаточно малая черная дыра может излучать энергию в заметном темпе, и к ней, как к источнику энергии, следует отнестись серьезно. Так, черная дыра с массой 10^{15} г (масса небольшой горы) будет испускать 10^{17} эрг/с на протяжении 10 миллиардов лет. Температура ее при этом около 10^{11} К (то есть в десять тысяч раз больше, чем температура в недрах Солнца), размеры — сверхмикроскопические, они порядка размеров атомного ядра.

Если чрезвычайно медленный процесс, относящийся к потере энергии черной дырой звездной массы на квантовое излучение, называют **квантовым испарением**, то излучение энергии маломассивными черными дырами испарением уже не назовешь — это вполне реальное свечение. В ходе такого свечения масса черной дыры уменьшается во все возрастающем темпе. Когда масса черной дыры уменьшится до тысячи тонн, температура ее излучения достигнет 10^{17} К. Процесс излучения превращается во взрыв. Последние тысячи тонн дыра взрывает за одну десятую долю секунды, выделяя 10^{30} эрг энергии, что соответствует взрыву одного миллиона мегатонных водородных бомб.

Таким образом, квантовое выделение энергии маломассивными черными дырами весьма эффективно (см. статью И. Д. Новикова, А. Г. Полнарева — «Природа», 1980, № 7).

МОЖНО ЛИ БЫСТРО «ВЫЧЕРПАТЬ» ЭНЕРГИЮ ИЗ ЧЕРНОЙ ДЫРЫ?

Итак, черные дыры сами, без всяких внешних воздействий, теряют запасенную в них энергию путем квантового излучения. Правда, как мы уже видели, для черных дыр звездного происхождения теряемая энергия ничтожна. Нет ли какого-либо способа существенно ускорить этот процесс? Канадский физик Вильям Унру и американский физик Роберт Уолд показали в 1983 году — такой способ существует.

Прежде чем познакомиться с этим способом, сделаем еще несколько замечаний о вакууме. Доказано, что при отсутствии поля тяготения в пустом пространстве (вакууме) должен наблюдаться следующий эффект. Если

взять детектор каких-либо частиц (например, фотонов) и начать двигать его с ускорением a , то детектор начнет считать частицы, как будто он находится не в вакууме, а, как говорят физики, в тепловой бане. Температура этой «бани» определяется ускорением:

$$T = \hbar a (2\pi k c)^{-1} = 10^{-42} K (a \text{ см/с}^2),$$

здесь k — постоянная Больцмана. При достижимых в лабораториях ускорениях, разумеется, эта температура ничтожна. Но принципиально важно: ускоренный детектор регистрирует виртуальные вакуумные частицы как реальные! То, что наблюдатель, не испытывающий ускорения, считает вакуумом, вовсе не вакуум в обычном смысле слова для ускоренного наблюдателя.

Вернемся к черной дыре, находящейся в вакууме. Наблюдатель, покоящийся вблизи ее горизонта, испытывает, как мы знаем, огромное ускорение $a = GM/R^2 \sqrt{1 - \frac{r_g}{R}}$. Поэтому он, образно говоря, будет находиться как бы в «бане» теплового излучения. Несколько упрощенно можно сказать, что здесь много **квантов теплового излучения**.

Траектории квантов столь сильно искривляются в поле тяготения, что они не могут уйти в пространство. Таким образом, мы здесь с несколько иной точки зрения описали картину возникновения процесса Хоукинга, предствленную в предыдущих разделах. Еще раз напомним: вблизи черной дыры очень трудно четко определить, что такое реальный возникший квант, пока он не улетел достаточно далеко.

Уместно провести следующую аналогию с генерацией электромагнитных волн в классической, неквантовой физике. Если мы находимся вблизи генератора на расстоянии меньше длины испускаемой волны, то в этой области переменное электромагнитное поле пока не есть волна, оно еще не оторвалось от излучателя и не распространяется свободно в пространстве со скоростью света. Электрическое и магнитное поля здесь пока не связаны характерными соотношениями, присущими волне. Это — волна в процессе рождения. Только уйдя подальше от излучателя, мы обнаруживаем истинные электромагнитные волны. Так и о квантах вблизи черной дыры можно сказать: еще «не совсем рождены».

Читатель, наверное, заметил, что согласно нашему описанию медленность квантового испарения черных дыр связана с очень сильным полем тяготения. Если квант летит не точно по радиусу наружу, то тяготение быстро искривляет его траекторию, заставляя вновь падать к черной дыре. Как говорят, кванты находятся за потенциальным барьером, мешающим их быстрому разлету.

А нельзя ли попытаться «вытащить» кванты из-под этого барьера и извлечь таким образом связанную с ними энергию? Оказывается, это сделать можно.

Как показали В. Унру и Р. Уолд, если мы опустим к горизонту событий черной дыры ящик с зеркальными стенками и с открытой крышкой и подержим там некоторое время, чтобы он наполнился квантами, затем закроем крышку и вытащим ящик назад на искусственную сферу вдали от черной дыры, то он окажется наполнен излучением с температурой $T = T_{\text{ч.д.}} \left(\frac{d}{r_g} \right)^{-1/4}$, где d — расстояние от горизонта до уровня, куда мы опускали ящик. Если мы опускали ящик вплотную к черной дыре, то d будет много меньше r_g и температура «вытащенного» излучения огромна. И это излучение, естественно, содержит большое количество энергии. Ящик помог нам «проташить» излучение сквозь потенциальный барьер. Правда, при подъеме ящика затрачивалась энергия. Но энергия, содержащаяся в поднятом ящике, с лихвой компенсирует эти затраты. Если сделать ящик малой высоты и большой площади (порядка размеров самой черной дыры r_g), то за одно «черпание» таким «ковшом» чистый выигреш энергии оказывается равным:

$$E \approx (\hbar c r_g) / d^2$$

При использовании только что описанной примитивной технологии «ковша» и в случае черных дыр звездной массы, а d , скажем, в 1 см, получаемая энергия оказывается незначительной при одном «черпании». Но можно, например, построить непрерывную «ленту» с «ковшами», подобную роторному экскаватору; тогда «ковши» один за другим будут подходить к черной дыре, «черпать» энергию и уносить ее прочь. Расчет показывает, что темп «вычерпывания» энергии определяется соотношением $\dot{p} \approx 10^{-7} \text{ эрг/с } (d \text{ см})^{-2}$. Мощность не зависит от массы черной дыры и

определяется только толщиной ящика.

Законы физики не запрещают, в принципе, делать d очень маленьким и тем самым повышать эффективность «вычерпывания» энергии из черной дыры. Предел уменьшения величины d кладет планковская длина — «квант» длины, равный 10^{-33} см. Конечно, такой предел представляется совершенно фантастическим. Ведь он на двадцать порядков меньше размеров атомного ядра! В этом предельном случае мысленного эксперимента мощность нашего экскаватора была бы чудовищно велика (10^{59} эрг/с), что несравненно больше суммарной мощности излучения всех вместе взятых звезд в наблюдаемой части Вселенной. И это все из одной черной дыры! Черная дыра звездной массы была бы «вычерпана» за доли секунды...

Получается, что очень заманчиво создать «роторный экскаватор» для черных дыр. Однако несравненно проще получать их квантовую энергию «даром». Для чего, как мы знаем, надо найти в природе черную дыру достаточно малой массы и использовать мощность ее квантового испарения безо всяких добавочных приспособлений.

Но мы снова должны напомнить, что рассказали лишь о мысленных экспериментах, поясняющих принципиальную возможность необычного источника энергии. В действительности же изготовить черную дыру в лаборатории не представляется возможным не только в настоящее время, но и в обозримом будущем. Ведь читатель уже знает, что для «создания» черной дыры надо сжать массу до размеров гравитационного радиуса $r_g = 2GM/c^2$, он ничтожно мал даже для космических масс. Так, для массы Земли он всего около 1 см. Подобное сжатие осуществить невозможно. Надо искать во Вселенной подходящие черные дыры...

Черные дыры — целый мир неизведанного. Здесь, несомненно, ждут открытия, которые существенно расширят наши знания о природе и, вероятно, откроют в будущем новые возможности для решения энергетических проблем человечества*.

* Более подробно эта проблема рассматривается в книге И. Д. Новикова «Энергетика черных дыр» (М.: «Знание, 1986, серия «Новое в жизни, науке и технике»).

Доктор физико-математических наук
Д. Я. МАРТЫНОВ



Двойные звезды и их роль в современной астрономии

Редколлегия, редакция и читатели журнала «Земля и Вселенная» сердечно поздравляют Дмитрия Яковлевича Мартынова с 80-летием и желают ему здоровья и больших творческих успехов.

Дмитрий Яковлевич возглавляет наш журнал со дня его основания. Д. Я. Мартынов — заслуженный деятель науки РСФСР и ТАССР, профессор, доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой астрофизики и звездной астрономии физического факультета МГУ, член президиума ЦС ВАГО, бюро Астросовета АН СССР, член Английского королевского астрономического общества, член нескольких комиссий Международного астрономического союза, председатель Комиссии по космической топонимике АН СССР.

Многолетняя научная и педагогическая деятельность Д. Я. Мартынова отмечена правительственными наградами: орденом Ленина, тремя орденами Трудового Красного Знамени и орденом «Знак Почета».

Две довольно яркие звезды в поле зрения телескопа, а без него сливающиеся в одну, — привлекали к себе внимание еще в XVII—XVIII веках. Но только на рубеже XVIII—XIX столетий В. Гершель (1738—1822) провел у таких пар измерения их взаимного расположения, нашел, что по истечении лет оно изменилось, и пришел к выводу: эти звезды не только видны рядом, но и на самом деле находятся близко друг от друга, образуя двойные системы, связанные взаимным тяготением.

Так в астрономию вошли **визуально-двойные звезды**. Они стали объектом усердного изучения многих ученых в XIX столетии да и в настоящее время, хотя интерес к ним сейчас несколько упал. А в середине прошлого века двойные звезды дали физике доказательства универсальности закона всемирного тяготения, привели к правильным представлениям о массах звезд. Они оказались в целом того же порядка, что и масса Солнца.



В конце XIX века у визуально-двойных появились «конкуренты» — **спектрально-двойные звезды**, обнаруженные спектроскопическими методами. Они оказались гораздо более тесными парами, и периоды их орбитального вращения составляли уже не десятки и сотни лет, как у широких визуальных пар, а сотни дней, сутки, иногда и часы. Физика от этого открытия вновь только выиграла, так как получила неоспоримое доказательство справедливости принципа Доплера — Физо.

Теперь орбитальные движения обнаруживались по спектральным наблюдениям. Благодаря этим наблюдениям удалось доказать двойственность давно известных переменных звезд: α Персея и β Лиры — у них наблюдались строго периодические падения блеска, истолкованные как взаимные затмения звезд при их орбитальном движении вокруг центра масс.

Таким образом на астрономическую «арену» вышли затменные двойные звезды. Сейчас их известно много тысяч, и они составляют ту группу двойных звезд, у которых размеры компонент сравнимы с размерами орбиты. Это тесные двойные системы. Анализ изменений блеска таких пар в сочетании со спектральными наблюдениями позволяет определять массы звезд-компонент, их размеры (в километрах!), плотности, светимости.

Методы такого анализа были почти исчерпывающе разработаны в первой половине XX столетия (Г. Н. Рассел, В. П. Цесевич и др.), а во второй — пришла всеисильная ЭВМ, которая может решить практически любую задачу, если в основе лежит правильная модель. К концу нашего столетия так получилось, что уже не массы, плотности, размеры и светимости — в центре внимания исследователей, а те тонкие эффекты фотометрии и спектроскопии компонент, что отражают взаимодействие близких в пространстве, постоянно связанных друг с другом звезд. Если ранее понятие тесной пары основывалось на геометрической близости компонент, то теперь определяют тесную пару, как пару взаимодействующих звезд, взаимодействующих посредством притяжения, излучения, магнитных полей, а также потоков материи от одной компоненты к другой и вокруг всей системы в целом. И если мы не сможем осмыслить все эти процессы теоретически, с точки зрения физики, то мы, конечно, не сумеем создать адекватные модели для количественной обработки полученных данных на ЭВМ.

Правильная обработка наблюдательного материала приводит нас к пониманию физических процессов в звездах. Астрофизики и физики сотрудничают в этом. Идет взаимная проверка теоретических представлений и экспериментальных данных, причем последние бывают иногда на пределе обнаружения. Зато какую уверенность обретает теоретик, когда получает «в руки» сходство теоретических и практических результатов, позволившее из большого числа возможных вариантов выбрать достоверный!

Очень существенно, что взаимодействия в тесных двойных системах приводят к изменениям, которые носят **эволюционный характер**, открывая путь к познанию самой эволюции звезд. Что касается одиночных звезд, то эволюция их известна нам до деталей, ко-

нечно, теоретически, и теория достоверна в той мере, в какой справедливо утверждение, что источником звездной энергии являются ядерные реакции. Но одиночные звезды проходят свой жизненный путь, в основном, при неизменной массе. Звезды же в тесной двойной системе не сохраняют массу — одна из компонент ее теряет, другая, наоборот, приобретает, иной раз теряют ее обе. Хорошо известный нам по Солнцу звездный ветер — корпускулярный поток, исходящий из звезды, — вместе с лучистым потоком отнимают у нее 10^{-9} — 10^{-10} -ую долю массы в год (лишь немногие сверхгиганты теряют больше). В то время как в тесных двойных системах компоненты за год переносят одна к другой в тысячи раз большие массы, причем материя извергается в виде гидродинамически активных газовых потоков, часть которых вообще может покинуть систему.

Откуда мы это знаем? Во-первых, потоки горячей плазмы проявляют себя **эмиссионными линиями или полосами** в спектре, а во-вторых, такой перенос масс в двойной системе вызывает **увеличение или уменьшение периода движения по орбите**, что в свою очередь обязательно отразится на изменении периодичности повторения затмений, то есть периода данной переменной звезды. Он будет уменьшаться, если перенос происходит от более массивной к менее массивной компоненте, и, наоборот, увеличиваться в противоположном случае. Будет он возрастать и при рассеянии газовых потоков в межзвездное пространство.

Таков, например, исследованный случай удлинения периода у звезды RX Кассиопеи: с начала столетия ее период с 32,3 суток возрос на 50 мин и затмения в ней запаздывают теперь на 3,5 дня по сравнению с тем, что можно было ожидать 80 лет назад. Газовые массы перемещаются здесь со скоростями около 150 км/с и, встречаясь с атмосферой спутника, порождают около диска звезды горячую область («горячее пятно»), которая ясно проявляется в кривой блеска RX Кассиопеи. Скорость возрастания периода позволяет оценить величину переноса газовых масс — порядка $10^{-5} M_{\odot}$ в год. Немного мы знаем звездных пар с такой интенсивностью взаимодействия компонент. Подобны RX Кассиопеи W Змеи, SX Кассиопеи, RW Персея, V 367 Лебедя. И все эти звезды астрономы изучают

уже много десятилетий.

Гипотеза «горячего пятна», о ней говорилось только что, лишь грубо и лишь изредка моделирует действительность. На самом деле картина переноса масс гораздо сложнее.

Выбрасываемая звездой масса газа несет еще и некоторый угловой момент, который передается спутнику не сразу. Сперва поток газа закручивается в плоскости орбиты вокруг «принимающей» компоненты (например, нейтронной звезды) и образует вокруг нее аккреционный диск. Этот диск с течением времени уплотняется, в нем возникают турбулентные движения, порождающие повышение вязкости и отсюда тенденцию к уравниванию в нем угловых скоростей. Диск, как посредник, смягчает действие потока и, отдавая поступающие газовые массы звезде, ускоряет ее вращение до равновесного состояния, когда период звезды сравняется с периодом обращения газа в самой внутренней части диска.

Но у аккреционного диска гораздо раньше появляется серьезный «противник» в виде сильного магнитного поля, характерного для компактных звезд, достигающего, скажем, 10^{10} Гс. Такое поле, вращающееся вместе со звездой, не дает оформиться диску, разбрасывает газ из системы. На этой стадии, названной стадией «пропеллера» (Земля и Вселенная, 1985, № 2, с. 24.— Ред.) замедляется вращение звезды вместе с ее магнитным полем. Происходит потеря энергии на магнитно-дипольное излучение. На каком-то этапе возникает равновесное состояние, когда магнитное поле больше не может сдерживать аккрецию и кеплеровская скорость обращения внутренней границы диска сравнивается со скоростью вращения звезды. При поле в 10^{12} Гс равновесный период составляет несколько секунд, а при поле 10^8 Гс диск достигает поверхности звезды при периоде ее вращения в 1 миллисекунду.

Напряжение гравитационного поля у нейтронной звезды близ ее поверхности очень велико, и падение на эту поверхность с большой скоростью газовых масс приводит к выделению огромного количества энергии. Она исходит в виде рентгеновских квантов света. Так рождается **быстрый рентгеновский пульсар** с последующей сложной его эволюцией.

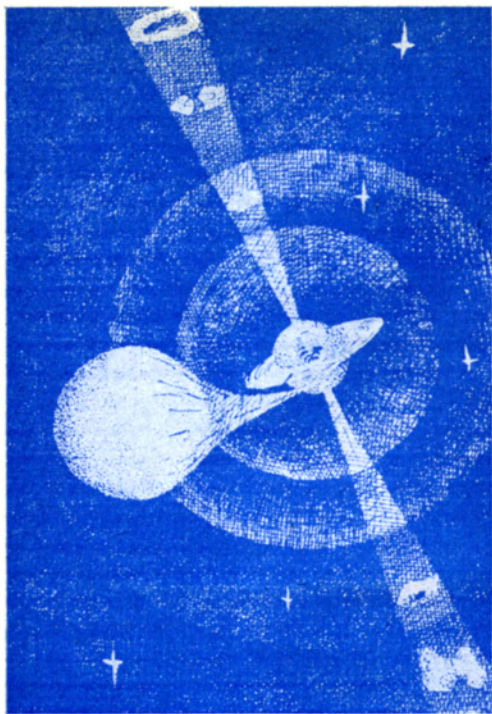
Сама нейтронная звезда в оптическом диа-

пазоне дает очень малое излучение, аккреционный же диск может излучать в сотни раз больше, и это позволяет ее увидеть или сфотографировать — на месте обнаруженного рентгеновского пульсара. Рентгеновское излучение пульсара может быть колоссальным, в тысячу раз большим, чем полное излучение Солнца.

В двойной системе аккреция материи на соседнюю компактную звезду (нейтронную или белый карлик) явление не исключительное. Как и у радиопулсаров, излучение рентгеновских пульсаров вызвано воздействием со стороны магнитного поля, в то время как быстрое вращение нейтронной звезды происходит около оси, не совпадающей с магнитной осью звезды.

Такой механизм наклонного ротатора, придуманный Пачини до открытия первого пульсара в области радиоволн, а Голдом после него, оказался вполне пригодным и для рентгеновских пульсаров. Сама идея дисковой аккреции как источника излучения компактных объектов в двойных системах разработана за последние 20 лет в значительной степени нашими отечественными астрофизиками Я. Б. Зельдовичем, И. Д. Новиковым, И. С. Шкловским, В. Ф. Шварцманом, Н. И. Шакурой, Р. А. Сюняевым, В. М. Липуновым, А. Ф. Илларионовым. Конечно, и наши зарубежные коллеги приложили к этому немало усилий.

Рентгеновских пульсаров известно сейчас около 20 и их число постоянно растет. Обнаружены и другие рентгеновские источники иного типа, но их периодическое, порой взрывчатое, излучение также связывается с двойными системами. Значение рентгеновских источников двойное: **физическое** — в них происходит перетекание материи и **методическое** — они дают возможность оценивать массу компактных компонент, если же не саму массу, то ее нижний предел. Известно, что белые карлики, массы которых не могут быть (по условиям равновесия) больше $1,4 M_{\odot}$, являются как бы переходным типом от нормальных звезд к нейтронным (масса последних находится в пределах от $1,5$ до $5 M_{\odot}$, а центральные плотности — порядка 10^{14} г/см³). Но что станет, если звезда, состоящая из вырожденной материи будет иметь массу, большую $5 M_{\odot}$? Теория подсказывает — звезда превратится в **черную дыру**, проявляющую себя только притяжением, но вовсе не из-



Одна из моделей источника SS 433

Рисунок В. М. Липунова

лучающую. Однако благодаря аккреции, если черная дыра входит в двойную систему, образуется светящийся диск вокруг черной дыры, и она тем самым обнаруживает себя, но уже не в оптическом, а в рентгеновском диапазоне, а может и еще дальше — в гамма-лучах. Пока известны лишь три такие системы, три кандидата в черные дыры, где рентгеновская звезда обладает массой более чем в $5 M_{\odot}$.

У «классических» тесных двойных звезд наблюдается большое количественное и качественное разнообразие форм и явлений. То же самое — у «неклассических» рентгеновских двойных систем. Последних пока известно немного и между ними нет двух одинаковых. И лишь классификация рентгеновских двойных по тому или иному важному признаку позволяет различать их по физическому состоянию и эволюционному положению. Чрезвычайная сложность протекающих в них процессов — вот источник этого разнообразия. Однако методы исследования все более совершенствуются.

Интересные явления протекают в двойных системах, состоящих из ярких мощных звезд с маломассивными компонентами. Звезды-гиганты быстро проходят свой жизненный путь, теряя большую часть материи, и на каком-то этапе одна из них взрывается **сверхновой звездой**. После взрыва остается массивный релятивистский объект (либо нейтронная звезда, либо черная дыра), готовый принимать материю от своего горячего спутника. Этот спутник, хорошо видимый в оптическом диапазоне, укажет нам на небе точное положение родившегося рентгеновского пульсара или иного вспышечного объекта.

На длинном пути превращений, еще до вспышки сверхновой, массивная звезда проходит стадию звезды **Вольфа — Райе**, хорошо изученную советскими астрономами С. В. Рублевым, А. М. Черепашуком, Х. Ф. Халиуллиным (Земля и Вселенная, 1985, № 1, с. 16.—Ред.). В этой фазе массивная звезда имеет огромную раздувающуюся газовую оболочку, внутри которой находится маленькое тяжелое гелиевое ядро — то, что осталось от проэволюционировавшей компоненты, израсходовавшей свое водородное «горючее». Под своей «пышной» оболочкой ядро сохраняет высокую температуру — порядка $100\,000\text{ К}$.

Звезда № 433 из каталога эмиссионных звезд Стеффенсона — Сандулака (SS 433), привлекла к себе внимание именно эмиссионными линиями в спектре (Земля и Вселенная, 1985, № 1, с. 21.—Ред.). После детального исследования у этого объекта обнаружилось множество ярких особенностей: периодическое смещение эмиссионных линий, что указывает на струи газа, движущиеся в противоположных направлениях быстрее $\frac{1}{4}$ скорости света; орбитальное движение (с периодом 13,2 суток) нормальной горячей звезды и ее компоненты — релятивистского объекта, который обнаруживает себя рентгеновским излучением. Это — очередной кандидат в черные дыры.

Аккреционный диск в SS 433 пополняется веществом OB-звезды, выбрасывающей в него материю в масштабах $10^4 M_{\odot}$ в год. Это так много, что диск не в состоянии принять в себя все и сбрасывает излишки в виде упомянутых струй перпендикулярно плоскости диска. Двойная система SS 433 находится внутри радиотуманности W 50 — типичного остатка вспышки сверхновой, который и до сих

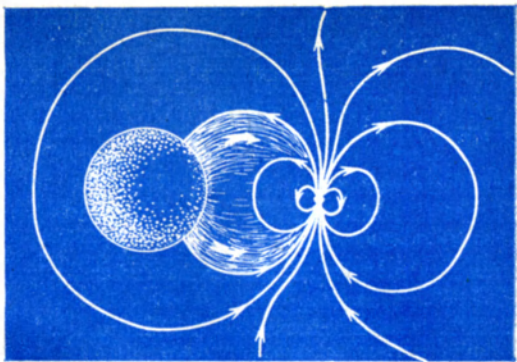
пор «подпитывается» упомянутыми струями, чья кинетическая энергия составляет 10^{39} эрг/с и чье влияние на туманность прослеживается в ней до расстояния 60 пк от диска. Сам же диск излучает в рентгеновском диапазоне тоже около 10^{39} эрг/с, что в миллион раз превышает полную светимость Солнца. Конечно, в такой системе далеко не все ясно.

Иначе ведут себя рентгеновские звезды в маломассивных парах, да и эволюция их протекает иным образом. Обычно маломассивные пары состоят из белого карлика, сопровождаемого холодным спутником, он передает свою материю карлику, доводя его до состояния неустойчивости. Но до взрыва такая пара может существовать, и мы знаем немало магнитных рентгеновских звезд. Здесь может и не быть аккреционного диска, а газовые массы вторгаются вдоль силовых линий к магнитным полюсам белого карлика. Магнитное поле у таких поляр очень велико — 10^8 Гс — и обнаруживается прямо из поляриметрических измерений. Первая обнаруженная поляр была ранее открыта как переменная звезда AM Геркулеса.

Со сходными признаками известно еще множество звезд излучающих, как правило, мягкий рентген — это бывшие новые звезды, карликовые новые, вспыхивающие звезды. Состоящие из звезд малого диаметра, эти пары имеют малые орбитальные размеры и, соответственно, короткие орбитальные периоды. Далеко не всегда в таких системах есть аккреционные диски, но вместо них двойственность проявляется «горячим пятном» на диске «принимающей» звезды. Наконец, многие из них не дают вовсе рентгеновского излучения, но проявляют себя **взрывами блеска в оптическом диапазоне**, источник этих всплесков — спутник в двойной системе, его воздействие.

Еще более жесткое излучение — гамма-лучи — приходит от немногих звезд, часть которых также являются двойными. Таковы, например, система Геркулес X-1 — HZ Геркулеса с необычайными переменами в рентгеновском излучении (Земля и Вселенная, 1985, № 6, с. 21.— Ред.) или источник Геминга с мощным гамма-излучением (Земля и Вселенная, 1985, № 6, с. 15.— Ред.).

Необъятное поле деятельности для теоретиков представляют тесные двойные звезды. Тут и гидродинамика, и магнитные поля, вра-

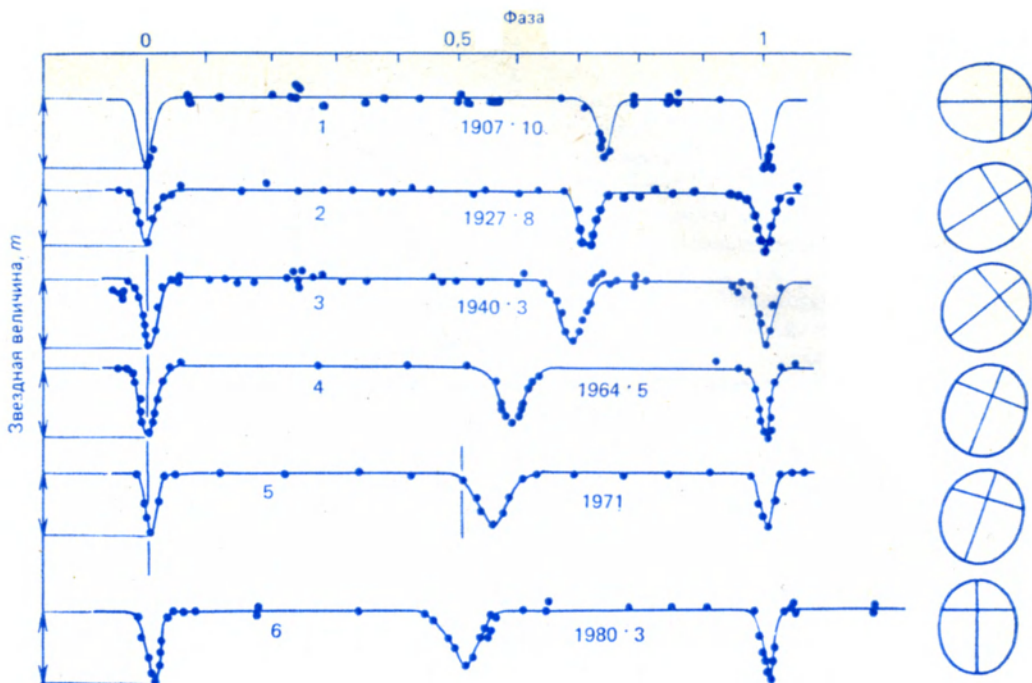


Перетекание вещества в системе поляр

щение и излучение фотонов, корпускул, свет и плазма, но все эти процессы в той или иной степени контролируются неперменной и бескомпромиссной гравитацией... Вот к гравитационным явлениям давайте и обратимся, заканчивая обзор.

Две сферические звезды в орбитальном движении ведут себя, как две материальные точки, подчиняясь законам Кеплера. Но две близкие звезды не могут оставаться сферическими — их взаимное притяжение вызывает деформацию фигур (приливная деформация), и при вращении они становятся сплюснутыми эллипсоидами. Приливо и вращательно деформированные звезды по своему гравитационному действию уже нельзя сводить к материальным точкам, сила их притяжения в разных направлениях меняется различно — медленнее или быстрее, чем по закону обратных квадратов, и движение таких звезд по орбите не остается больше кеплеровским. Орбитальный эллипс испытывает вековое поступательное движение, и плоскость орбиты будет слегка поворачиваться в пространстве, если оси вращения звезд не перпендикулярны плоскости орбиты. Все эти некеплеровские эффекты тем сильнее, чем более однородны звезды. И наоборот, они будут сходиться на нет, когда материя звезд сильно сконцентрирована, то есть почти вся их масса соберется в небольшое ядро у центра.

Фактически, поворот орбиты двойной звезды в ее плоскости наблюдается и уже изучен приблизительно у двух десятков звезд. По скорости поворота можно судить о том, однородны ли звезды в паре, и если нет, то



в какой степени! Вопрос решается не качественно, а количественно; теория здесь разработана (при некоторых ограничениях) точно, и наблюдения дают надежные результаты.

Одно из явлений, связанных с двойными звездами, носит название **движение линии апсид** в затменной системе; протекает оно так. Линией апсид по двухтысячелетней традиции мы называем **большую ось орбитального эллипса**. У круговой орбиты линии апсид нет, у эллиптической она есть. При различном положении линии апсид относительно наблюдателя время от главного затмения до вторичного и от вторичного до главного будет разное, а если линия апсид вращается, то взаимное расположение минимумов будет постепенно меняться. Как это выглядело в текущем столетии у звезды RU Единорога, показано на рисунке. Явление регистрировалось на протяжении 80 лет, и получен такой результат: линия апсид у RU Единорога совершает полный оборот за 340 лет, орбита сильно эксцентрисическая ($e=0,38$). Размеры звезд легко находятся при обработке фотометрических наблюдений, и все вместе взятое приводит к заключению, что звезды этой

Кривые блеска затменной звезды RU Единорога по наблюдениям в течение 76 лет. Справа показаны положения орбитального эллипса для каждой кривой блеска

системы имеют в центре плотность в 50—70 раз превышающую среднюю.

Не правда ли — интересный результат: мы наблюдали всего лишь как у звезды 100 раз в году происходили ослабления блеска в главном и столько же во вторичном минимуме, а в итоге «забираемся» внутрь каждой звезды в паре и раскрываем их структуру. Кроме того, наши наблюдения этой пары позволили установить, что она вращается с периодом около 67 лет вокруг третьей звезды, но увидеть которую пока не удастся.

С этой звездой все ясно. А вот звезда DI Геркулеса задала и продолжает задавать много хлопот. У нее та же расстановка главного и вторичного минимумов и большой эксцентриситет ($e=0,48$), однако за те полвека наблюдений, которые автору довелось провести, эта расстановка почти не изменилась. Движения линии апсид почти нет, оно крайне медленно, а должно быть большим.

Дело в том, что данная пара состоит из двух массивных горячих звезд и кроме классического, описанного выше, движения линии апсид от деформаций должно быть еще более значительное **релятивистское движение**. Если мы по аналогии зададим начальные условия внутреннего строения звезд-компонент, как у RU Единорога, то классическое движение линии апсид должно составлять примерно $0,016^\circ$ в год. В то же время обработка фотоэлектрических наблюдений за 15 лет показала, что поворот линии апсид составляет всего лишь $0,012^\circ$ в год, то есть меньше того, что дает классическая теория. А в системе DI Геркулеса должно присутствовать еще и релятивистское движение линии апсид со скоростью $0,023^\circ$ в год. И если путем каких-либо разумных допущений в расчетах удастся снизить скорость классического движения линии апсид с $0,016^\circ$ до $0,006^\circ$, то все же на долю релятивистского движения остается только $(0,012 - 0,006) 0,006^\circ$ в год, то есть в четыре раза меньше того, что дает теория относительности.

Этот результат подтверждается данными и американских ученых, действовавших на основе наших наблюдений, но другим методом, и нашедших, что релятивистский член получается в семь раз меньше теоретического. Обработка наблюдений, с привлечением

новых данных, выполненная в Казани М. И. Лавровым, также приводит к заключению о чрезвычайно медленном движении линии апсид в системе DI Геркулеса ($P > 40\,000$ лет для полного оборота) и ставит перед нами нерешенный вопрос: что же, общая теория относительности не верна? Мы не можем решиться на ответ «не верна» и ищем возможные неучтенные классические эффекты. Канадский же физик Дж. Моффет выдвигает новую асимметричную теорию гравитации, но с ней пока еще никто из теоретиков не согласился.

Вот к каким результатам привели нас обыкновенные фотоэлектрические наблюдения затмений в звездах.

Мы не претендуем на роль потрясателей основ. Х. Ф. Халиуллин, который интенсивно занимается исследованием движения линии апсид у эллиптических орбит затменных переменных, находит у одних из них «правильное» релятивистское движение, а у других — нет. Столь же интенсивно следует заняться поиском новых теоретических эффектов, что примирили бы теорию и наблюдения.

Мир тесных двойных систем полон явлений, изучать которые чрезвычайно интересно, давать же правильные ответы-открытия — огромная творческая радость!

НОВЫЕ КНИГИ

Преподавателям астрономии

Учебно-методическая секция ЦС ВАГО совместно с учебно-методической секцией Ярославского отделения ВАГО подготовила и выпустила в свет сборник статей «Задачи совершенствования астрономического образования в СССР».

Сборник содержит два основных раздела: «Преподавание астрономии в школах и профессионально-технических училищах» и «Преподавание астрономии в педагогических институтах».

В первом разделе сборника рассматриваются современное состояние и актуальные проблемы развития методики пре-

подавания астрономии в общеобразовательных средних школах и средних профтехучилищах; методика введения и употребления астрономических понятий; формирование представлений учащихся о характере закономерностей природных явлений; элементы историзма в преподавании астрономии; методика проведения наблюдений и лабораторных работ; методика решения задач по астрономии; способы организации самостоятельной деятельности учащихся; анализ учебной и методической литературы по астрономии; внеклассная работа по астрономии; позелментный анализ качества уроков.

Во втором разделе сборника опубликованы статьи о методах и формах активизации познавательной деятельности

студентов, о логической структуре отдельных учебных тем курса, о структуре пособия для практических занятий по курсу общей астрономии, о спецкурсах и семинарах по астрономии и т. д.

Многие авторы статей, опубликованных в сборнике, неоднократно выступали на страницах «Земли и Вселенной» (А. В. Артемьев, Ю. А. Гришин, В. Ф. Карташов, В. И. Курышев, Е. П. Левитан, Г. И. Малахова, В. В. Радзевский, И. А. Стамейкина, Е. К. Страт и др.).

Сборник напечатан в Ярославле и распространяется Ярославским отделением ВАГО, где его могут приобрести желающие (150000, г. Ярославль, ул. Трефолева, 20, Планетарий, Стамейкиной И. А.).



Советские антарктические исследования

Прошло 30 лет с тех пор, как первые советские исследователи ступили на берег южного ледяного континента. Берег этот был назван Берегом Правды, и на нем 1-я Советская антарктическая экспедиция построила обсерваторию Мирный. О том, что с тех пор стало известно об Антарктике и как работают там советские ученые, рассказывает заместитель директора Арктического и Антарктического научно-исследовательского института Е. С. Короткевич.

К ЛЕДЯНОМУ КОНТИНЕНТУ

Антарктида была открыта в 1820 году Первой русской антарктической экспедицией под руководством Ф. Ф. Беллинсгаузена и М. П. Лазарева. Но еще в середине XVIII столетия М. В. Ломоносов высказал предположение, что в южной полярной области Земли должны существовать острова и «матерая земля». Ломоносов дал общее представление о физико-географических особенностях этой земли, в частности указал, что многочисленные айсберги, встречающиеся в Южном океане,— это, возможно, обломки большой приполюсной суши...

С 1946 года советские ученые посещали Антарктику на судах китобойных флотилий, систематические же исследования в этой области начались в связи с подготовкой и проведением Международного геофизического года (1957—1958 гг.). В этом грандиозном научном мероприятии изучению Антарктики придавалось особое значение, ведь приполярные области играют ключевую роль во многих геофизических и географических явлениях и процессах на нашей планете. Без научных данных об этих областях уже стало невоз-

можно развитие наук о Земле в целом, и если о природных условиях Арктического бассейна к 50-м годам ученые имели общее представление, то южная полярная область оставалась на карте практически белым пятном.

В антарктических исследованиях, связанных с большими трудностями и финансовыми затратами, изъявили желание участвовать 12 стран, в их числе — Советский Союз. В 1954 году началась подготовка к этим работам, а в декабре следующего 1955 года суда 1-й Советской антарктической экспедиции (она называлась тогда Комплексной антарктической экспедицией) направились из Калининграда к южному ледяному континенту.

Со времени открытия Антарктиды в начале прошлого века до исследований, связанных с Международным геофизическим годом, прошло около 140 лет. Антарктиду за это время посетили экспедиции разных стран. И все же о природе самого материка и омывающих его океанских вод известно было не так уж много. Очертания берегов были нанесены на карты весьма приблизительно, о внутренних же районах континента почти ничего не знали. Особенно скудными были сведения о процессах, происходящих в зимний период,— круглогодичных наблюдений было сделано крайне мало, да и проводились они лишь в прибрежной части.

Во время Международного геофизического года было положено начало систематическим исследованиям в Антарктике, в настоящее время они проводятся научными коллективами 18 стран. На материке и прилегающих к нему островах работает 38 станций, ведущих наблюдения круглый год, среди них — 7 станций Советской антарктической экспедиции (Земля и Вселенная, 1977, № 6, с. 17.—Ред.). Кроме стационарных, Советская антарктическая экспедиция (САЭ) проводит обширные полевые, маршрутные исследования

как на материке, так и в Южном океане. Пожалуй, нет ни одного сколько-нибудь значительного раздела наук о Земле, который не был бы представлен в программах САЭ. Различными геофизическими методами (сейсмологическими, гравиметрическими, магнитной съемкой, электроразведкой) изучается литосфера Земли от самых глубинных слоев до приповерхностных. Большое внимание уделяется гляциологическим исследованиям, ведь антарктический материк скрыт под огромным ледниковым покровом. Атмосфера в Антарктиде изучается посредством наземных наблюдений и с помощью радиозондов и ракет, а также дистанционными методами. Исследуется ионосфера и магнитосфера Земли, космические лучи, проводится изучение вод океана, льдов и айсбергов, растительности и животного мира материка и океана. Важное значение в антарктических исследованиях придается медицинским разработкам, направленным в первую очередь на изучение процессов адаптации человека к суровым природным условиям. Один только перечень всех проводимых здесь исследований сильно превысил бы объем обычной журнальной статьи, поэтому расскажем лишь о самых важных.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате работ Советской антарктической экспедиции составлены современные достоверные карты огромной территории побережья и внутренних областей Антарктиды, а также обширных акваторий Южного океана. Всего за эти 30 лет издано более 300 листов карт территории Антарктиды и около 100 листов морских карт. На этих картах, составленных по данным аэрофотосъемки, сейсмозондирования и радиолокационного измерения толщины ледникового покрова, а также эхолотного промера, появилось более тысячи новых географических названий,— таких, как плато Советское, подледные горы Гамбурцева и Вернадского, подледная равнина Шмидта, моря Сомова, Лазарева, Космонавтов, горы Русские, оазис Терешковой и многие другие.

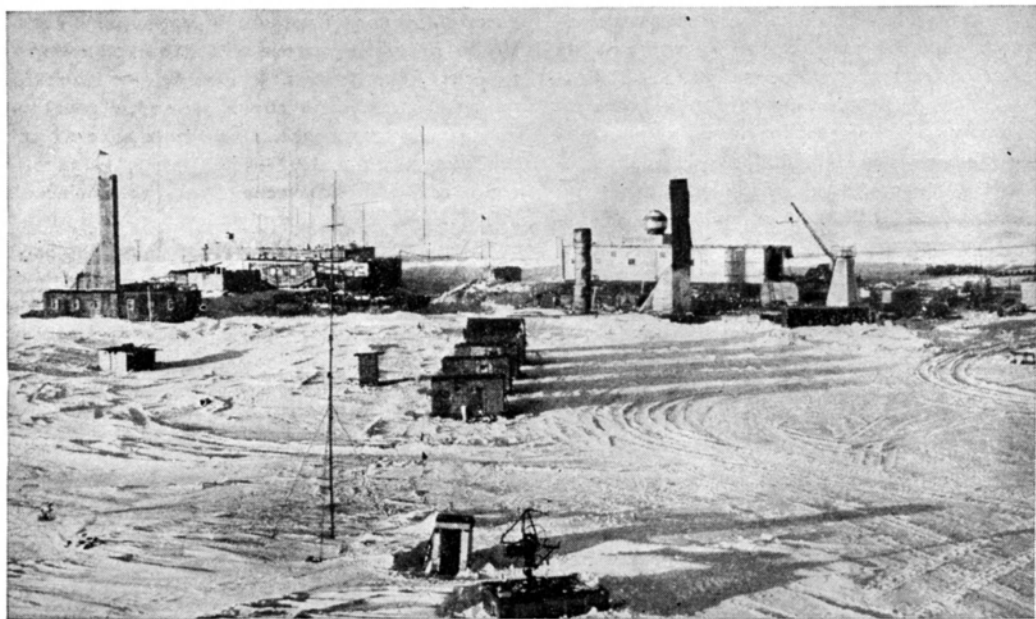
Ученым удалось существенно расширить представления о геологической структуре континента, в первую очередь о строении и истории формирования древнего кристалличе-

ского фундамента Восточной Антарктиды. Советские геологи первыми в мире дали сводку по геологии древней Гондванской антарктической платформы. Но особенно широкое признание получили серии обзорных геологических карт материка. Последняя из этих серий, изданная в 1976—1980 годах, была высоко оценена Комиссией по геологической карте мира.

Стационарные сейсмические наблюдения выполняются в советских антарктических экспедициях высокочувствительными приборами, которые позволяют регистрировать любые, даже самые слабые землетрясения, а также микросейсм и отколы айсбергов. Установлено, что вокруг Антарктиды располагается сейсмический пояс, связанный с сейсмическими поясами Тихого, Атлантического и Индийского океанов и свидетельствующий о различной скорости движения крупных геологических структур. Наблюдения показали, что в Антарктиде не только не бывает сильных землетрясений, но и слабые весьма редки. Толщина земной коры в Восточной Антарктиде в среднем 30—40 км, тогда как в океане она не более 5—10 км.

За последние годы в Антарктике получена достоверная картина распределения геомагнитного поля, характеристик ионосферы, полярных сияний и космических лучей (причем данные эти имеются для эпох максимальной и минимальной солнечной активности); выявлены особенности одновременного развития геофизических процессов в магнитно-сопряженных точках Северного и Южного полушарий (Земля и Вселенная, 1965, № 4, с. 74.—Ред.). Выдающимся достижением можно считать открытие эффекта Мансурова-Свалгарда, который свидетельствует о прямой связи магнитного поля Земли с межпланетным магнитным полем. Эффект был обнаружен при анализе материалов на станции Восток, расположенной вблизи Южного геомагнитного полюса. В настоящее время эффект Мансурова-Свалгарда используется для определения ориентации межпланетного поля по наземным геомагнитным и ионосферным данным.

Большие успехи достигнуты в изучении ледникового покрова Антарктиды как основного компонента антарктического ландшафта и структурного элемента в строении материка. По материалам радиолокационных измерений толщины льда составлены карты подледного



Станция Восток в Антарктиде.

Фото А. Б. Будрецкого

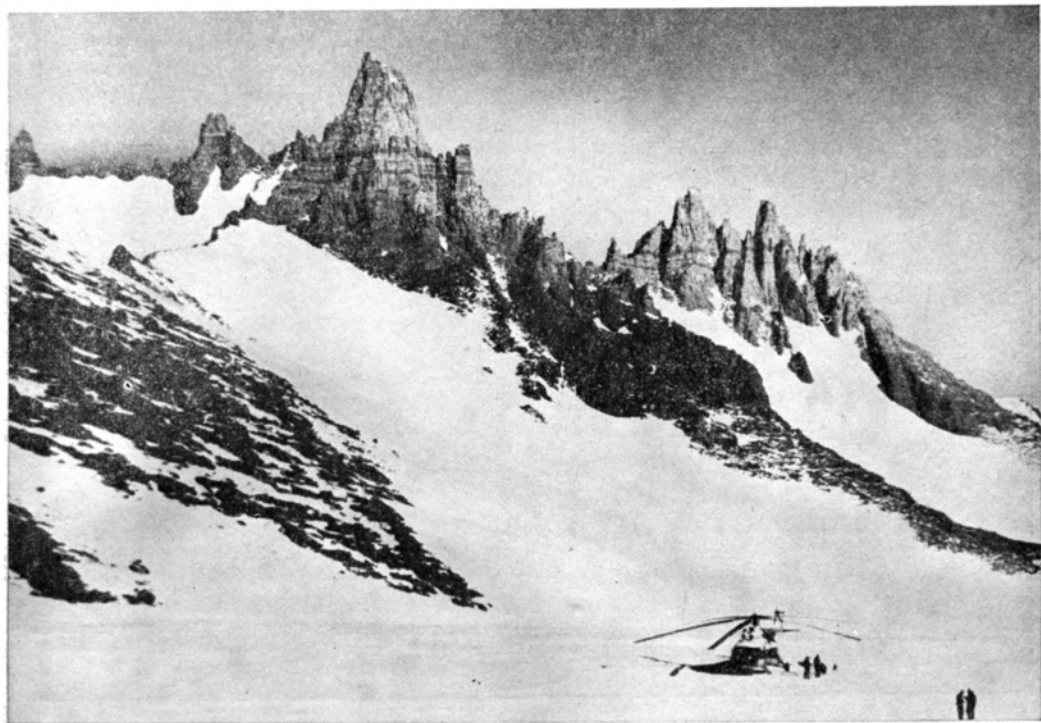
ложа и толщины ледникового покрова. На их основе впервые достаточно достоверно удалось определить объем льда, содержащегося в ледниковом покрове. Он равен 24,9 млн. км³, толщина же самого ледникового покрова достигает 4,5 км.

Развитие техники и технологии бурения льда, а также совершенствование геофизических и радиохимических методик изучения скважин и кернов создали предпосылки для успешного развития палеоклиматических исследований. Первым важным результатом этих работ стал вывод о том, что в обоих полушариях Земли главные климатические рубежи голоцена совпадали. По материалам скважины, пробуренной на станции Восток до глубины 2200 м (это рекорд для скважин в ледниковых покровах), были определены температурный режим и строение ледниковой толщи.

В результате изучения атмосферы и ее энергетического взаимодействия с ледниковым покровом выяснилось, что Антарктида — это обширная область стока тепла в глобальной климатической системе нашей планеты, оказывающая огромное влияние на климат всей

Земли. К началу 50-х годов метеорологическая информация в Антарктике, даже в прибрежной зоне, не говоря уже о центральных районах материка, была чрезвычайно скудной. Теперь же наука обогатилась новыми, исключительно важными сведениями о метеорологическом режиме Антарктики и его влиянии на общую циркуляцию атмосферы и климат в глобальном масштабе. Оказалось, что атмосферная циркуляция, весьма интенсивная в прибрежной зоне и над акваторией Южного океана, мало влияет на формирование метеорологического режима центральных областей материка. Радиационное выхолаживание здесь доминирующий фактор, создающий самую низкую на земном шаре температуру воздуха у поверхности. На станции Восток, например, в зимние месяцы температура опускается ниже -70°C , а ее минимальное значение достигает $-89,2^{\circ}\text{C}$. В прибрежной зоне погода еще больше ужесточается циклоническими и стоковыми ветрами, скорость которых иногда превышает 50–60 м/с.

Результаты исследований метеорологического режима Антарктиды используются в разработке макроциркуляционного метода прогноза погоды. Для оперативного обеспечения метеорологической информацией промышленных и экспедиционных судов, работающих в



Высадна геологической партии

Фото Г. Э. Грикурова

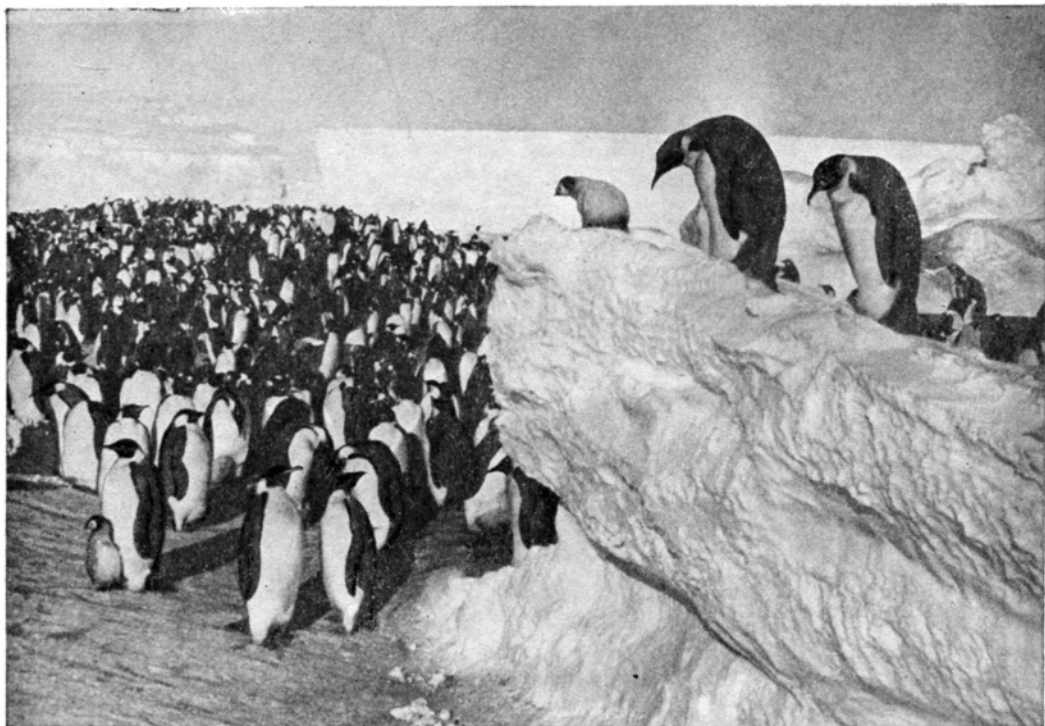
Антарктиде, а также авиации, в Антарктическом метеорологическом центре Молодежная организованы сбор и обработка необходимой для составления прогнозов гидрометеорологической информации. Центр оснащен современным оборудованием, включая ЭВМ и аппаратуру для приема спутниковой информации.

Океанографические исследования в Антарктиде носят комплексный характер. Выполняются гидрологические съемки обширных акваторий Южного океана сразу несколькими судами с постановкой буйковых станций. Они дали уникальные материалы. Удалось, например, понять основные закономерности пространственного распределения гидрологических элементов и на этой основе выделить новые антарктические окраинные моря — Лазарева, Рисер-Ларсена, Космонавтов, Содружества, Моусона и Сомова. По гидрологическим данным выделены водные массы, выяснены механизмы их образования и районы распределения. Установлены также природа и геогра-

фическое положение главных фронтальных зон в Южном океане, выявлены пространственная структура и временная изменчивость Антарктического циркумполярного течения. Стало ясно, что это — мощнейшее многоструйное течение Мирового океана, проникающее до самого дна (Земля и Вселенная, 1984, № 2, с. 84.— Ред.).

На 60-х широтах Южного полушария советские исследователи обнаружили несколько стационарных циклонических круговоротов, южные периферии которых образуют Прибрежное антарктическое течение, направленное на запад вдоль побережья Антарктиды.

Наблюдения морских льдов и айсбергов позволили изучить ледовый режим антарктических вод и выделить обширные ледяные массивы в море Уэдделла (Атлантический), в морях Амундсена и Беллинсгаузена (Тихоокеанский) и в море Сомова (Балленский), изучить характер распределения айсбергов в Южном океане, основные пути их дрейфа и особенности разрушения. На основании полученной в Антарктике информации удалось в общем виде рассмотреть вопросы взаимодействия атмосферы и океана и особенно —



роль ледяного покрова в этом взаимодействии.

Разнообразные биологические исследования, проведенные советскими учеными в Южной полярной области, за короткий срок сделали нашу страну одним из главных центров в мире по изучению фауны Антарктики. Сейчас начали разрабатываться вопросы систематики, экологии и биогеографии фауны Южного океана. Все эти данные оказались весьма полезными для организации промысла антарктических рыб. Было получено много данных о вертикальной структуре донной фауны. Особенно богатый материал предоставили гидробиологические исследования самых мелководных зон с использованием водолазной техники, причем исследования круглогодичные. Была открыта (работы начались в Мирном) богатейшая донная фауна и флора. В открытом океане также исследован своеобразный биоценоз, его первичная продукция, видовой состав, трофические связи.

Микробиологический анализ образцов керна из скважины на станции Восток показал, что некоторые микроорганизмы могут тыся-

Челюстями императорских пингвинов

Фото А. Б. Будрецкого

летиями находиться в состоянии анабиоза в ледниковом покрове, сохраняя жизнеспособность.

Основными направлениями медицинских исследований, развернувшихся на антарктических станциях в 60-х годах, стало изучение высшей нервной деятельности, системы кровообращения, иммунологических процессов адаптации, биоритмологии и особенностей жизнеобеспечения в экстремальных природных условиях Антарктики. Материалы медицинских исследований используются на практике, например при отборе участников экспедиции, разработке новых видов климатической одежды, профилактике заболеваний.

Результаты научных разработок, проведенных по материалам исследований в Антарктиде, находят широкое применение. Суда, самолеты, санно-вездеходные поезда обеспечиваются гидрометеорологической информацией, прогнозами погоды, данными о распространении радиоволн. В последнее время разра-



Научно-экспедиционное судно «Михаил Сомов» во льдах

ботаны рекомендации для плавания во льдах Южного океана. Результаты гляциологических исследований используются при строительстве зданий, взлетно-посадочных полос; океанологические данные позволяют эффективно вести поиск и лов рыбы.

Все эти годы большое внимание уделяется природоохранным исследованиям и практическим мероприятиям в этой области. В Мирном, например, создана фоновая станция для слежения за загрязнением природной среды.

Успехи в изучении Южной полярной области огромны. И все же Антарктика еще далеко не полностью раскрыла перед учеными свои тайны. Впереди огромная исследовательская работа, которая будет направлена на решение фундаментальных научных задач и освоение антарктического материка и Южного океана.

ДРЕЙФ «МИХАИЛА СОМОВА»

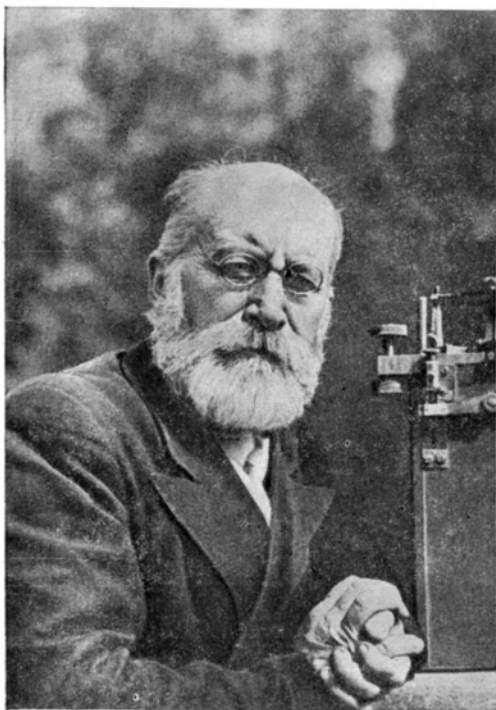
Недостаточность наших знаний о природе Антарктики ярко проявилась, в частности, в том, что в начале прошлого года судно «Ми-

хаил Сомов» совершило вынужденный дрейф вблизи побережья Антарктиды. Как и в прежние годы, суда САЭ обеспечивали станцию Русскую в марте, и хотя уже начиналось образование молодого льда, старого было мало, и суда, закончив разгрузочные операции, уходили в другие районы. Замерзание в 1985 году началось в обычные сроки, но Тихоокеанский массив старого льда оказался обширнее и состоял из более мощных льдов, чем это бывало обычно. «Михаил Сомов» не смог преодолеть такие льды и дрейфовал вместе с ними до подхода мощного ледокола «Владивосток». Дрейф продолжался 133 дня — с 16 марта по 26 июля. Экипажу и научной группе на судне пришлось работать в очень тяжелых условиях. Однако они не только обеспечили безопасность судна, но и собрали ценнейшие научные материалы о гидрометеорологических процессах в Антарктике в зимний период. И особенную ценность, конечно, представляют материалы о ледовом режиме, имеющие не только научное, но и большое практическое значение — они помогут планировать и проводить операции по снабжению станции Русской. Пример этот показывает, что перед учеными стоят большие задачи в изучении природы Антарктики и применении результатов этого изучения в практической деятельности людей.



Доктор физико-математических наук
М. У. САГИТОВ

Леонид Васильевич Сорокин (к 100-летию со дня рождения)



Леонид Васильевич Сорокин (1886—1954 гг.)

Леонид Васильевич Сорокин родился в городе Борисоглебске Тамбовской губернии. Еще обучаясь в гимназии, он проявил склонность к физико-математическим наукам, огромное трудолюбие и целеустремленность. Гимназию закончил с золотой медалью и в 1906 году поступил на физико-математический факультет Московского университета. Здесь он слушает лекции таких выдающихся ученых, как С. Н. Блажко, С. А. Казаков, В. К. Цераский и П. К. Штернберг. Ученик П. К. Штернберга, Леонид Васильевич Сорокин впоследствии продолжил гравиметрические исследо-

вания своего учителя. Еще студентом он выполнил свою первую научную работу в астрономической обсерватории университета — это был расчет орбиты одной из малых планет. С дипломом первой степени Л. В. Сорокин заканчивает в 1911 году университет и становится преподавателем физики и астрономии (космографии) в гимназии своего родного города, а затем в Кромах Орловской губернии.

После Великой Октябрьской социалистической революции по указанию В. И. Ленина началось освоение подземных богатств Курской магнитной аномалии. При Президиуме ВСНХ РСФСР под председательством И. М. Губкина создается Особая комиссия по изучению Курской магнитной аномалии (Земля и Вселенная, 1970, № 2, с. 35.—Ред.). В ее работе активно участвуют академики А. Д. Архангельский и П. П. Лазарев, к полевым работам привлекаются геофизики П. М. Никифоров, А. А. Михайлов, А. И. Заборовский, Г. А. Гамбурцев, Б. М. Яновский и многие другие. С ними работает и Л. В. Сорокин. Именно здесь, при изучении Курской магнитной аномалии, зарождалась отечественная разведочная геофизика. На Л. В. Сорокина были возложены маятниковые и вариометрические измерения силы тяжести. Вместе с О. Ю. Шмидтом он разрабатывает оригинальный метод определения параметров залегания наклонных слоев железистых кварцитов по вариометрическим наблюдениям. Найденная методом Сорокина глубина их залегания в районе села Салтыковка Курской области позднее блестяще подтвердилась данными бурения. Исследования эти оказались важными не только для практики. Они имели принципиальное значение в пору становления разведочной гравиметрии — убедительно показав, насколько эффективны геофизические методы при разведке пластовых месторождений железных

руд. Ныне мало кому известно, что за работу на Курской магнитной аномалии большой коллектив работников Особой комиссии по изучению Курской магнитной аномалии был награжден орденами Трудового Красного Знамени — высшим в то время знаком трудового отличия.

Стране нужна была нефть, и в 1926—1928 годах Л. В. Сорокин командирован в Азербайджан для проведения маятниковых измерений силы тяжести на Апшеронском полуострове. Результаты этих измерений впоследствии позволили совершенно по-новому провести тектоническое районирование и уточнить размещение нефтегазоносных областей. Л. В. Сорокин становится признанным геофизиком-нефтяником. Его приглашают научным консультантом во многие научно-исследовательские и производственные нефтяные организации. Гравиметрические методы в те годы использовались для поиска и разведки нефти в районах Прикаспийской низменности и реки Эмбы. Под руководством Л. В. Сорокина складывается группа специалистов по гравиметрии, которая разрабатывает методику и проводит гравиметрическую съемку с геологоразведочными целями, занимается интерпретацией гравитационных наблюдений, создает измерительную аппаратуру. Важную роль сыграла эта группа — уже сильно выросшая — в годы Великой Отечественной войны, когда стране потребовались новые источники нефти. Нефтепродукты стали поставлять с разведанных геофизиками новых месторождений «второго Баку» — Татарии и Башкирии. Немалый вклад внес в это и Л. В. Сорокин.

В 30-е годы вместе с А. А. Михайловым, И. А. Казанским, Н. Н. Парийским и другими учеными Л. В. Сорокин занимается измерениями силы тяжести по «разрезу Штернберга», проходившему по меридиану через астрономическую обсерваторию на Красной Пресне Московского университета. (Исследования эти были намечены и начаты П. К. Штернбергом еще в 1914 году.) Хотя работы носили явную геодезическую направленность, они позволили уточнить и геологическое строение района московской гравитационной аномалии, и обнаруженные здесь Б. Я. Швейцерам в середине прошлого века большие уклонения отвеса.

Для изучения фигуры Земли по гравиметрическим данным необходимо знать, как рас-



Л. В. Сорокин в годы учебы в Московском университете

пределена сила тяжести по всей Земле, в том числе на морях и океанах. В начале 20-х годов голландский геофизик Ф. А. Веннинг-Мейнес предложил метод измерения силы тяжести с помощью маятников на подвижном основании (Земля и Вселенная, 1969, № 3, с. 44.—Ред.). Он создал специальную аппаратуру и произвел измерения с подводной лодки в океане. Через несколько лет и в нашей стране появился морской маятниковый прибор. Построил его Л. В. Сорокин, а в 1930 году на Черном море он провел первые в нашей стране определения силы тяжести с подводной лодки. Измерения на Черном море Л. В. Сорокин продолжил в 1933, 1934 и 1935 годах. На основании этих морских измерений силы тяжести, а также проведенных в 1926—1928 годах — тоже Сорокиным — сухопутных гравиметрических измерений в Крыму ученые сделали вывод, что Кавказский хребет, горы Крыма и Добруджи представляют собой единую тектоническую структуру. К тому же по гравитационному полю удалось выявить

сейсмоактивную зону на Крымско-Кавказском побережье. Это было тогда весьма актуально, поскольку незадолго — в 1927 году — в Крыму произошло разрушительное землетрясение.

В 1937 году Л. В. Сорокин проводит измерения силы тяжести в Охотском, Японском и Беринговом морях, а в послевоенном 1947 году — в Баренцевом море. Эту последнюю свою морскую экспедицию Леонид Васильевич возглавил на шестидесятом году жизни. А ведь измерения с подводных лодок сопряжены с большими трудностями, и не только организационными. Люди испытывают большие физические и нервные перегрузки, связанные с теснотой, духотой, испарениями от аккумуляторов, отсутствием пресной воды. Леонид Васильевич мужественно переносил все эти испытания и выполнял основную долю долговременных и трудоемких наблюдений. И лишь в редких случаях имел он помощника в морских экспедициях, да и то из числа тех, кто только начинал приобретать опыт подобных работ.

Л. В. Сорокин был инициатором первых измерений силы тяжести и с надводных судов. В 1935 году они выполнялись в Каспийском море его учеником В. В. Федынским. Сила тяжести измерялась с загруженной баржи, испытывавшей относительно меньшую качку. Надо сказать, что в ту пору большинство гравиметристов довольно скептически относилось к возможности надводных измерений силы тяжести (ныне же почти все такие работы на морях и в океанах проводятся именно с надводных судов), но после измерений, сделанных Сорокиным, скептицизм рассеялся. Л. В. Сорокин постоянно совершенствовал морскую гравиметрическую аппаратуру, в частности аппаратуру для регистрации возмущающих ускорений корабля, запись которых позволяет вводить в наблюдательные данные специальные поправки.

Источником ошибок в маятниковых определениях силы тяжести долгое время была недостаточная точность регистрации времени. Л. В. Сорокин разрабатывает кварцевые часы для маятниковых измерений. Правда, первый удачный опыт с ними провели после смерти ученого, во время морской гравиметрической экспедиции ГАИША в Северный Ледовитый океан. В этой же экспедиции был испытан первый морской гравиметр, основанный на

принципе сильного демпфирования чувствительной системы. Прибор разработал во ВНИИГеофизика ученик Сорокина К. Е. Веселов.

За свою жизнь Л. В. Сорокин организовал более полусотни гравиметрических экспедиций, работали они на Урале, в Кузбассе, на Украине и многих других районах страны.

Леонид Васильевич был замечательным конструктором. В 1932 году на территории нашей страны развернулась общая маятниковая съемка и Л. В. Сорокин стал одним из авторов инструкции по проведению измерений силы тяжести. Для работы в труднодоступных районах — горах, тундре, пустыне, тайге — он сконструировал облегченный прибор, определения силы тяжести производились с ним во многих сотнях пунктов. Известны конструкторские разработки Л. В. Сорокина, связанные с приемом сигналов точного времени, специалисты знают прибор Оппольцера — Сорокина для обработки фотозаписей морских маятниковых наблюдений и многие другие. Конструкции Сорокина отличались простотой и надежностью работы в полевых условиях. Это хорошо видно на примере созданного им оптического счетчика. Еще с прошлого века при маятниковых определениях силы тяжести использовался электромагнитный датчик с хронометром. Л. В. Сорокин предложил посеребрить один из винтиков на балансира хронометра. Свет лампочки, отразившись от посеребренного винта, направлялся на зеркало маятника и служил сигналом точного времени. Это устройство дало возможность избавиться от электромагнитного счетчика. Но главное — повысилась точность отметок точного времени, а значит, возросла и точность маятниковых определений силы тяжести.

В 1952 году Л. В. Сорокин в составе коллектива ученых был удостоен Государственной премии за разработку и внедрение отечественного астазированного гравиметра с кольцевой пружиной. Его наградили также орденами Ленина и Трудового Красного Знамени.

Научную деятельность Л. В. Сорокин всегда успешно сочетал с педагогической. В Московском университете он работал с 1921 года. Сначала был принят на должность сверхштатного научного сотрудника, но в том же году стал ассистентом, в 1926 году — доцентом.



Группа русских астрономов и геодезистов. Верхний ряд (слева направо): Л. В. Сорокин, И. А. Казанский, А. Н. Высотский, Томашевич, И. Ф. Полак, Н. И. Днепровский, В. В. Бабаева, М. Е. Набоков, И. А. Бардинский, А. М. Рыбаков, А. А. Михайлов, С. С. Васильев. Нижний ряд: С. А. Казаков, В. Н. Яковлева, П. К. Штернберг, В. К. Цераский, С. Н. Блажко, К. Л. Баев. Снимок сделан на XII съезде русских естествоиспытателей и врачей, январь 1910 года

С 1932 года он — профессор Московского университета. В 1939 году в университете организуется кафедра гравиметрии, и ее заведующим назначили Л. В. Сорокина, он возглавлял кафедру до конца своих дней. В 1930—1931 годах Леонид Васильевич был по совместительству профессором кафедры прикладной геофизики Московского геологоразведочного института имени Серго Орджоникидзе. В предвоенные годы Л. В. Сорокин читает лекции по гравиметрии в Военно-инженерной академии имени В. В. Куйбышева, а во время войны, в 1943—1945 годах, возглавляет кафедру геофизических методов разведки в Московском нефтяном институте имени И. М. Губкина.

Лекции, которые читал Л. В. Сорокин, отличались глубиной содержания, информативностью, неизменно имели практическую направленность. Во время экзаменов он бывал добр к студентам, а иногда с усмешкой задавал каверзные вопросы, например: «Что такое парагеосинклиналь?». В перерывах между лекциями зачастую оставался среди молодежи, умел интересно рассказывать поучительные истории из жизни, а больше — из своей богатой гравиметрической практики. Своим немногим аспирантам он давал полную свободу в выборе темы диссертации и составлении программы экзаменов для кандидатского минимума, оказывая им этим полное доверие. Воспитывал самостоятельность в постановке задач и их решении. Конечно, это приводило порой к отсеиванию недостаточно целеустремленных аспирантов, но зато те, кто прошли школу Сорокина, внесли существенный вклад в развитие гравиметрии.

Не одно поколение гравиметристов училось по учебникам Л. В. Сорокина, которые он создал, опираясь на свой большой опыт производственной и научной работы, а также преподавания в вузах. «Гравиметрия и гравиметрическая разведка» выдержала три

издания — в 1941, 1951 и 1953 годах. Учебник «Геофизические методы разведки нефтяных и газовых месторождений» (1950 год) переведен на немецкий, румынский и венгерский языки. Л. В. Сорокин написал главы по гравиметрии для «Общего курса разведочной геофизики» (1949 год). Обширные главы «Гравиметрия», «Изостазия», «Гравиметрическая разведка» написаны им для справочного руководства «Геодезия» (1939 год).

Что характерно для Леонида Васильевича — он не любил жаргонных выражений, его прямо-таки возмущали слова «гравика», даже «гравиразведка». Хотел, чтобы говорили полностью, уважительно: «гравиметрическая разведка».

Пользуясь огромным авторитетом среди гравиметристов и ученых смежных специальностей, Леонид Васильевич всегда держался скромно, никогда не показывал своего превосходства над собеседником. И неизменно был внимателен ко всем, кто к нему с чем бы то ни было обращался. Этот выдающийся ученый в жизни был неприхотлив, например, известна его неприязнь к галстукам и парадной одежде — он предпочитал холщовую рубашку с косым воротником, подпоясанную шелковым пояском. Имел обыкновение хо-

дить пешком от астрономической обсерватории на Красной Пресне до университетского здания на Моховой или до Сейсмологического института в Пыжевском переулке. А увлечением Леонида Васильевича на досуге был художественная и стереофотография...

Умер Л. В. Сорокин в 1954 году.

В эру космических исследований глобальное гравитационное поле стали изучать с помощью искусственных спутников Земли (Земля и Вселенная, 1979, № 5, с. 30.— Ред.). Однако методы измерений силы тяжести на море не потеряли своего значения и по сей день они даже стали еще более актуальными и применяются для решения многих задач разведочной геофизики и гравитационной навигации. Созданы новые методы определения силы тяжести на море, разработана теория измерения силы тяжести при движении не только на море, но и в воздухе. Возросли требования к точности измерений, детальности гравиметрических съемок, быстродействия измерительных систем. В наши дни специалисты по гравиметрии с благодарностью вспоминают основоположника отечественной морской гравиметрии Леонида Васильевича Сорокина, который внес большой вклад в постановку и решение этих проблем.

Моделирование «ядерной зимы»

Метеорологи, климатологи, специалисты по физике атмосферы продолжают обсуждать проблему возможных катастрофических последствий, которые способны вызвать применение термоядерного оружия. В печати было много публикаций о «ядерной зиме». В их основе идея о том, что выброшенная в земную атмосферу при сильных пожарах масса продуктов сгорания «перекроет» солнечное излучение на длительный срок. В результате могут произойти очень опасные климатические изменения в региональном и даже глобальном масштабах (Земля и Вселенная, 1985, № 4, с. 26.— Ред.).

Однако конкретные характе-



ристики подобной катастрофы, ее масштабы все еще остаются неясными. В августе 1985 года группа специалистов из Канады и США провела полевой эксперимент: на площади 650 га в районе Со-Сент-Мари (провинция Онтарио, Канада) был искусственно вызван крупный лесной пожар (пораженный вредителями здешний еловый лес так или иначе подлежал сожжению). Ученые использовали его для моделирования условий, которые могут наступить в природной среде после термоядерного взрыва.

Зажигательную смесь сбро-

сили с вертолета сперва в центре мертвого леса. От этой точки вертолет удалялся, описывая в воздухе спираль и поджигая все новые площади. При сконцентрированном характере огня воздушные массы устремлялись внутрь охваченной огнем области, а наружу, тем самым предотвращалось дальнейшее распространение пожара. Все это вызвало мощную вертикальную конвективную дымовую колонну, некое подобие небольшого грибообразного облака.

В результате эксперимента получены данные о движении сажи и других продуктов сгорания, их способности поглощать солнечное излучение.

New Scientist, 1985, 107, 146



Кандидат физико-математических наук
В. Г. КАРЕТНИКОВ
Кандидат физико-математических наук
И. Л. АНДРОНОВ



Студенческая научная конференция «Нестационарные звезды»

15—17 мая 1985 года в Большой физической аудитории Одесского государственного университета имени И. И. Мечникова (ОГУ) проходила Всесоюзная студенческая научная конференция «Нестационарные звезды». В ее работе приняли участие более 70 человек, в том числе 20 студентов из 12 вузов страны. Всего на конференции было прочитано 30 студенческих научных докладов.

Во вступительном слове профессор Одесского университета Л. Д. Скрылев отметил широкую представительность конференции, рассказал о достижениях своего университета в области исследования переменных звезд, о большой работе по подготовке астрономических кадров в ОГУ.

Доктор физико-математических наук А. В. Тутуков (Астросовет АН СССР) посвятил свой доклад различным сценариям эволюции тесных двойных систем (Земля и Вселенная, 1982, № 1, с. 27.—Ред.), подчеркнув согласованность теоретических моделей с данными наблюдений.

Ю. Б. Яворский (ОГУ) рассмотрел влияние деформации невырожденной звезды на физические характеристики излучения тесных двойных систем. Студент Харьковского университета Е. А. Плужник сообщил о результатах спекл-интерферометрических наблюдений

двойных звезд. О. А. Алексеева (ОГУ) исследовала влияние начальных физических характеристик звезд, входящих в состав двойной системы, на движение вещества, перетекающего через внутреннюю точку Лагранжа.

Большой интерес вызвали также результаты фотометрических и астрометрических исследований затменных двойных звезд, полученные В. И. Колесниковым (Уральский университет), С. В. Колесниковым, Н. В. Поплавской, В. В. Ляховичем и В. В. Голубовским (ОГУ).

Группа докладов была посвящена изучению пульсирующих переменных звезд. М. В. и Н. П. Миргородские (Уральский университет) рассмотрели кинематические характеристики шаровых звездных скоплений и звезд типа RR Лиры. Результаты фотометрического исследования 20 долгопериодических и полуправильных переменных звезд, выполненного по Всесоюзной программе координированных рентгеновских, оптических и радионаблюдений, посвятили свои доклады Л. С. Кудашкина и Т. В. Романенко (ОГУ). С. В. Милютикова (ЛГУ) исследовала распределение лучевых скоростей в атмосферах звезд — космических источников мазерного излучения, рассказала о связи наблюдений с результатами теоретических моделей.

Второй день работы конференции открыл обзорный доклад кандидата физико-математических наук А. Ф. Пугача (ГАО АН УССР) «Звезды с непериодическими ослаблениями блеска». Рассмотрев основные характеристики таких звезд, он отметил важность регулярных комплексных наблюдений этих объектов.

Исследованию физических параметров атмосфер холодных звезд-гигантов были посвящены доклады Ю. Н. Краснопольского, В. В. Сотникова, О. О. Гончара, Т. И. Синяковой (ОГУ), Д. А. Ляшко (Симферопольский университет). Сравнение теоретических спектров, рассчитанных на ЭВМ, с данными наблюдений показало, в частности, что турбулентная скорость в атмосферах этих объектов не остается постоянной, как считалось для ряда моделей, а увеличивается с высотой примерно от трех до десяти километров в секунду. Количественный анализ высокодисперсионных спектрограмм звезды Т Тельца провела С. А. Коротин (ОГУ). Результаты анализа могут служить фактическим материалом для создания моделей звезд этого типа и основой спектрального атласа самой Т Тельца.

Н. П. Костров из Уральского университета посвятил свой доклад исследованию оптических спутников переменных

звезд. К. Н. Вуганов (Херсонский педагогический институт) подготовил практические рекомендации для школ. В них указывается, например, как лучше использовать телескоп-рефлектор системы Ньютона при наблюдениях переменных звезд, приводится также ряд прикладных программ для обработки на ЭВМ результатов наблюдений. Ю. Н. Крулгий (Харьковский университет) рассказал о результатах телевизионной фотометрии слабых астероидов.

Большой интерес вызвал обзорный доклад доктора физико-математических наук профессора А. М. Черепашука (ГАИШ, МГУ) «Объект SS 433 — новый кандидат в черные дыры». Выступление затрагивало многие проблемы звездной эволюции, численного моделирования, связи процессов, происходящих в ядрах активных галактик и в объекте SS 433 (Земля и Вселенная, 1986, № 1, с. 21.—Ред.).

О своих расчетах параметров поляризации излучения атомов, возбужденных электронным ударом, в оболочках горячих звезд рассказал А. А. Лекомцев (Ленинградский политехнический институт); П. Д. Немиш (Львовский университет) — о проведенной им BV-фотометрии быстро движущихся нестационарных объектов. М. И. Банный (ОГУ) представил результаты фотографических наблюдений катаклизмических переменных звезд. Г. В. Борисов и Г. В. Поправко (МГУ) рассмотрели проблемы поиска оптических проявлений гамма-барстеров, обратили внимание на трудности, связанные с отождествлением оптических вспышек. Г. С. Юрчишин (Львовский университет) опре-

делила физические условия в оболочке R Водолея, которая скорее всего представляет собой симбиотическую звезду, то есть двойную систему, где холодный гигант и горячий спутник окружены плотной газовой туманностью. Доклад И. С. Илуридзе (Тбилисский университет) был посвящен статистическому исследованию солнечных вспышек в радио- и оптическом диапазонах.

О моделировании релятивистских прецессирующих струй в активных ядрах галактик рассказал А. Н. Дьяков (ЛГУ). Ю. Д. Чорний (Львовский университет) рассмотрел ранние стадии в образовании крупномасштабной структуры Вселенной.

Закрывая конференцию, доктор физико-математических наук Д. И. Нагирнер (ЛГУ) отметил, что такие совещания чрезвычайно полезны и хорошо дополняют школы молодых астрономов. При обсуждении итогов конференции выступили заведующий кафедрой астрономии ОГУ В. Г. Каретников, директор АО ОГУ Ю. А. Медведев, профессор А. М. Черепашук (ГАИШ), студенты Львовского университета Ю. Д. Чорний и Г. С. Юрчишин.

В резолюции, принятой совещанием, было решено проводить всесоюзные студенческие научные конференции «Нестационарные звезды» на базе Одесского университета раз в 3 года. Участники совещания единодушно выразили благодарность сотрудникам Одесского университета, кафедры астрономии и астрономической обсерватории за прекрасную организацию конференции и создание творческой обстановки на ней.

НОВЫЕ КНИГИ

Какая сегодня погода?

Научно-популярная книга «Погода в нашей жизни», написанная видным американским метеорологом Л. Беттеном, посвящена формированию и предсказанию погоды, ее роли в жизни людей (М.: Мир, 1985, перевод с английского А. Г. Рябошапко, А. В. Лысака). Книга, состоящая из введения и тринадцати глав, делится на две основные части. В первой автор дает описание атмосферы, погоды и климата, обсуждает все усложняющиеся сейчас проблемы их прогнозирования и активного воздействия на погоду. Тема второй части — влияние атмосферы, а значит и погоды, на различные стороны человеческой деятельности. Это и земледелие, и транспортные перевозки, и строительство, и, наконец, здоровье людей.

Как говорится в предисловии к русскому изданию, название книги не совсем точно отражает ее содержание. Автор рассказал не только о погоде, он сумел дать подробную и яркую картину всех процессов и явлений в земной атмосфере — от ее общей циркуляции до кислотных дождей, формирования озонового слоя, парникового эффекта двуокиси углерода. Читатель найдет в книге и увлекательно написанные главы о том, как погодные явления нашли отражение в мировом искусстве — музыке и живописи. Погода в разное время года отражена в таких широко известных музыкальных произведениях, как «Времена года» Антонио Вивальди, «Весна священная» Игоря Стравинского, «Осенняя песня» Эдварда Грига. Что же касается живописи, то метеорологи даже считают, что созданные в далеком прошлом картины и гравюры — ценный источник климатологической информации.

Книга Л. Беттена рассчитана на широкий круг читателей.



Проблемы тектоники — в центре дискуссий

Межведомственный тектонический комитет каждый год созывает совещания, на которых обсуждаются проблемы тектоники Земли. Совещания эти, как правило, проходят в Московском университете и собирают большое число участников из многих научных и производственных геологических учреждений нашей страны. Но не только тектонисты обычно приезжают на эти совещания. Ведь проблемы тектоники Земли волнуют стратиграфов и петрологов, металлогенистов и геофизиков... Именно в столкновении различных идей современной геотектоники выявляются главные сегодняшние проблемы наук о Земле, в острых дискуссиях вырабатываются методологические принципы исследования геологических процессов.

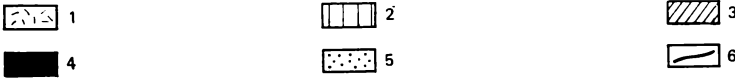
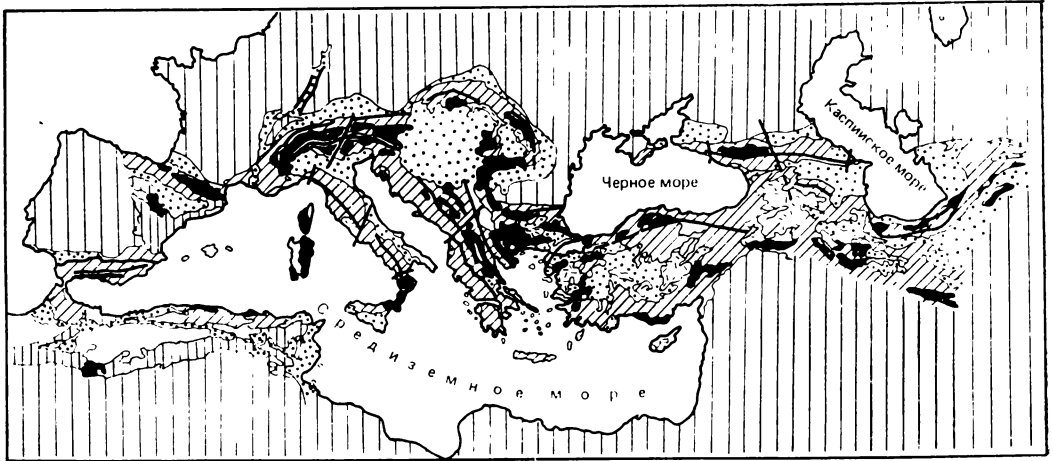
Темой тектонического совещания, проходившего в МГУ в январе 1985 года, были закономерности формирования структуры континентов в неогее. Неогей охватывает верхний докембрий и фанерозой, или последние 1,6 млрд. лет жизни Земли. В более чем тридцати докладах, прозвучавших на совещании, рассказывалось о последних достижениях в изучении основных черт геологической структуры и истории развития самых разных областей нашей планеты. Были представлены обобщающие доклады о структуре континентов в глобальном масштабе

(В. Е. Хаин), а также посвященные блоковой делимости земной коры (Л. П. Красч'й), основным закономерностям развития эндогенных процессов континентов (В. В. Беловусов), связи металлогении с тектоническими процессами в палеозое (Д. В. Рундквист) и в мезозое и кайнозое (Г. А. Твалгрелидзе и А. Д. Щеглов). На примере различных регионов затрагивались такие острые дискуссионные проблемы, как роль и значение офиолитов, которые многие считают реликтами океанической коры, в структуре земной коры (Н. А. Богданов) и закономерности формирования континентальных окраин (С. М. Тильман, В. П. Зенкевич и др.). Даже простое перечисление вопросов, обсуждавшихся в докладах совещания, показывает, насколько содержательна и насыщена была его программа. Конечно, можно было бы подробно рассказать о новых результатах исследования различных регионов. Но важнее все-таки другое — вокруг каких вопросов шли основные дискуссии, что было предметом острых споров.

Если подойти формально, то докладчики, выступавшие на совещании, делились, как это стало обычным в последние годы, на мобилистов и фиксистов. И, как это тоже стало привычным, сторонники мобилизма численно преобладали на совещании. Обсуждались

разные подходы к пониманию закономерностей строения и развития конкретных регионов — Средиземноморья, Казахстана, восточных окраин Азиатского континента. Но основные споры и в самих докладах, и в дискуссиях сосредоточивались вокруг одного вопроса. Вопрос этот был так сформулирован во вступительном слове председателя Межведомственного тектонического комитета академика Ю. М. Пущаровского: как следует на современном этапе развития геотектоники относиться к понятию «геосинклиналь» и к учению о геосинклиналях?

Под геосинклиналями обычно понимают подвижные зоны земной коры, где протекают самые интенсивные эндогенные процессы, преобразующие земную кору. Там, в результате этих сложных процессов, возникают горные складчатые области. Геосинклинали характеризуют, таким образом, определенную закономерную стадию в развитии континентальной земной коры. Вопрос о роли геосинклиналей весьма актуален, в нем сосредоточены едва ли не все основные проблемы современной геотектоники. К тому же он самым прямым образом связан с представлениями о закономерностях тектонических процессов. Учение о геосинклиналях возникло более ста лет назад и с тех пор непрерыв-



но развивается и обогащается, пополняясь новыми фактическими данными о строении и развитии наиболее активных подвижных участков земной коры. В этом эмпирическом обобщении просуммированы результаты работы многих поколений геологов, полученные независимо от того, какие гипотезы о причинах тектогенеза существовали или даже господствовали в то или иное время.

Однако с позиций современного мобилизма стала оспариваться правомерность учения о геосинклиналиях. Иногда прямо говорится, что учение это послужило своей службой и теперь, в свете новых идей, его следует сдать в архив. Но далеко не все исследователи, и даже те, кто стоит на позициях тектоники плит, согласны с этим, многие из них пытаются совместить новые идеи с учением о геосинклиналиях. И, пожалуй, «водораздел» между разными взглядами на тектонику Земли проходит именно здесь: геологи разделяют-

ся на два лагеря по тому, как они относятся к понятию и учению о геосинклиналиях, а не формально — на мобилистов и фиксистов. И такой подход оказывается более глубоким, поскольку сводится к важному вопросу, признаем мы тектонические процессы закономерными во времени и пространстве или отрицаем эти закономерности.

Если рассматривать доклады совещания именно под таким углом зрения, то оказывается, что большинство исследований подтверждает и развивает представления о закономерностях тектонических процессов, установленных в рамках учения о геосинклиналиях. Конечно, некоторые доклады посвящались отдельным регионам, их геологической истории и строению, и в этих случаях нельзя было говорить о каких-то более общих закономерностях. Но в сопоставлении со всей суммой фактических данных, продемонстрированных аудитории, периодичность тектонической активности в нео-

Схема структуры Средиземноморского подвижного пояса.

Его геологическое строение и основные этапы развития обсуждались во многих докладах совещания.

Условные обозначения:

- 1 — молодые — найнозойские — вулканические образования;
- 2 — платформенные стабильные области, окружающие подвижный пояс;
- 3 — деформированные (складчатость, тектонические покровы) мезо-найнозойские отложения;
- 4 — выходы на поверхность пород домезозойского кристаллического фундамента;
- 5 — краевые и межгорные прогибы, впадины;
- 6 — региональные разломы

гее, сходство различных (иногда очень удаленных) областей в главных чертах своего строения выявлялись с большой убедительностью.

Геотектонические циклы, которые прослеживаются в истории Земли последние полтора миллиарда лет, представляют собой глобальную закономерность. Примечательно, что процессы минералообразования и металлогении хоро-

шо согласуются, как следует из многих докладов, с периодичностью геотектонических циклов и в палеозое, и в мезо-кайнозое.

Сходство этапов развития и основных черт структуры таких удаленных друг от друга областей, как Урал и Аппалачи, заставляет искать общие или, по крайней мере, сходные причины их образования. И хотя некоторые исследователи находят эти причины, не выходя за рамки концепции тектоники плит, констатация принципиальных закономерностей важна сама по себе. При всех различиях в структуре складчатых областей Средиземноморья, таких как Альпы, Апеннины, Кавказ, в их строении вполне можно увидеть сходство. Но если для Урала и Аппалачей еще выполнимо построить схему геологического развития с точки зрения тектоники плит, то для средиземноморских структур это уже куда труднее. Сложная конфигурация складчатых областей данного пояса, сочетание прямолинейных структур с дугообразными заставляют мобилистов конструировать сложные комбинации взаимодействия множества плит и микроплит. Даже в пределах одной области, например Апеннин, мобилисты вынуждены делать дополнительные предположения, скажем, о поворотах микроплит в разных частях этой области. И тогда черты сходства разных областей и закономерная зональность внутри одной и той же области — оказываются только игрой случайностей.

Некоторые сторонники тектоники плит призывают отказаться от термина «геосинклиналь» и от основных положений

учения о геосинклиналях. Не случайно они говорят, что для большинства сторонников современного мобилизма не существует закономерностей тектонических процессов во времени, как нет и пространственных закономерностей, управляющих распределением тектонических явлений. Надо сказать, это вполне отвечает современному этапу развития идеи тектоники плит, идей, сильно отличающихся от тех, что провозглашались на раннем, «классическом» этапе этой концепции. Тогда была «узаконена» жесткая детерминированность горизонтальных перемещений плит от мест их рождения (зон спрединга) к местам их поглощения (зоны субдукции). Делалась попытка дать закономерную, обусловленную движениями плит картину вместо представления об относительной беспорядочности строения земной коры. «Ленты» горизонтального «конвейера», расходящиеся в разные стороны от срединно-океанических хребтов, — наиболее яркий зримый образ той ранней стадии тектоники плит. Однако оказалось невозможным применять эту простую и, казалось бы, наглядную схему для земного шара в целом.

Наиболее близкая аналогия для иллюстрации сегодняшних представлений тектоники плит — корка на остывающем металле, которая растрескивается, и в образующиеся щели выжимается жидкий расплав; края кусков корки обламываются, тонут, местами наползают друг на друга. Хаотичная, незакономерная картина. Известный американский геофизик Д. П. Мак-Кензи, характеризуя современные представления о кинематике дви-

жения литосферных плит, пишет: «Области восходящих движений в мантии теперь оказываются совсем не обязательно связанными со срединно-океаническими хребтами, а распределены по всему океаническому дну... при изучении движения плит, как современных, так и древних, немногое можно узнать о конвекции в мантии, даже если эти движения известны в деталях».

И получается, что на смену упорядоченности и закономерности, которые пыталась дать тектоника плит на своем раннем этапе, она пришла к хаотическим и беспорядочным движениям и незакономерной структуре. Поэтому она и отрицает закономерные стадии развития и повторяющиеся (отнюдь не случайно) черты структуры земной коры. Отрицает структуры, устанавливаемые в рамках учения о геосинклиналях, а вместе с ними и само учение.

Свидетельствует ли это о некоем кризисе идей в тектонике плит? Это покажет будущее. Однако ясно, что с позиций какой бы то ни было концепции и даже теории отрицать справедливость эмпирического обобщения — дело довольно безнадежное. Здесь уместно вспомнить слова В. И. Вернадского, основным фондом науки считавшего научные факты, их классификацию и эмпирические обобщения: «Если научное эмпирическое обобщение становится в противоречие с теорией и подтверждается непрерывно при новом накоплении фактов, научная теория должна пасть или измениться, принять такую форму, которая не противоречила бы эмпирическому обобщению».

Доктор физико-математических наук
М. Н. ГНЕВЫШЕВ
Кандидат физико-математических наук
В. И. МАКАРОВ



Солнечные обсерватории Франции

В начале 1985 года авторы статьи посетили несколько французских астрономических обсерваторий и познакомились с проводимыми на них исследованиями Солнца.

ПАРИЖ

Самой старой из действующих сейчас в мире обсерваторий считается Парижская, построенная по инициативе прекрасного инструментального мастера (изобретателя микрометра), математика и астронома Адриена Озу (умер в 1691 году). Он убедил министра финансов Ж. Б. Кольбера построить в Париже большую обсерваторию, которая «возвеличит» правление Людовика XIV. Участок земли для обсерватории был куплен «от имени короля» 7 марта 1667 года (с этого дня начинается история обсерватории). Здание для обсерватории построено по проекту автора знаменитой колоннады Лувра архитектора Клода Перро (брата сказочника Шарля Перро). В 1832—1839 годах к зданию с востока и запада пристроены восьмиугольные крылья, на которых позднее были установлены два вращающихся купола. В 1974 году один из куполов демонтировали и перевезли на горную обсерваторию вблизи Сен Вероны. В помещении Парижской обсерватории сейчас размещаются астрономический музей, зал заседаний ученого совета и астрометрический и небесно-механический отделы. Через это здание проходил когда-то «нулевой меридиан». Но после конференции в Вашингтоне в 1884 году нулевым стал считаться Гринвичский меридиан.

Первым директором обсерватории был Жан Доминик Кассини (1625—1712). С ней связаны имена таких ученых, как П. Мопертю, Ж. Лаланд, Д. Араго, А. Физо, Ж. Фуко, Ж. Даламбер. Перед главным входом установлена статуя Урбена Жана Леверье (1811—

1877), вычислившего положение еще не открытой тогда планеты Нептун.

На территории обсерватории расположен Парижский астрофизический институт. Почти все многочисленные исследования Солнца сотрудники института выполняют на основе данных, полученных ими на других французских и зарубежных обсерваториях. Исследования солнечного излучения проводятся в самом институте с помощью спектрометра.

МЕДОН

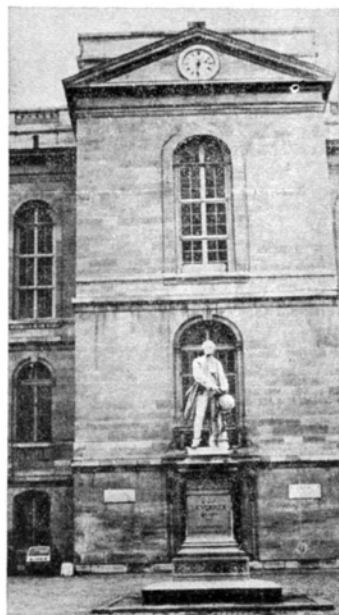
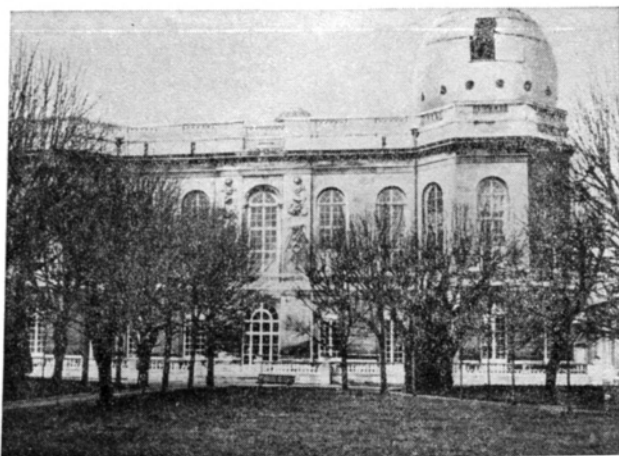
В 1876 году Совет Третьей республики проголосовал за передачу «нового замка» (построенного в пригороде Парижа Медоне еще в 1702 году) в распоряжение Пьера Жюля Жансена (1824—1907), который открыл вместе с Д. Н. Локьером в 1868 году гелий на Солнце и получил первые снимки солнечной грануляции. Это положило начало знаменитой Медонской обсерватории, ставшей наблюдательной базой Парижской обсерватории.

Медон расположен на высоте 160 м и окружен большим парком. Это место как нельзя лучше подходило для обсерватории. Сейчас в обсерватории ведутся исследования по многим направлениям, включая астрометрию и службу времени, но наиболее хорошо она известна своими достижениями в области астрофизики и прежде всего физики Солнца.

В 1894 году Анри Деландр (1853—1948) построил первый спектрогелиограф и затем большой и малый сидеростаты, которые содержат плоское зеркало, перемещаемое так, что отраженные им лучи от небесного светила сохраняют одно и то же направление. Эти приборы используются и сейчас. С 1919 года на спектрогелиографе ведутся непрерывные наблюдения, исследования морфологии солнечных образований, выполнявшиеся главным образом супругами Мари и Люсьеном

Статуя Ж. У. Лавье перед входом в здание
Парижской обсерватории ►

Главное здание
Парижской обсерватории



Д'Азамбужа. На основании этих наблюдений Медонская обсерватория публикует «Синоптические карты солнечной хромосферы», отличающиеся высокой точностью и полнотой. В настоящее время исследования хромосферы с помощью спектрогелиографа продолжают под руководством Мари Жозеф Мартр.

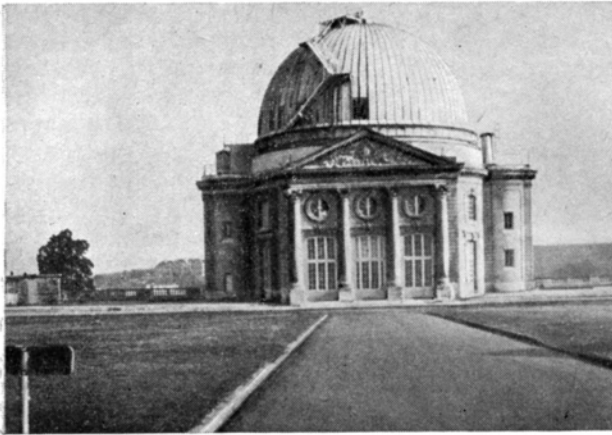
В 1930 году Бернар Лио (1897—1952) на обсерватории Пик дю Миди впервые в мире наблюдал солнечную корону вне затмений. В главном здании Медонской обсерватории хранится коронограф, трубу которого Лио собственноручно сколотил из досок, оставшихся после ремонта пола. В 1931 году Лио построил первый монохроматический узкополосный интерференционно-поляризационный фильтр, сыгравший большую роль в солнечных наблюдениях. Эти работы Лио открыли новую эру в исследованиях Солнца. Ученый умер в 1952 году, возвращаясь из Египта, куда он ездил наблюдать солнечное затмение.

Расскажем о главных оптических солнечных инструментах Медонской обсерватории. В 1963 году была построена башня высотой 36 м для солнечного телескопа. На вершине башни есть площадка, на ней установлен целостат с зеркалами диаметром по 85 см каж-

дое. Целостат направляет свет вертикально вниз — в лабораторию, где строится изображение Солнца. Благодаря большому диаметру изображения (диаметр диска 41 см) и прекрасному качеству изображения на Солнце можно исследовать тонкие детали. Изображение Солнца проецируется на щель спектрографа, с помощью которого производятся измерения интенсивности лучевых скоростей и магнитных полей в отдельных спектральных линиях.

В последнее время используется новый прибор — многоканальный вычитающий спектрограф. В нем луч два раза отражается от дифракционной решетки. С помощью призмы и дополнительных щелей одновременно получают девять монохроматических изображений выбранного участка солнечной поверхности в разных частях крыльев исследуемой спектральной линии. Различия между двумя изображениями в разных частях профиля линии обусловлено скоростями движения вещества. Если же применить, кроме того, поляриод, то различия будут определять магнитным полем. Сравнения двух изображений производятся в лаборатории с помощью ЭВМ.

Такой же спектрограф используется на обсерватории Пик дю Миди в комбинации с 50-сантиметровым рефрактором. Третий эк-



Главное здание Медонской обсерватории



**Башня солнечного телескопа
Медонской обсерватории**

землярь готовится для установки на новой Западно-европейской солнечной обсерватории (Канарские острова).

Большие размеры площадки позволяют установить на ней астрономические приборы. Так, например, проводились первые наблюдения искусственных спутников. С площадки открывается прекрасный вид на Париж и окрестности.

С 1962 года исследования магнитных полей и лучевых скоростей проводятся также на спектрографе, имеющем объектив диаметром 40 см и фокусное расстояние 23 м.

Малый сидеростат используется для питания спектрогелиографа, на выходной щели которого выделяется полоса спектра шириной 0,1 Å. Именно с помощью этого прибора с 1919 года получают в обсерватории высококачественные спектрогелиограммы. Здесь же можно увидеть оригинальную фотогелиограмму, снятую Жансенем. Диаметр изображения Солнца — 100 см! Этот снимок получен непосредственно на телескопе на специально изготовленной фотопластинке, без последующего увеличения.

В последнее время известный французский ученый Одуэн Дольфюс создал новый прибор для исследования движений в солнечной атмосфере. В нем используется монохроматический фильтр типа Лию со спектральным разрешением 0,13 Å, прозрачностью 20% и

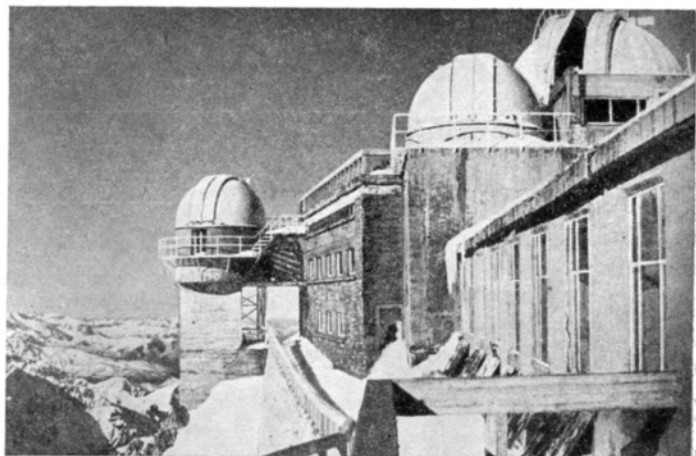
переменным положением полосы пропускания в спектре от 5000 Å до 6700 Å. Этот монохроматор позволяет получать распределение по поверхности Солнца деталей, колеблющихся с определенной частотой (например, с периодом 5 мин). Модулятор параметров Стокса, помещаемый перед фильтром, позволяет получать распределение магнитного поля. Он установлен на солнечном рефракторе (диаметр объектива 28 см), который направляется прямо на Солнце и свободен от поляризации при малой интенсивности дифрагированного света. В 1954 году Дольфюс проводил в Медоне первые опыты по подъему телескопов на воздушных шарах и доказал техническую возможность таких наблюдений.

Кроме комплекса солнечных приборов в обсерватории имеются комфортабельные лаборатории, кабинеты для ученых, библиотека и вычислительный центр.

Все солнечные исследования объединяет отдел физики Солнца и планет. Раньше его возглавлял известный ученый Поль Симон. Сейчас отделом руководит его однофамилец Ги Симон.

Оптические солнечные исследования Медонской обсерватории дополняются радиоастрономическими наблюдениями Солнца в Нанси, где есть два радиогелиографа: первый длиной 2 км (частота 169 МГц) и второй длиной 1,5 км (частота 408 МГц).

**Здание обсерватории
Пик дю Миди**

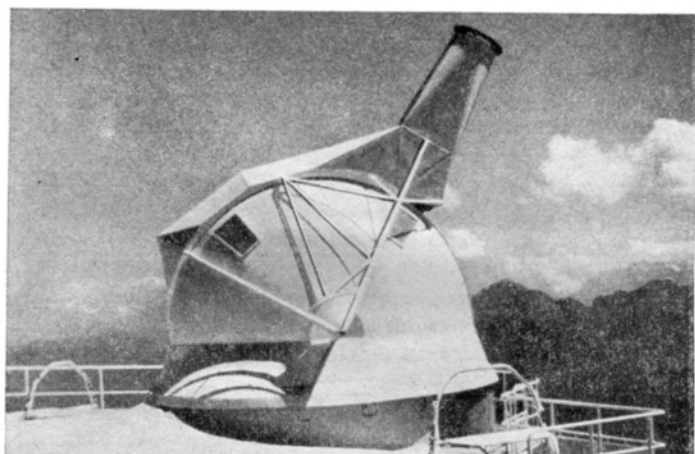


ПИК ДЮ МИДИ

Обсерватория на горе Пик дю Миди (Верхние Пиренеи) возникла первоначально как метеорологическая станция. Эта гора (высота ее 2877 м), с очень острой вершиной и крутыми склонами со всех сторон, доступна только в бесснежное время и только для вьючного транспорта, да и то с большим трудом. Она господствует над всеми окружающими вершинами и потому давно привлекала внимание исследователей. Так, еще в 1741 году астроном Пантад Монпелье, первый описавший солнечную корону во время затмения 1706 года, поднялся на вершину.

Он умер там во время наблюдений, прямо с секстантом в руках.

У. Ж. Лаверье, будучи директором Парижской обсерватории, организовал во Франции службу погоды. Он также говорил о Пик дю Миди как возможном месте для метеорологической станции. Первые постройки на горе и метеонаблюдения были осуществлены благодаря героическим усилиям отставного кавалерийского генерала Шарля де Нансоти и инженера С. Х. Восена, которые на собственные деньги, а также собранные ими пожертвования, своими руками, часто рискуя жизнью, строили первые помещения станции. В июне 1875 года на юго-западе Франции произошло сильное наводнение. Оно было предсказано Нансоти на основании метеорологических наблюдений. Благодаря предсказанию удалось предотвратить много несчастий.



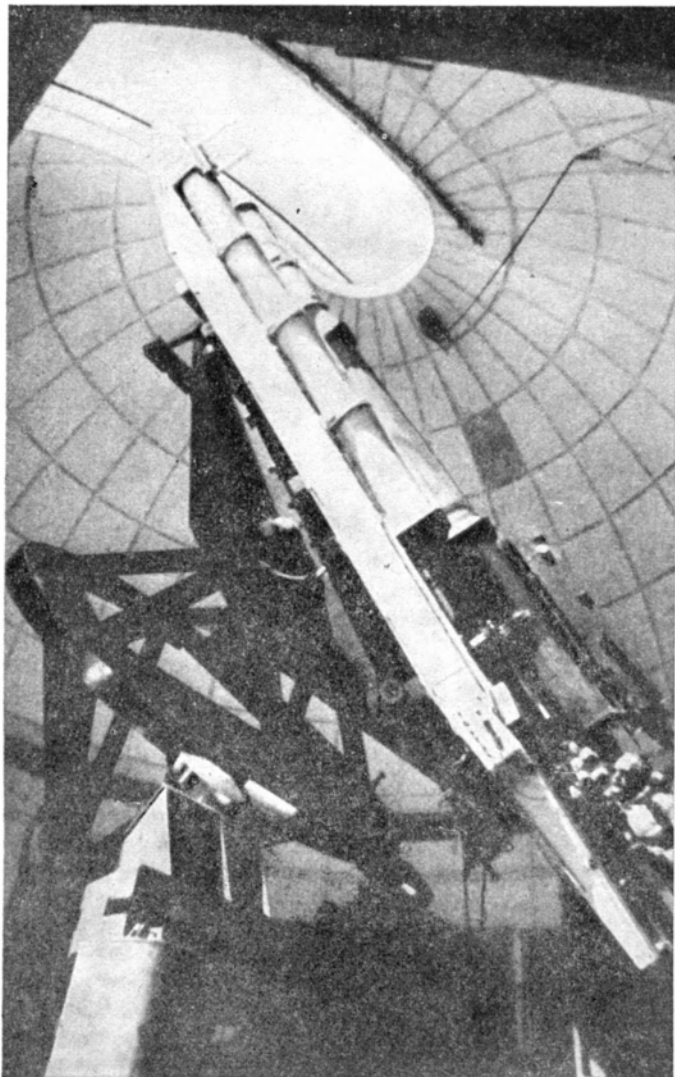
**Купол с «носом»
для 50-сантиметрового
рефрактора**

«Экваториальный стол» с двумя коронографами

Об этом стало известно, и «для ознакомления на месте» сюда прибыли астроном Жюль Жансен и химик Шарль Сент Клер Девиль. Их доклад Академии наук и решил окончательно вопрос об организации обсерватории. 20 июня 1878 года в фундаменте новой обсерватории был заложен первый камень.

Сначала директором ее (1882—1891) был инженер Восен. Его сменил астроном из Лиона Эмиль Маршан (1892—1914), который занимался исследованием зодиакального света. При нем эта метеостанция стала превращаться в настоящую астрономическую обсерваторию. Маршан — один из пионеров исследования солнечно-земных связей, в частности связи между солнечными пятнами и земным магнетизмом. В курортном городке Баньер-де-Бигор, в 25 км от Пик дю Миди, он построил маленькую станцию для регистрации метеорологических, геомагнитных, атмосферно-электрических явлений и солнечных пятен. С началом первой мировой войны деятельность обсерватории была свернута, штат отозван, а из всех исследований остались только метеонаблюдения.

Толчком к дальнейшему развитию обсерватории стали успешные наблюдения Лео солнечной короны вне затмений. В 30-х — 40-х годах началось строительство линии электропередачи и канатной дороги. Когда линия вступила в действие, освещение, отопление, электропитание приборов перестали быть проблемами. Теперь для того, чтобы попасть на Пик дю Миди, нужно из Баньер-де-Бигора



проехать вдоль долины Кампон в верхнюю ее часть, где находится горно-лыжный курорт Ла Монжи. Там — начальная станция канатной дороги на Пик дю Миди.

Благодаря прекрасным астроклиматическим условиям на Пик дю Миди снимки Луны, полученные здесь, были такими четкими, что использовались для выбора места посадки на ней космических кораблей «Аполлон». В обсерватории можно увидеть снимок окружающей местности, сделанный Лео с горы в северо-восточном направлении, на нем отчетливо, с подробностями видны вершины гор,

находящиеся на расстоянии 300 км.

С 1947 по 1981 год директором обсерватории был известный астрофизик из Бордо Жан Рёш. Основная цель исследований Рёша — получение изображений с максимальным разрешением. Главной причиной порчи изображения (помимо астроклиматической) он считает обмен между наружным воздухом и воздухом в помещении телескопа. Чтобы избежать этого, Рёш построил купол с длинным «носом». В «нос» входит значительная часть телескопа с диаметром объектива 50 см. На куполе «нос» поднимается и опускается, следуя за соответствующими движениями телескопа и в то же время не мешая ему. При этом все части купола остаются закрытыми и обмен воздуха с наружными слоями сведен к минимуму. Специальная диафрагма перед объективом предохраняет его оправу от нагревания. В результате Рёшу удается получать снимки солнечной грануляции, не уступающие, а иногда и превосходящие по качеству те, которые были получены на атмосферных баллонах.

Та же задача (избежать обмена воздуха внутри башни с наружным) решается и для двухметрового телескопа. Здесь объектив телескопа почти упирается в купол, где сделано отверстие по размеру объектива. Купол состоит из двух частей: одна вращается по азимуту, вторая, с отверстием, — вращается на первой. Чтобы совместить отверстие в куполе с объективом телескопа, специальная ЭВМ управляет сложными движениями обеих частей купола.

В башне находится «экваториальный стол» — ферма на параллактической установке. Здесь смонтированы два коронографа: первый — коронограф Лио (объектив 20 см), с его помощью исследуется эволюция солнечной короны в 11-летнем цикле; второй — коронограф с диаметром объектива 26 см, используется для исследования протуберанцев. Ж. Л. Леруа на этом приборе выполнил измерения магнитных полей в протуберанцах в течение цикла солнечной активности (1973—1982 годы) методом Ханле. Результаты этих наблюдений в виде неопубликованного каталога были переданы нам для совместного исследования.

В небольшой башне находится целостат. Он строит изображение Солнца в одном из двух спектрографов (с разной дисперсией),

на них исследуются хромосферные вспышки и магнитные поля Солнца.

В другой башне размещен коронограф с диаметром объектива 15 см. Он используется для измерения поляризации в короне, что позволяет судить об электронной плотности в ней. Основные проблемы, над которыми сейчас работают французские ученые-солнечники, связаны с исследованием формы Солнца, структуры фотосферных линий, солнечной короны, протуберанцев. Теоретические же исследования внутренней структуры Солнца проводятся в Тулузе.

В обсерватории Пик дю Миди имеются большие мастерские, жилые и бытовые помещения для сотрудников и приезжих. Все комнаты соединяются коридорами на разных этажах, и условия здесь напоминают корабельные — выйти можно только на крышу. Много места на Пик дю Миди занимают помещения для аппаратуры большой телевизионной станции, передачи с которой можно принимать по всей Франции, а также и в Испании.

10 дней мы провели в обсерватории Пик дю Миди, на ее базе в Баньер-де-Бигоре и в Тулузе, 20 дней в Медонской обсерватории и Парижском астрофизическом институте: выступали с докладами, знакомились с приборами, участвовали в дискуссиях, обсуждали планы будущих совместных исследований. И везде встречали большое гостеприимство и дружелюбие.

Мы выражаем глубокую благодарность Национальному центру научных исследований Франции, сотрудникам Астрофизического института Сержу Кучми и Гёцу Штельмахеру, ученым обсерватории Пик дю Миди Ж. Рёшу, Ж. Леруа и Ж. Нойенсу, сотрудникам обсерватории в Медоне Полю Симону, Ги Симону и Мари Мартр.

Много заботы и внимания было проявлено к нам Паскалем Сотировским — югославским астрономом, работающим в Медоне.



Экваториальная камера Густава Гейде

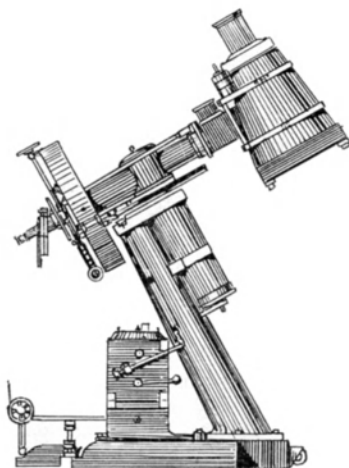
Фотографические исследования, организованные в конце XIX века на Московской обсерватории, стимулировали развитие техники астрономической фотографии в России. Большую роль сыграли первые фотографические инструменты, установленные здесь и во многом определившие будущие исследования московских астрономов. Об одном из этих инструментов мы и хотим рассказать.

В 1890 году Московская обсерватория приобрела 110-миллиметровый объектив Штейнгеля, на основе которого предполагалось создать фотографическую камеру для «патрульно-поисковых» астрономических наблюдений. Однако встала проблема: где найти средства для изготовления задуманного инструмента. Тяжелое материальное положение обсерватории в то время решительным образом перечеркнуло все планы. Но весной следующего года Московскую обсерваторию возглавил В. К. Цераский, пользовавшийся большим авторитетом в научных кругах университета. Он и сумел вывести обсерваторию из создавшегося трудного материального положения. В 1893 году А. А. Назаров, бывший товарищ В. К. Цераского по

университету, пожертвовал обсерватории значительную сумму денег, «желая дать обязательное выражение своей неизменной преданности родному университету». На эти средства, помимо перестройки некоторых сооружений, расширения территории обсерватории и закупки нового лабораторного оборудования, было решено сделать всю механическую часть для 110-миллиметровой фотографической камеры. В. К. Цераский принял живейшее участие в разработке чертежей и деталей ее конструкции. По совету В. П. Энгельгардта, жившего в то время в Германии, заказ на изготовление камеры предложи-

ли дрезденскому механику и конструктору точных оптико-механических приборов Густаву Гейде. Переговоры с ним начались в конце 1893 года, а уже весной 1895 года камера была привезена в Москву и установлена сыном Г. Гейде.

Камеру установили на колонне, ориентированной параллельно оси мира. Это обстоятельство позволяло при любом положении оси склонений разворачивать камеру на 360° . В полую ось склонений, которая одновременно служила и тубусом гида, была вмонтирована призма полного внутреннего отражения, что существенно уменьшало длину гида. При диаметре 75 мм гид имел фокусное расстояние ~ 1000 мм и увеличение $100\times$, а самое главное, ломаная конструкция гида позволяла наблюдателю выбирать удобное положение при наблюдениях. Очень удачно была разработана вся система управления. Стопорные ключи, механизмы гидирования и окулярная часть гида располагались на противовесом компактно, а все механические узлы были сделаны с необходимой точностью. При диаметре объектива 110 мм и фокусном расстоянии 640 мм поле зрения инструмента составляло $20^\circ \times 25^\circ$. В работе использовали фотопластинки размером 24×30 см. Чтобы получить качественное изображение всей площади фотопластинки,



Экваториальная камера
Густава Гейде
в конце XIX века

объектив диафрагмировался. Но несмотря на мелкий масштаб, объектив давал снимки больших областей неба, пригодные для точных измерений.

Правда, если судить объективно, некоторые недоработки в конструкции камеры все же имелись. Определенным недостатком с точки зрения надежности и долговечности было то, что многие механические узлы не были защищены от случайностей и неосторожности при обращении с ними; использование дерева в качестве корпуса для касетной части и кассет привело к тому, что со временем они практически пришли в негодность и их ремонт потребовал больших усилий. Тем не менее, несмотря на эти незначительные недоработки, в 1895 году экваториальная камера успешно начала свою работу и зарекомендовала себя как чрезвычайно точный и удобный инструмент.

Первый пробный снимок на пластинке размером 13×18 см фирмы «Люмбер» получил 25 июля 1895 года В. К. Цераский. Заведовать астрографом поручили С. Н. Блажко, которого за год до этого приняли в Московскую обсерваторию внештатным вычислителем. О задачах, которые должны были решаться с помощью экваториальной камеры, С. Н. Блажко вспоминает так: «...план заключался в фотографировании звездного неба, начиная с полярной области, от полюса до 70° склонения; центры соседних пластинок выбирали на расстояниях приблизительно 10° друг от друга, так чтобы соседние фотографии сильно перекрывали друг друга; применялись самые чувствительные пластин-

ки, какие можно было достать в Москве; нормальную экспозицию определили в 2 часа. Цель фотографирования была намечена как получение материала для последующих поисков переменных звезд путем сравнения пластинок с одним и тем же центром, полученных в разные ночи. Для каждого центра нормально нужно было получить по три снимка, отделенных промежутком в месяц и более. Когда полярную область отработали, этот план был распространен на Млечный Путь, а затем на зоны шириною в 10° с центрами по склонению: между 60° и 70° , между 50° и 60° , между 40° и 50° и т. д.». Снимок, полученный 15 сентября 1895 года С. Н. Блажко, положил начало «стеклянной библиотеке» Московской обсерватории.

В 1898 году начались систематические поиски новых переменных звезд. В эту работу включилась и Л. П. Цераская. Для обнаружения переменных звезд использовался особый станок, в котором вертикально укреплялись один за другим (с интервалом 2—3 см) два снимка одного и того же участка неба, но снятые в разные ночи. С. Н. Блажко с помощью 7-дюймового рефрактора исследовал найденные переменные. В результате обработки снимков Л. П. Цераская открыла 218 переменных, многие из которых положили начало новым типам звезд (например, RW Возничего, V Близнецов, RV Единорога и другие).

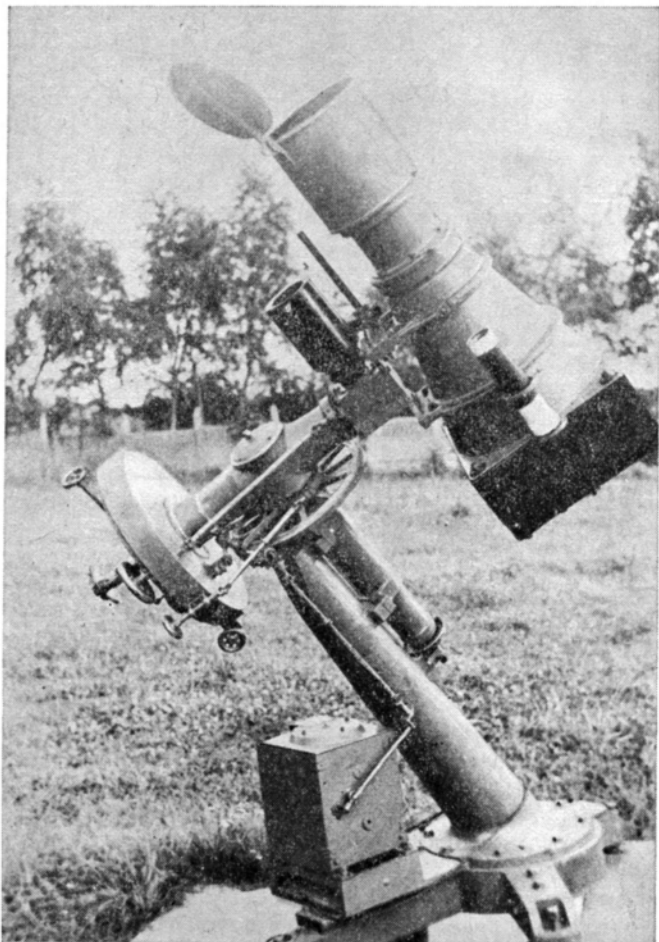
В конце марта 1900 года фотографировать небо в обсерватории стали на пластинках «Ильфорд». В зависимости от состояния неба, фокусировки и гидрирования двухчасовая

экспозиция позволила получить на снимках объекты до 14—15 звездной величины. С 1904 года использовались еще более чувствительные пластинки фирмы «Ильфорд Моноарх».

В 1912 году для экваториальной камеры были приобретены новый объектив Цейса (диаметр 160 мм и фокусное расстояние 820 мм) и объективная призма. При том же формате пластинок объектив покрывал поле $15^\circ \times 19^\circ$. Однако в ходе наблюдений обнаружилось, что в конструкции объектива и в мае 1914 года его отослали назад. Но объектив вернули в Москву лишь в 1922 году. Недостатки были устранены и все же оказалось, что теперь качественное изображение располагается симметрично относительно точки, отстоящей приблизительно на 2° (30 мм) от оптической оси. Объектив увеличил масштаб изображения и проникающую силу камеры, а это позволило с ее помощью решать новые задачи, в частности фотографировать спектры метеоров (это с успехом делал С. Н. Блажко).

Интересна статистика накопления негативов в «стеклянной библиотеке». В 1892 году «библиотека» насчитывала всего 9 негативов, в 1900 году их было уже 172, в 1905—355, 1910—778, 1915—1029, а в 1919—1064 негатива. В 20-е годы из-за нехватки фотопластинок работы на экваториальной камере были сокращены. Так, в 1920 году получили всего 11 негативов, а до 1931 года включительно еще 323 снимка.

В 1931 году, когда Московскую обсерваторию преобразовали в Государственный аст-



Современный вид
экваториальной камеры

рономический институт имени П. К. Штернберга, наблюдения на экваториальной камере стали проводиться сотрудниками отдела переменных звезд ГАИШа. С 1936 года исследуются все переменные звезды ярче 12^m в максимуме блеска. Б. В. Кукаркин предложил план изучения переменных звезд Млечного Пути. В этих исследованиях принимали участие

многие советские ученые, в том числе П. П. Паренаго, Н. Ф. Флоря, М. С. Зверев. Фотографирование выбранных участков неба продолжалось до послевоенного времени. В 1946 году из Зоннебергской обсерватории в Москву был доставлен 400-миллиметровый астрограф Цейса специально для наблюдений переменных звезд; теперь наблюдения стали вестись главным образом на новом инструменте. К этому времени число снятых фотопластинок на экватори-

альной камере превысило 2300 и составило значительную часть «стеклянной библиотеки» ГАИШа.

Экваториальная камера продолжала работать в Москве до 12 ноября 1958 года. Всего с 1895 по 1958 годы на ней было получено 3900 снимков. Освещенность неба над огромным городом сильно возросла, и фотографировать светосильной камерой в условиях Москвы стало невозможно. Дирекция ГАИШа, сотрудники отдела переменных звезд решили передать в 1959 году экваториальную камеру Кишиневской станции наблюдения искусственных спутников Земли, где ее установили в 1960 году. Начался новый период в истории инструмента.

В экспедициях семидесятых годов с помощью экваториальной камеры молдавские ученые исследовали параметры атмосферы в районе Северного Кавказа. Эти работы проводились совместно с институтом Оптики атмосферы Томского филиала СО АН СССР.

Сейчас экваториальная камера находится на территории обсерватории Кишиневского университета, в 50 км от столицы Молдавии. В 1982 году замечательный инструмент, так долго служивший ученым, было решено полностью разобрать и отремонтировать. Авторы данных строк принимали участие в этой работе: заменили ряд пришедших в негодность узлов и деталей, отремонтировали механизмы управления. Оптические детали объектива камеры, гида и искателя были сняты, исследованы и обновлены. Затем инструмент собрали и установили вновь.

Чтобы определить качество фотографического изображе-

ния и проникающую силу камеры после ремонта, съемка проводилась на пластинках ORWO ZU—21. Серия экспозиций от 20 до 40 мин показала, что за долгие годы оптика инструмента практически не ухудшилась, так как при 40-минутной выдержке предельная звездная величина составила 15,7. В настоящее время экваториальная камера позволяет эффективно выполнять многие «патрульно-поисковые» задачи. Разработана программа фотографирования выбранных участков неба для обнаружения новых звезд и комет. Кроме

того, астрограф вполне пригоден для систематического изучения переменных звезд и фотографирования комет.

Экваториальная камера Густава Гейде—это не только один из самых старых фотографических инструментов в нашей стране, она сыграла важную роль в отечественной астрономии. За 90 лет на ней работали многие известные исследователи переменных звезд—С. Н. Блажко и Л. П. Цераская, Б. В. Кукаркин и П. П. Паренаго, сотрудники отдела переменных звезд ГАИША П. Г. Куликовский,

Н. Е. Курочкин и другие. Большое количество негативов, хранящихся сейчас в ГАИШе, постоянно используется многими астрономами других учреждений страны. Обширную работу по исследованию отснятых на экваториальной камере пластинок провел когда-то В. П. Цесевич.

Надеемся, что и в будущем экваториальная камера Густава Гейде даст еще много новой информации астрономам.

Чистота байкальской воды



В последние несколько десятилетий из-за усилившейся хозяйственной деятельности озеро Байкал стало испытывать заметную «антропогенную нагрузку», что не могло не сказаться на чистоте байкальской воды. Правда, существует мнение: озеро надежно защищает себя—глубинные воды из недр Земли (они обладают низкой минерализацией), поступающие в озеро по разломам земной коры, смешиваясь с байкальской водой, понижают ее минерализацию, как бы очищают ее. Но так ли это?

Член-корреспондент АН СССР Г. И. Галазий и К. К. Вотинцев (Лимнологический институт Сибирского отделения АН СССР) путем длительных наблюдений химического баланса Байкала пришли к иному выводу. Нет никаких со-

мнений, что этот баланс нарушен. Химический сток в озеро превышает подобный сток из него через Ангару. Причина—избыточное поступление в Байкал загрязняющих веществ с водами самых крупных впадающих в него рек—Селенги и Баргузина. Это приводит к медленному, но неуклонному повышению минерализации воды в озере. Изучение баланса хлоридов (ионов хлора) показало, что ежегодно в озере остается до 47% их, среднее содержание хлоридов в Байкале равно 0,6 мг/л и с глубиной не изменяется, они пронизывают все водные слои озера до самого дна.

По расчетам Г. И. Галазия

и К. К. Вотинцева, глубинных вод, поднимающихся из земных недр, явно недостаточно, чтобы сильно понизить минерализацию байкальской воды. Известно, что Байкал сам обладает довольно высоким самоочистительным потенциалом. Активная жизнедеятельность бактерио-, фито- и зоопланктона, несмотря на низкую температуру водной среды, не позволяет органическим веществам скапливаться в водной толще (отсюда почти идеальная прозрачность воды) и способствует высокой биологической продуктивности Байкала. Но потенциал этот не беспределен и может существовать лишь до тех пор, пока не нарушится экосистема органического мира озера. Нарушение же быстро приведет к изменению чистоты байкальской воды.

Водные ресурсы, 1985, № 6



Из опыта преподавания астрономии в СПТУ

Черные дыры, галактики, межзвездные перелеты, вземные цивилизации, расширяющаяся Вселенная — темы, которые, как я убедился много лет преподавая астрономию в сельском профтехучилище, живо интересуют учащихся. Уроки астрономии — это прежде всего мировоззренческие уроки. Даже простейшие наблюдения звездного неба, информация о том, как долго идет к нам свет от тех или иных звезд, производят сильное впечатление на ребят, вызывают восхищение грандиозностью мироздания.

Наше профтехучилище № 213 находится недалеко от города Бобруйска (БССР). В учи-

лище много внимания уделяется созданию хороших условий для преподавания астрономии. Силами учащихся, преподавателей и мастеров производственного обучения на базе кабинета физики оборудован физико-астрономический комплекс, в который входят астрономическая площадка, уголок астрономии, кабинет занимательной физики и собственно кабинет физики и астрономии.

КАБИНЕТ ФИЗИКИ И АСТРОНОМИИ

Знакомство с астрономическими наглядными пособиями кабинета начинается с модели точного вращения Земли. Эта модель представляет собой большой географический глобус, наполовину выступающий из боковой сте-

В кабинете физики и астрономии идет урок

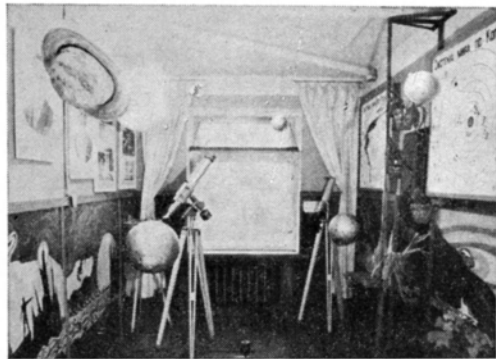


ны кабинета и приводимый в движение небольшим электродвигателем. За глобусом находится электролампа, имитирующая Солнце, а перед ним — «Луна».

На стене кабинета — трое электронных часов, показывающих всемирное, московское и местное время. Между окон расположены вертикальные стенды с наглядными пособиями. Среди них разнообразные звездные карты. Большая демонстрационная карта звездного неба с помощью электродвигателя опускается и убирается подобно киноэкрану. Рядом находятся две механические «плакатницы», содержащие таблицы с необходимыми сведениями по астрономии.

Наиболее примечательный экспонат астрономического уголка — это подвесная модель Солнечной системы. Планеты и их спутники изготовлены самими учащимися из папье-маше, и на тонких, почти незаметных нитях подвешены к потолку. Модель дает наглядное представление об относительных размерах тел Солнечной системы и их расстояниях от Солнца.

Преподавание астрономии осуществляется по учебному пособию «Астрономия» (автор Е. П. Левитан), специально написанному для учащихся ПТУ. Комплект этих книг есть в нашем кабинете. По всем темам используются диафильмы и кинофильмы. В обучении широко используются специально разработанные дидактические карточки. Особый интерес, на наш взгляд, представляет серия вопросов для работы с подвижной картой звездного неба А. Д. Марленского. Учащимся, например, предлагается, прочитав в карточке название звезды, найти ее на карте и по таблице опорных звезд определить звездную величину. Затем для даты, указанной в карточке, они определяют моменты восхода, захода и верхней кульминации этой звезды, ее экваториальные координаты. Шестнадцать вариантов таких карточек вполне хватает для того, чтобы практически все учащиеся работали самостоятельно, а заранее подготовленные ответы на специальном бланке позволяют преподавателю быстро и эффективно осуществлять контроль за работой всех, своевременно внося необходимые коррективы. В целом, как показывает опыт, это значительно активизирует познавательную деятельность, а разнообразие вариантов и желание получить верный ответ вносят в обучение современательный и игровой элементы¹.

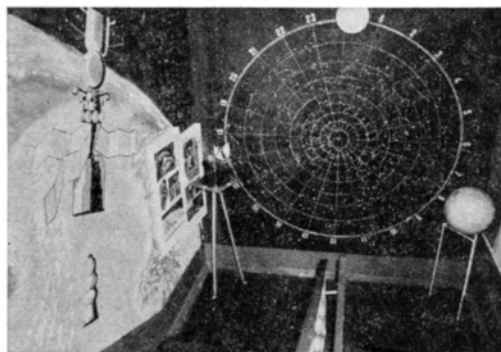


Астрономический уголок в кабинете



Модель Солнечной системы, созданная руками учащихся СПТУ

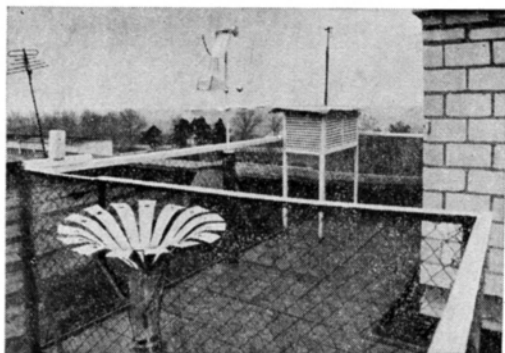
Астрономический уголок на лестничной площадке



¹ Автор статьи недавно разработал и издал с помощью республиканского учебно-методического кабинета профессионально-технического образования в виде брошюры очень полезное пособие «Дидактический материал по астрономии для средних профессионально-технических училищ» (прим. ред.).



Автор статьи В. А. Сизов знакомит учащихся с астрографом. Видна башня для телескопа



Метеоуголок на астрономической площадке

АСТРОНОМИЧЕСКИЙ УГОЛОК

Он оборудован в коридоре, перед входом в кабинет физики и астрономии и далее на лестничной клетке, откуда можно подняться на крышу, где расположена астрономическая площадка. Здесь на стенах коридора изображены ближайшие к нам скопления галактик, станция «Салют», фантастический звездолет, возможные ландшафты далеких миров. Ребята могут познакомиться с символами Солнца, Луны, планет и картой звездного неба — своеобразным тренажером, служащим мостиком между демонстрационной картой кабинета и настоящим звездным небом, которое учащиеся наблюдают на площадке.

Астрономический уголок оборудован стендами «Система мира Птолемея», «Система мира Коперника», «Законы Кеплера». Здесь

же портреты К. Э. Циолковского, С. П. Королева, Ю. А. Гагарина, Николая Коперника, Джордано Бруно, Иоганна Кеплера.

АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ПЛОЩАДКА

Исключительно важную роль в преподавании астрономии играет астрономическая площадка. Она оборудована на плоской крыше учебного корпуса, прямо над кабинетом физики и астрономии, и путь к ней пролегает через астрономический уголок (это делает весь комплекс единым).

Деревянный настил (пол площадки) уложен на опорных брусках (для предохранения покрытия крыши). Приняты меры и для устранения вибрации устанавливаемых на треногах приборов. Площадка обнесена металлической оградой. В северо-восточном углу площадки расположена небольшая восьмигранная башня с поворачивающейся крышей и открывающимся обзорным сектором. Это наша скромная обсерватория, оснащенная школьным телескопом. Хочется подчеркнуть, что для практической работы в нашем училище имеется достаточное количество телескопов, биноклей, подвижных карт звездного неба.

К астрономической примыкает метеоплощадка, оснащенная всем необходимым оборудованием (барограф, термограф, гигрограф и др.).

Несомненно, хорошая материальная база способствует повышению качества преподавания астрономии, активизации учащихся, вызывает большой интерес к предмету, помогает формированию диалектико-материалистического мировоззрения, что отвечает требованиям реформы общеобразовательной и профессиональной школы. Мы намерены совершенствовать оборудование площадки, модернизировать башню для телескопа, организовать систематические визуальные и фотографические наблюдения. Хочется подчеркнуть важную роль, которую играет астрономический кружок в училище. Он дает возможность не только чаще проводить практические занятия, но и создавать приборы, модели, совершенствовать астрономический комплекс. Упомянутую подвесную модель Солнечной системы разработали и сделали именно кружковцы. На занятиях кружка был создан и самодельный астрограф. Кружковцы — первые помощники преподавателя астрономии.

Семинар учителей астрономии

В начале текущего учебного года Северо-Казахстанский областной институт усовершенствования учителей провел семинар по обмену опытом преподавания астрономии. В семинаре приняли участие более пятидесяти учителей из всех районов области, а также преподаватели астрономии Петропавловского педагогического института. Руководил семинаром заведующий кабинетом физики и астрономии института усовершенствования учителей А. П. Крахмалёв.

Программа семинара предусматривала: обсуждение особенностей преподавания астрономии в современных условиях, проблем повышения воспитательных функций школьного курса астрономии, обмен опытом по организации практических занятий и наблюдений и другие вопросы.

На семинаре четко обозначилось стремление учителей астрономии повысить воспитательную эффективность своего предмета. Учитель средней школы № 11 г. Петропавловска В. И. Месяц сообщил, что он на своих уроках обращает особое внимание на разъяснение несостоятельности все еще бытующих предрассудков и суеверий, связанных со звездным небом и небесными явлениями. А учитель Петропавловской школы-интерната В. А. Кожевников рассказал об интересных уроках, где он знакомит учащихся с использованием астрономии в штурманском деле. Учительница Молодогвардейской средней школы Г. Н. Серебрякова поделилась опытом организации наблюдений небесных светил в телескоп. Описания и зарисовки Луны, Солнца и планет, а также наблюдения за изменением вида звездного неба в течение ночи и года, перемещением планет среди звезд и т. д.— все это не только конкретизирует и углубляет знания учащихся по астрономии,

но и способствует формированию научного мировоззрения учащихся.

Большой интерес вызвал опыт работы астрономических кружков, о котором рассказал учитель Бикшульской средней школы А. Г. Генрих. Учитель Сергеевской средней школы В. Н. Зубарев рассказал о работе по созданию в школе комплекса астрономического оборудования (площадки, обсерватории, планетария). В этой школе успешно ведется преподавание астрономии, и не случайно ее выпускники оказываются в числе лучших студентов физического факультета пединститута.

На примере работы народной обсерватории Дворца культуры ЗИЛ автор заметки познакомил участников семинара с возможностями внешкольной работы по астрономии (Земля и Вселенная, 1983, № 6, с. 52.— *Ред.*). Особенно большой интерес вызвала информация о вовлечении школьников в научно-исследовательскую работу и массовую пропаганду астрономических знаний среди населения.

В один из дней работы семинара его участники посетили астрономический комплекс Токушенской средней школы Советского района (Земля и Вселенная, 1971, № 4, с. 64.— *Ред.*). Здесь они познакомились с приборами, наглядными пособиями, различными приспособлениями астрономической площадки и обсерватории, выполненными руками школьников под руководством талантливого педагога Тимофея Тимофеевича Гаврилюка. Есть в этом комплексе и свой школьный планетарий, играющий немалую роль не только в учебном процессе, но и в научно-просветительной работе среди местных жителей. К сожалению, создателя этого замечательного астрономического комплекса уже нет в живых. В память о своем учителе токушенские школьники решили присвоить астрономическому комплексу имя Т. Т. Гаврилюка.

НОВЫЕ КНИГИ Удивительная гравитация

В 1985 году библиотечка «Квант» пополнилась еще одной книгой. Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука» выпустила книгу, рассчитанную на старших школьников, студентов и преподавателей, — «Удивительная гравитация или как измеряют кривизну мира». Ее авторы В. Б. Брагинский и А. Г. Полнарв в предисловии пишут, что «старались следовать изречению выдающегося советского физика, академика И. Е. Тамма: „студент — это не гусь, которого нужно нафаршировать, а факел, который нужно зажечь“». Авторы поставили перед собой нелегкую задачу «познакомить читателя с основными современными представлениями о гравитационном взаимодействии», «дать ему почувствовать, как удивительные особенности гравитации проявляются на опыте» и «убедить читателя в том, что нельзя заниматься какой-то одной частью физики, пренебрегая знаниями остальных».

В § 1 определив понятие «физический эксперимент», авторы разъясняют смысл «гравитационного эксперимента»; рассказывают, что было известно о гравитации И. Ньютона (§ 2); дают определение общей теории относительности (§ 4); показывают, как «краснеют» и «голубеют» электромагнитные волны (§ 8); говорят о том, как «ловят» волны кривизны (§ 12) и какова гравитация на окраине Метагалактики (§ 14). В заключительном параграфе авторы обсуждают вопрос о постоянстве гравитационной постоянной.

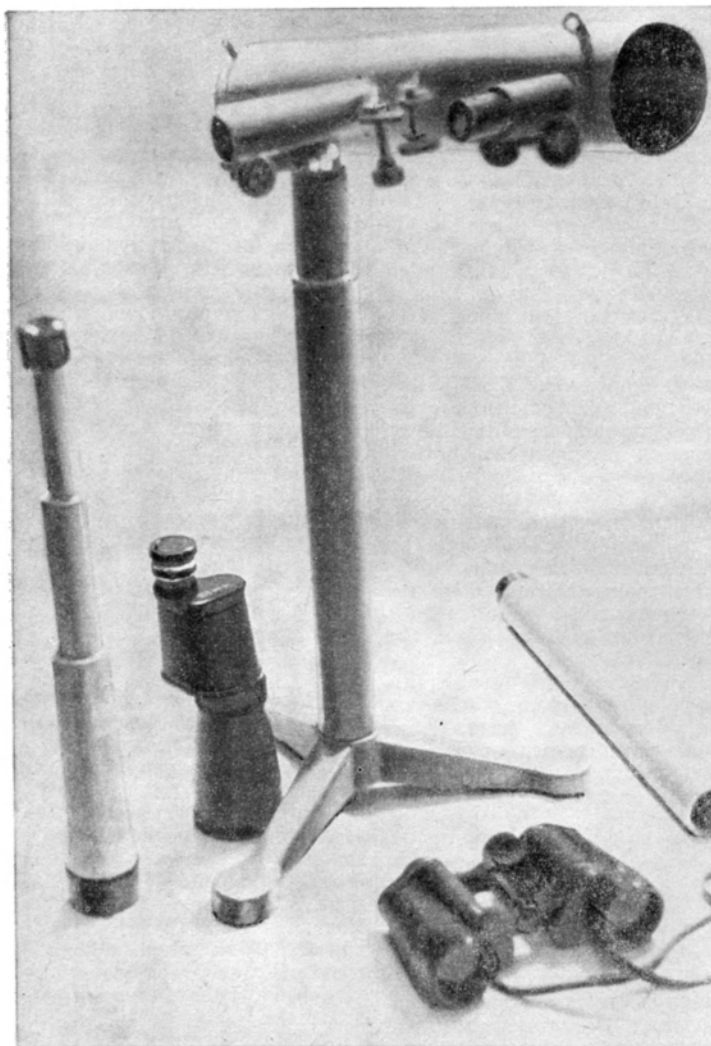
Из приложения к книге читатель узнает, какую пользу можно извлечь из гравиметрии и есть ли невесомость на орбите. Прилагаемый список литературы поможет лучше разобраться в материале.

Н. К. СЕМАКИН



А. А. ГОРИНОВ
Д. А. ФОМИН

Приборы для наблюдений кометы Галлея



Как известно, второй период видимости кометы наступает в марте этого года. Комету можно видеть на востоке незадолго до восхода Солнца. К этому времени у нее должен появиться хвост (порядка $20-30^\circ$), а блеск достигнет максимальной величины — порядка 4^m . В конце апреля комета Галлея окажется доступной наблюдениям в средних широтах, но ее хвост, возможно, почти исчезнет, а блеск уменьшится до 6^m и далее станет быстро падать. Комета будет находиться в созвездиях Гидры и Чаши вплоть до середины июня.

Учитывая, что в предстоящем «свидании» комета Галлея предстанет тусклым протяженным объектом, похожим на туманность (особенно, когда она без хвоста), для ее наблюдений наиболее подходят светосильные призмные бинокли, основные данные о которых приведены в таблице 1. Сделаем некоторые пояснения к этой таблице. Прежде всего отметим, что буква «П» в шифре прибора указывает на то, что бинокль **призмный**, а буква «Ц» говорит о том, что фокусировка обоих монокуляров **центральная**. Первое число шифра прибора обозначает **кратность увеличения**, второе — **диаметр объектива** в миллиметрах. Напомним: **выходным зрачком** называется светлое пятнышко, оно получится на экране, расположенном непо-

Простейшие оптические инструменты, с помощью которых можно наблюдать комету Галлея

ТАБЛИЦА 1

ДАННЫЕ ОБ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ БИНОКЛЯХ

Бинокль	Диаметр выходного зрачка d (мм)	Предельная разрешающая способность r (")	Угол поля зрения α (°)	Проницающая сила m (зв. величина)	Сумеречное число S	Масса (кг)	Цена (руб.)
БП 7 × 35	5,0	6	8,5	9,8	15,7	0,7	70
БПЦ 7 × 35	5,0	6	8,5	9,8	15,7	0,7	80
БПЦ 7 × 50	7,1	6	7,0	10,6	18,7	1,0	87
БПЦ 8 × 30	3,8	6	8,5	9,5	15,5	0,6	80
БП 10 × 50	5,0	4,5	6,0	10,6	22,6	0,9	80
БПЦ 10 × 50	5,0	4,5	6,0	10,6	22,4	0,9	90
БПЦ 12 × 40	3,3	4,6	6,0	10,1	21,9	0,9	85
БПЦ 20 × 60	3,0	3,0	3,6	11,0	34,6	1,4	120

ТАБЛИЦА 2

ДАННЫЕ О НЕКОТОРЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МОНОКУЛЯРАХ

Монокюляр	Предельная разрешающая способность r (")	Угол поля зрения α (°)	Проницающая сила m (зв. величина)	Сумеречное число S	Масса (кг)	Цена (руб.)	Примечание
МП 8 × 30	6,0	8,5	9,5	15,5	0,3	15	Монокюляр со сменными объективами
МП 7 × 50	6,0	7,0	10,6	18,7	0,4	32	
МП $\left\{ \begin{array}{l} 12 \times 40 \\ 20 \times 60 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 4,6 \\ 3,0 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 6,0 \\ 3,5 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 10,1 \\ 11 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 21,9 \\ 34,6 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,4 \\ 0,8 \end{array} \right\}$	52	

ТАБЛИЦА 3

ДАННЫЕ О НЕКОТОРЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЗРИТЕЛЬНЫХ ТРУБАХ

Зрительная труба	Диаметр объектива d (мм)	Увеличение (крат)	Предельная разрешающая способность r (")	Угол поля зрения, α (°)	Проницающая сила (зв. величина)	Сумеречное число S	Масса (кг)	Цена (руб.)
«Турист-4»	30	10	6,0	4	9,5	17,3	0,3	18
«Турист-3»	50	20	4,5	2	10,6	31,6	0,6	40

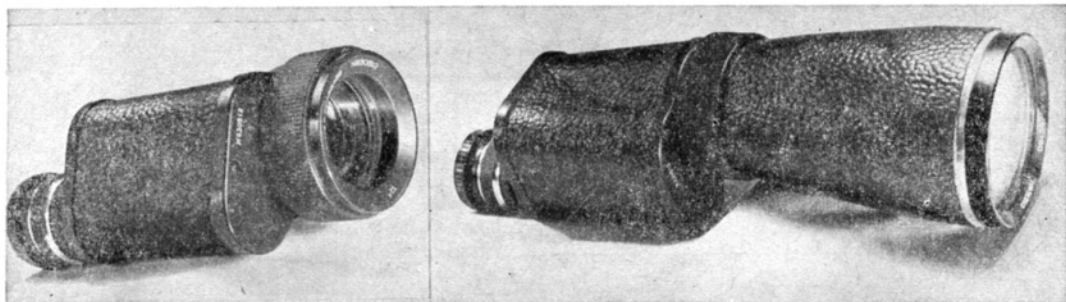
средственно за окуляром, если направить оптический прибор на дневное небо.

Следует обратить внимание и на такие важные показатели оптического прибора, как его разрешающую способность и проницающую силу. За разрешающую способность прибора принимается то минимальное

угловое расстояние между двумя звездами, при котором они могут быть видны раздельно. Разрешающая способность легко устанавливается из наблюдений тесных пар двойных звезд, с известными угловыми расстояниями между компонентами.

Проницающая сила опреде-

ляется предельной звездной величиной объекта, еще доступного наблюдению с помощью этого прибора. Правда, цифры, указанные в таблицах, даны для диаметра зрачка нормального человеческого глаза (6—7 мм). Но с годами у человека диаметр зрачка уменьшается до 3—4 мм, поэтому



Монокуляр со сменными объективами. Слева — с 12-кратным увеличением, справа — с 20-кратным

в бинокль, у которого выходной зрачок больше 4 мм (например в БПЦ 7×50), пожилой наблюдатель на небе увидит меньше звезд, чем его молодой коллега. Выбирая бинокль, обращайте внимание на его сумеречное число. Этот параметр характеризует степень пригодности прибора для астрономических наблюдений и рассчитывается по формуле:

$$S = \sqrt{D \cdot \Gamma},$$

где D — диаметр объектива в миллиметрах, Γ — увеличение.

Более тонкая структура наблюдаемого объекта лучше заметна в бинокль с большим значением S . Так, например, бинокли БПЦ 7×35 и БП 10×50 имеют одинаковую стоимость и одну и ту же величину выходного зрачка. И все же предпочтение при покупке следует отдать второму прибору, поскольку его сумеречное число в 1,4 раза больше, чем у первого.

Если бинокля нет, то можно использовать монокуляр (таб-

лица 2), представляющий собой половинку бинокля.

Зрительные трубы «Турист» также подходят для наблюдения комет.

Подчеркнем, что любой из упомянутых приборов (бинокль, монокуляр, зрительная труба) необходимо закрепить на устойчивом фотоштативе, или самостоятельно изготовить надежную монтировку.

Возможно, некоторые любители астрономии захотят сфотографировать комету Галлея хотя бы неподвижным аппаратом. Для этого пригоден любой из имеющихся в распоряжении аппаратов. Светочувствительность фотопленки должна быть не менее 130 ед. ГОСТа, а экспозиции могут достигать 30—40 с или даже 1 мин. Диафрагму объектива надо полностью открыть.

Любители, у которых есть телескоп «Мицар», школьный рефрактор или какой-либо самодельный астрограф имеют возможность получить снимок кометы даже после исчезновения у нее хвоста и ощутимого уменьшения яркости.

Обрабатывать пленку можно в стандартном метоловом мелкозернистом проявителе. Для усиления контраста изображения рекомендуется увеличить концентрацию раствора в

2 раза, проявлять в течение 20—30 мин при температуре 16—18° С. Полезно использовать при коротких выдержках фенидоновые проявители, повышающие чувствительность пленки. Хорошей проработкой деталей различной яркости и контраста обладает глициновый проявитель, имеющий следующий состав:

Метол	2,2 г
Сульфит натрия безводный	50 г
Гидрохинон	11 г
Сода безводная	65 г
Бромистый калий	5,5 г
Глицин	11 г
Вода	до 1 литра

Более подробно о наблюдениях кометы рассказывалось в предыдущих публикациях журнала (см. Земля и Вселенная, 1984, № 1, с. 35 и 1985, № 4, с. 36).

Результаты наблюдений просим высылать по адресу: 252053, Киев, ул. Обсерваторная, 3, Астрономическая обсерватория Киевского государственного университета, СК СОПРОГ, Чурюмову К. И.

РАССКАЗ
О ФИЛЬМЕ

Первый фильм о Гагарине

О первом фильме, посвященном Ю. А. Гагарину, редакция попросила рассказать Евгения Ивановича Рябчикова — писателя, кинодраматурга, лауреата Ломоносовской премии АН СССР, награжденного медалями им. К. Э. Циолковского, С. П. Королева, Ю. А. Гагарина, автора большой серии книг и кинофильмов об истории и достижениях отечественной космонавтики.

Полнометражный цветной документальный фильм о жизни и подвиге первопроходца Вселенной Юрия Гагарина — «Первый рейс к звездам» — сообщая создавали две киностудии: Центральная студия научно-популярных фильмов и Центральная студия документальных фильмов. Для максимального ускорения работы выделили двух сценаристов (Е. Рябчиков, Г. Кублицкий), трех режиссеров (И. Копалин, Д. Боголепов, Г. Косенко) и 28 кинооператоров. Консультировал фильм Главный конструктор ракетно-космических систем академик С. П. Королев.

Фильм, который с нетерпением ожидали зрители во всем мире, был создан в кратчайший срок — в том же 1961 году, когда стартовал Юрий Гагарин, — и был показан на открытии Московского международного кинофестиваля во Дворце спорта в Лужниках. «Первый рейс к звездам» встретили с восторгом. Во

многом это объяснялось конечно, тем, что зрители не только увидели, как готовился и был осуществлен исторический полет в космическое пространство, но также увидели грандиозные панорамы космодрома, цехов космического производства, самого Звездного городка, научных лабораторий, они как бы побывали в морях и океанах на борту кораблей науки и на наземных станциях слежения. При виде всего этого многие думали: когда же успели кинооператоры снять «космическую эпопею»?

Задолго до полета Юрия Гагарина по предложению академика С. П. Королева на студии «Моснаучфильм» была создана особая кинопятница, которая без промедления занялась съемками запусков геофизических, а затем и баллистических ракет и, наконец, запуска первого в мире искусственного спутника Земли. Коллектив кинематографистов работал и в раскаленной солнцем пустыне, и на морях, и в цехах создававшейся на глазах ракетно-космической промышленности, и в научных лабораториях, и у экспериментальных стендов. К профессиональным кинооператорам присоединились затем и будущие космонавты: в программу подготовки к полету в космическое пространство включили изучение кинофотоаппаратуры

и проведение съемок на натуре и в павильоне. С этой целью в Звездном оборудовали кинофотолабораторию, где будущие космонавты прослушали цикл лекций, а потом увлеченно занялись съемками то на стадионе, то в спортивном зале, то в лесу, то на тренажерах и аэродроме.

Способным оператором проявил себя Юрий Гагарин. Умело выбирая «точку» съемки, он старался так снять «объект», чтобы показать зрителю всю трудность тренировок на батуте или на лопинге для «укрепления» вестибулярного аппарата. Увлекались фото- и особенно киносъемками все будущие космонавты. Алексей Леонов приобрел даже любительскую кинокамеру и создал домашнюю фильмотеку. У Евгения Хрунова собирались по вечерам друзья посмотреть его семейные фильмы. Но основные события в Звездном, естественно, запечатлевали операторы-профессионалы — съемки в «бассейне невесомости» на борту пассажирского реактивного самолета Ту-104, прыжки с парашютом, и конечно же, первую встречу будущих космонавтов с Сергеем Павловичем Королевым. Зачарованно слушали они Главного конструктора, вместе с ним осматривали прежде невиданный ими космический корабль. А когда им предложили поочередно занять место в ка-

бине корабля, то Юрий Гагарин мгновенно снял ботинки и первым ловко опустился в кресло пилота. «Красота!» — воскликнул он от избытка чувств.

Для подробного ознакомления будущих космонавтов с новой техникой, ее испытанием и освоением использовали киноэкран. Юрий Гагарин с друзьями по первому отряду космонавтов с интересом следил за работой «космического ателье», где шили многослойный скафандр, за тем, как его испытывали в небе, на море, в гидроканале и в барокамере. По указанию С. П. Королева кинооператоры сняли серию специально организованных, имитированных аварийных стартов. По разным «причинам» происходили «экспериментальные аварии» готовой к старту ракеты-носителя. В полную драматизма минуту, когда горела и «уничтожалась» взорванная ракета, срабатывала САС — система аварийного спасения: автоматически «отстреливалось» кресло с космонавтом-манекеном, и «деревянный человек» спускался на парашюте на землю. Работу САС сняли несколько раз, смонтировали в один фильм, который с очевидностью убеждал, что система отработана тщательно и в аварийных условиях действует безотказно.

Юрий Гагарин, посмотрев фильм со своими товарищами, восхищенно воскликнул:

— Прекрасно! Ювелирная отработка. Вот это техника. Спасибо!

Психологи и медики, постоянно наблюдавшие за будущими космонавтами, опасались, как бы показанные аварии и катастрофы не произвели на «подопечных» угнетающее впе-

чатление, не поселили бы в их душах тревогу. Но обрадовались, убедившись, как спокойно реагирует на увиденное Гагарин.

Месяц за месяцем создавалась кинолетопись. Еще не было известно, кто первый выйдет на старт, и кинонаблюдения велись за всей группой. Но когда стало ясно, что на старт выйдут Гагарин или Титов, съемки пошли уже параллельно — и на родине будущих космонавтов, и в их семьях, и во время тренировок.

Еще до запуска корабля «Восток» с человеком на борту С. П. Королев предложил запустить предварительно пять кораблей-спутников с животными и манекеном, чтобы окончательно проверить готовность всех служб и, конечно, самого космического корабля. После того, как на землю благополучно вернулся корабль с собаками Белкой и Стрелкой, С. П. Королев дважды просмотрел фильм о их полете и порекомендовал показать его космонавтам. Юрий Гагарин с друзьями весело приветствовал появившихся на экране четвероногих космических путешественников. Собаки вернулись — значит, вернется и человек. Третий корабль не вернулся на Землю, собаки погибли... «Кое-кто из специалистов опасался,— писал Юрий Гагарин,— что сообщение о гибели Пчелки и Мушки произведет на нас неблагоприятное впечатление. Но мы понимали, что это была не закономерность, а случайность, что жизнь гораздо сложнее, чем предполагаешь».

Главный конструктор оценил выдержку Гагарина и его друзей. В тот день оператор А. Филиппов снял космонав-

тов на тренировках — они были веселы и бодры, словно ничего не произошло. Успешно прошли запуски четвертого и пятого кораблей, причем летал «деревянный космонавт» — манекен, одетый в скафандр, в гермосапогах и герметических перчатках. Встретив на месте посадки корабля Ивана Ивановича — так назвали манекен космонавты — Юрий Гагарин пожал его «руку» и «поздравил» с возвращением с орбиты.

Пришло время полета человека. Государственная комиссия приняла предложение руководителя подготовки космонавтов Героя Советского Союза Н. П. Каманина о назначении в первый полет Юрия Гагарина, и утром 12 апреля 1961 года космонавт-1 занял место в кабине корабля «Восток».

В фильме «Первый рейс к звездам» впервые были показаны космодром и корабль, в котором расположился Гагарин, зрители увидели как приводились в действие средства связи и управления и как стартовал корабль. Бурей аплодисментов встречали они впечатляющие кадры подъема ракеты с кораблем и телевизионные съемки в кабине, позволявшие видеть Юрия Гагарина, человека, впервые в истории оказавшегося вне Земли — в космическом полете.

Юрий Гагарин, хорошо освоивший кино съемку, полетел... без киноаппарата — он должен был выяснить: может ли человек жить и работать в космосе. От решения этой задачи задач зависело будущее космонавтики. Киносъемка отвлекла бы Гагарина от выполнения его программы, к тому же из-за кинокамеры пришлось

бы отказаться от некоторых важных приборов. Но телевидение позволило запечатлеть улыбающегося Гагарина и его радостное лицо, когда он увидел с орбиты нашу прекрасную планету.

Полет продолжался только 108 минут, и взволновал весь мир. Он подтвердил правильность расчетов, сделанных основоположником теоретической космонавтики Константином Эдуардовичем Циолковским. Космонавт-1 стал всемирно известным человеком — «Сын Земли и Неба», «Парень с нашей планеты», «Открыватель Вселенной», но оставался все тем же милым, простым и скромным, каким и был до космического старта.

Юрий Гагарин принял деятельное участие в работе над фильмом «Первый рейс к

звездам». Он приехал на студию для синхронной записи своего рассказа о детстве и юности, о семье и детях, охотно согласился воспроизвести эпизод на космодроме, когда спал перед стартом в «домике космонавтов». Юрий Гагарин давал нам советы, консультировал, обращая внимание на важность просто и доходчиво рассказывать о новой науке — космонавтике, об ученых и конструкторах, о космическом подвиге всего советского народа. «Земля наша красивая и такая, оказывается, маленькая,— говорил нам Юрий Гагарин,— нужно так показать ее, чтобы каждый зритель понял, как важно беречь эту жемчужину Вселенной, на которой есть жизнь, есть Человек».

После исторического старта

прошло 25 лет. Зрители увидели десятки фильмов, запечатлевших важнейшие этапы проникновения человека в космическое пространство, освоения космоса, его использования в интересах науки и народного хозяйства. Космонавтика достигла огромных успехов, но первый, самый первый полет Юрия Гагарина сохранится на века в народной памяти и в истории мировой науки и всего человечества. А первый фильм о первом звездном рейсе донесет для грядущих поколений правду о космическом подвиге советского народа, его науки и техники.

НОВЫЕ КНИГИ

«Петр Алексеевич Кротошкин»

Книга В. А. Маркина (М.: Наука, 1985) посвящена жизненному пути этого русского ученого и известного общественного деятеля. Цель ее, как автор определил во введении,— рассказать о Кротошкине-естествоиспытателе, о той стороне его деятельности, которая известна меньше. Книга состоит из пяти глав. За введением следует глава, охватывающая первые двадцать лет жизни будущего ученого (1842—1862), его детство, обучение в знаменитой Первой Московской гимназии на Пречистенке, а затем в Пажеском корпусе в Петербурге. Здесь

и пробудилась его любовь к естественным наукам, и потому «отличнейший» выпускник одного из привилегированных учебных заведений России блестящей карьере военного предпочел научные изыскания, изучение Сибири.

Сибирскому периоду жизни Кротошкина (1862—1867) посвящена вторая глава. В дальнейших командировках и экспедициях (служил он в Забайкалье) Кротошкин изучает географию и геологию тогда еще мало освоенных и почти неисследованных обширных пространств. Именно здесь, в Сибири, Кротошкин сформировался как разносторонний и глубокий естествоиспытатель, здесь родились его важнейшие идеи в области геоморфологии, гляциоклиматологии, экологии, развитые им позднее.

Деятельность П. А. Кротошкина в Русском географиче-

ском обществе (1867—1876) — тема третьей главы. К этому промежутку времени относится его знаменитая экспедиция в Финляндию и Швецию, на материалах которой написан главный труд ученого «Исследования о ледниковом периоде».

В четвертой главе («Вне России», 1876—1917) рассказывается о сотрудничестве П. А. Кротошкина в лондонском журнале «Nature», деятельности ученого в качестве члена Русского географического общества, поездке в Канаду с целью изучения этой страны, о том, как для Британской энциклопедии он написал статью о России, говорится о работах по биологии.

Последнему периоду жизни ученого (1917—1921) — этот период завершился в России — посвящена пятая заключительная глава книги.



А. В. КЛИМОВ
И. Н. БЕЛОГРУД

Таможня

Толстая дверь камеры плавно проехала в пазах и с легким щелчком захлопнулась.

Ростислав Жуков сидел в кресле и пытался расслабиться. Справа ритмично пощелкивали приборы. Полумрак искажал очертания, и лишь узкий прямоугольник смотрового окна бросал на грудь сноп электрического света.

В окошке появилось лицо председателя комиссии. Седые короткие волосы торчали ежиком, длинный неровный шрам перечеркнул весь лоб. Глаза впилась в Ростислава, и губы неслышно зашевелились. Жуков догадался: председатель произнес традиционное «Счастливого пути».

На мгновение Ростиславу стало смешно. Он закрыл глаза и представил, как сейчас там, снаружи, старик скажет «Пуск» и бросит его в темноту и неизвестность...

Звездолет начал торможение. Включились экраны антигравитаторов, компенсирующих отрицательное ускорение внутри корабля. Вскоре исчезла перегрузка, и Ростислав легко поднялся из мягкого пилотского кресла.

Огромный, в полстены, иллюминатор отделял ярко освещенную рубку управления от непроглядной космической темноты. Звезды, холодные и колючие, ровно сияли.

Жуков принял доклад корабельного «мозга» и принялся вводить оперативные поправки.

Далеко позади остались ненасытные облака антигаза, невидимые и коварные гравитационные петли, временные вихри подпространства. Полет подходил к концу. Где-то в пустоте притаилась станция, к которой «Альбатрос» приближался уже по сигналам радиомаяка.

Сигнал с каждой секундой становился отчетливее, чище, и Ростислав вдруг поймал себя на мысли, что и к одинаковым во всей

Вселенной радиоволнам он уже относится, как к продукту чужого разума. Это были ИХ радиоволны! В сознании Жукова они оставались тонкой и пока единственной ниточкой, соединяющей человечество и загадочное Галактическое Сообщество.

В центре экрана появилась точка и начала расти, наливаясь белым светом. Это была приемная станция — форпост звездной цивилизации. Жуков улыбнулся. Форпост! Тогда он — посол! Посол в неведомую «закосмическую» страну.

Станция выросла и заняла собой почти весь экран, превратившись в огромный серебристый куб. Жуков потянулся к пульту управления и тут осознал, что не представляет, как причалить к серебристому кубу. На станции не было ни ниш, ни платформ для посадки космических кораблей; были только гладкие и скользкие на вид грани.

Ростислав смотрел на экран, ожидая какого-либо сигнала, подсказки. В том, что она будет, он не сомневался: Галактическое Сообщество само пригласило посетить свои владения. По крайней мере ученые именно так истолковали запутанную радиопередачу.

В горле пересохло. Жуков вызвал хозяйственного робота и попросил апельсинового сока, со льдом. Взяв из его рук стакан, Ростислав отхлебнул терпкий, душистый напиток и позволил себе отвести глаза от экрана. Робот, приземистый и тяжелый, стоял посреди рубки, ожидая приказаний. Его не волновали проблемы контакта, и Жуков позавидовал его невозмутимости.

Ростислав посетил уже не одну планету, повидал всякое, однако в этот раз почему-то не чувствовал уверенности. Ему, конечно, льстило, что Совет доверил эту миссию ему, но...

Жукова никогда не смущали внешние отличия инопланетян. Не важно, как выглядят существо. Главное — интеллектуальное соот-

ветствие, тождественность системы оценки, этических норм. Люди в процессе освоения Галактики встречались со множеством цивилизаций, но одни были на низком уровне развития, другие переживали кризисы, а с третьими никак не удавалось добиться взаимопонимания. Как, к примеру, можно подружиться с мыслящими кристаллами с Бергони? Торчат они в скале и думают. И нет им дела до человека с его честолюбивыми мечтами...

Другое дело — Галактическое Сообщество! Сообщество — значит, из нескольких цивилизаций, нашедших для себя критерий соответствия!

На «Альбатросе» хранилась тщательно подобранная информация о Земле. Чего там только не было! Ведь никто не мог бы сказать заранее, что пригодится Жукову при выполнении его миссии.

И тут случилось такое, от чего Ростислав едва не выронил стакан.

Рубка управления исчезла! Пропали удобное кресло пилота, слегка подсвеченный пульт. Ростислав очутился в пустой кубической комнате, облицованной каким-то мягким материалом голубого цвета. Сам же он сидел на странном, весьма неудобном стуле, а стакан с апельсиновым соком, накренившись, повис в воздухе возле его руки. Жуков машинально подхватил его.

Напротив, у стены, сидел человек. Собственно, человеком его назвать было нельзя. Он походил на манекен или куклу — в общем на что-то, чему попытались придать человеческие черты, не слишком заботясь о сходстве. У него были руки, ноги и голова, но очень нескладные, неуклюжие, наводившие на мысль, что пользоваться ими трудно и неудобно.

— Здравствуйте,— негромко сказал человек.

— Здравствуйте,— обескураженно ответил Жуков.— А как же я здесь...

— Телепортация,— коротко бросил хозяин кубической комнаты.— Это элементарно. Извините за задержку. Необходимо было выяснить принцип вашего общения, а на это требуется время. Позвольте представиться: таможенный инспектор Борр. Как индивидуум принадлежу к цивилизации С-31 Галактического Сообщества.

Ростислав почувствовал, что начинает успокаиваться. Все становилось на свои места.

Его смущала только должность — «таможенный инспектор». Хотя...

— Скажите,— спросил он,— это ведь не ваш облик?

— Естественно,— подтвердил Борр.— Обычно я существую в виде облака элементарных частиц, но вам, наверное, приятнее беседовать с кем-то более осязаемым? Если моя форма вас не устраивает, то я...— инспектор на глазах начал растекаться по стулу.

— Нет, нет! Все хорошо,— поспешил заверить Жуков.

— Так вот,— сказал инспектор, обретая прежний вид.— Галактическое Сообщество заинтересовано в увеличении количества своих членов. Это позволит расширить сферу его деятельности. Вступление каждой новой цивилизации в наш союз способствует прогрессу как самой вступившей цивилизации, так и Сообщества в целом. Обмен знаниями, опытом...

Жуков согласно кивал. Все складывалось отлично, только вот эта странная должность собеседника... Слово прочитав его мысли, Борр сообщил:

— Разумеется, не все цивилизации могут войти в Сообщество. Сам термин «Сообщество» предполагает некое духовное единство. Контакт возможен лишь тогда, когда соблюдается критерий соответствия! Для соблюдения этого критерия и существует таможня. По крайней мере именно слово «таможня» — в вашем лексиконе — ближе всего характеризует назначение станции.

Жуков ликовал. Понимание принципов контакта — уже само по себе его первая ступень! А ведь совсем недавно Ростислав думал как раз об этом!

— Мы не обращаем внимание на внешние несоответствия,— продолжал Борр.— Куда важнее внутреннее сходство. К нам довольно часто прилетают «гости». Некоторые, как и вы,— по приглашению, другие — по собственной инициативе, третьи — по воле случая, и задача сотен таможенных станций и работающих на них инспекторов — отобрать единицы, достойные вступления в ряды Сообщества.

Жукова несколько удивила подобная методика, и потому он поинтересовался:

— Скажите, а почему проверку на контакт не проводить «внутри» Сообщества? Почему бы не пропускать всех пришельцев через станции контроля? Разум не может быть

агрессивным. Пусть «гости» общаются с членами вашего союза и тем самым определяют степень своего соответствия. Ведь Сообщество — как организм: примет близкое и отторгнет чужеродное! А при «таможенной» системе чересчур велико субъективное начало: все решает мнение инспектора, а он может и ошибаться.

Фигура Борра на мгновение расплылась и начала мерцать зеленоватым светом.

— Да, ответственность огромна! — горячо заговорил он. — Но на должность инспекторов набирают наиболее типичных представителей Сообщества. Они не могут ошибиться, так как выражают интересы союза. Ну, а насчет того, почему бы не пропускать всех «гостей» через станции... Это абсурдное предложение. Контакт с чужеродной моралью и мировоззрением может пагубно отразиться на развитии Сообщества. Они — как бактерии: внедряются исподволь и начинают разлагать сознание. Ведь даже таможенники — существа испытанные и закаленные — нередко проходят курс психотерапии после контакта с представителями неидентичного мышления. Кстати, в последнее время у цивилизаций Сообщества и так наблюдается значительное снижение темпов совершенствования. Центральный Совет объясняет это именно слабым качеством таможенных досмотров.

Ростислава несколько обескуражила такая жесткость установок. Он начал говорить о том, что, возможно, излишней строгостью контроля и объясняется снижение темпов совершенствования, что Сообщество вместо того, чтобы приобретать, отказывается от чего-то важного. Но инспектор неуклюже махнул рукой и перебил:

— Не будем терять времени, на подходе к станции новый звездолет. Расскажите, пожалуйста, о вашей цивилизации.

Жуков понял, что наступил ответственный момент. Он потер лоб, пытаясь решить, с чего начать. Все инструкции и директивы разом выскочили из его головы. Ростислав машинально хлебнул согретого в руке сока и, стараясь подобрать точные слова, принялся рассказывать о Земле, людях, их работе, отдыхе, взаимоотношениях. Все больше обретая уверенность, он говорил о стремлении человека к знаниям, совершенству. Борр внимательно слушал и по мере получения информации начинал мутнеть, клубиться — словно

облако дыма, попавшее под дождь. Наконец, он поднял неестественно изогнувшуюся руку и сказал:

— Постойте! Вы меня потрясли. Вы меня больше чем потрясли! Не знаю, может быть, я неверно истолковал ваш рассказ, но... У меня зародились весьма серьезные опасения. Мне сейчас не хочется говорить, какие именно, потому что, если я вас неправильно понял, они могут оскорбить всю человеческую цивилизацию!

Жуков побледнел. В левом боку неожиданно противно заныло. Ростислав лихорадочно вспоминал свой рассказ, пытаясь найти, что же так взволновало таможенного инспектора. Может быть, он что-то не то говорил? А может, недостаточно убедительно?

Борр помедлил секунду и сказал:

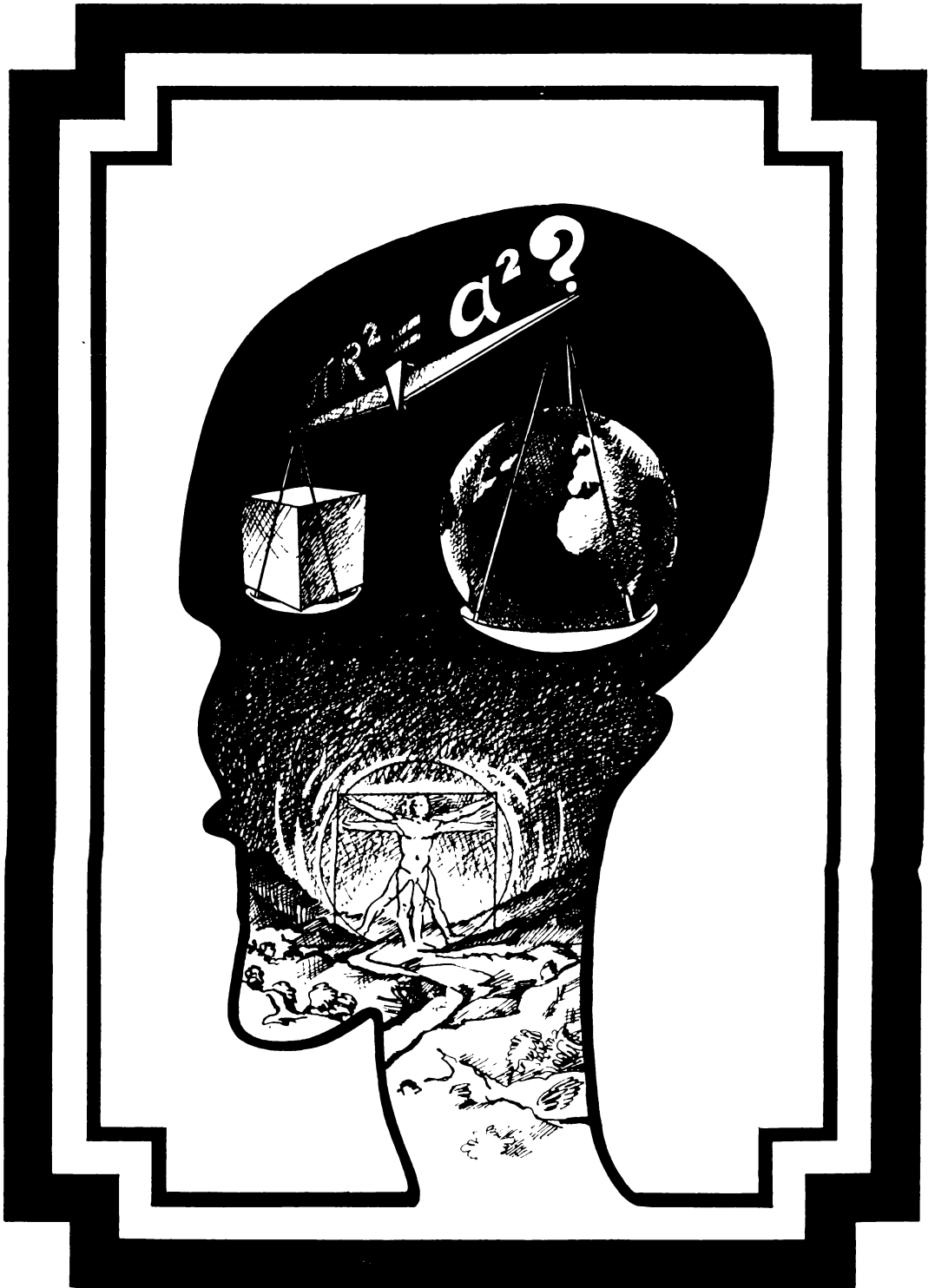
— Видимо, произошло какое-то недоразумение, или... Знаете что, не согласитесь ли вы пройти небольшое испытание? Тест на совместимость? Его результаты поставят все на свои места.

Жуков был обескуражен, и только едва заметно кивнул в ответ.

Ростислав медленно брел по пыльной и серой улице и никак не мог сообразить, как же он сюда попал. Из памяти вывалились целые куски, в голове была полная неразбериха. Перед глазами мелькали странные образы, которые никак не хотели состыковаться с происходящим.

Улица была пустынна: кроме Ростислава — ни одного живого существа. Мягкий и гладкий асфальт плавился под прямыми лучами оранжевого солнца. Небо было безоблачным и синим, но эта синева пугала неестественной яркостью. По краям улицы ровными рядами тянулись дома: одинаковые многоэтажные коробки из шероховатого песчаника, темные провалы окон, влажная духота подворотен. Перед каждым домом росли деревья. Они наступали на сухую растрескавшуюся землю похожими на ноги двойными корнями и сливались в шеренги. Растения были тонкими и хилыми. Их голые ветки-прутики несли по одному листочку, резному, плотному, будто пластмассовому.

Жара давила, словно прессом. Ростислав поморщился, смахнул пот со лба и еще раз попытался вспомнить, как же он попал сюда. Но память отказывалась работать.



Жуков брел по скучному и пустынному городу, не представляя, зачем он здесь и что ему делать.

Вдруг вдали, за домами, послышался низкий надсадный гул. Ростислав остановился. В конце абсолютно прямой улицы показалась черная точка. Она стремительно приближалась, росла, на глазах превращаясь в каплеобразный автомобиль. Длинный и узкий, со стеклами из дымчатого пластика, он несся по дороге с сумасшедшей скоростью. Блики играли на корпусе, водителя не было видно.

Жуков замер. Было что-то страшное и неотвратимое в этой мощной и одинокой машине.

Внезапно Ростислав краем глаза уловил движение слева от себя. Он резко повернулся и увидел, как из ближнего проходного двора появился маленький щуплый человечек. Он прошел в трех метрах от Жукова и, не оборачиваясь, ступил на мостовую.

Ростислав лишь мгновение смотрел на единственного обитателя города, но все же успел заметить, что это вовсе не человек. Худенький, в легкой накидке, с длинными руками и приплюснутой головой — вид существа не оставлял сомнений: перед Жуковым весьма примитивный, низкоразвитый гуманоид. Ростислав успел отметить это опытным глазом и даже подумал, что местные представители весьма далеки от совершенства, а тут вдруг понял — сейчас произойдет катастрофа.

Гуманоид медленно, приволакивая ноги, шел по проезжей части прямо навстречу автомобилю.

Мозг Жукова еще не успел проанализировать полученную информацию, а тело его уже метнулось в прыжке вперед. Жуков стремительно пролетел над мостовой и с силой толкнул гуманоида в спину. Человечек кубарем покатился к тротуару, а Ростислав плашмя упал на асфальт. Он успел повернуть голову, и тут на него налетела полупрозрачная машина...

Жуков очнулся в кубической комнате. В глазах продолжала стоять страшная картина: гладкий серый асфальт и нависшее совсем рядом колесо автомобиля.

Наконец Ростислав понял, что произошло. Город, машина, сам гуманоид — все это было смоделировано и введено в его сознание!

Одинаковые дома, стилизованные, словно отштампованные с одной матрицы деревья, нереально голубое небо... — такая же имитация земного города, как попытка инспектора принять вид человека. Неужели Жуков так скучно описал Землю?! Может быть, именно поэтому ему было предложено испытание?

Испытание... Что ж, Ростислав был спокоен за его результат. Телепатически поставленный в критическую, неотличимую от реальности ситуацию, Жуков сделал то, что сделал бы и в жизни. Неужели инспектор предложил ему тест на человечность и способность к самопожертвованию?! Ростислав облегченно вздохнул: он поступил так, как на его месте поступил бы любой обитатель Земли.

Жуков огляделся. Инспектора в комнате не было, только в углу клубилось синеватое облачко, в глубине которого вспыхивали серебристые искры. И вдруг из ниоткуда раздался знакомый голос:

— Таможенный инспектор Борр, проанализировав результат теста, уполномочен сообщить свое заключение. Человек, ты не только не соответствуешь критерию Галактического Сообщества, ты попросту неразумен! Ошибка природы — мыслящее и неразумное существо! В тебе заложены такие черты, как безрассудство, непоследовательность, склонность к необоснованному риску, отсутствие логики в поступках. Эти черты чужды союзу. Я начал подзревать это еще во время твоего рассказа, но такое положение казалось мне настолько невероятным, что я готов был предположить какое-то недоразумение. Результат теста положил конец моим сомнениям: нельзя назвать разумным представителя высокоразвитой цивилизации, спасающего существо заведомо более низкого уровня развития ценой собственной жизни. Кто более полезен обществу: человек или спасенный гуманоид? Так как же можно назвать разумным потерю лучшего для сохранения худшего?! Великое Галактическое Сообщество не может принять в свои ряды цивилизацию Земли. Звездолету «Альбатрос» предписывается в 24 часа покинуть станцию...

«Альбатрос» мчался сквозь пространство, приближаясь к Солнечной системе. Жуков лежал в гравитационном кресле и смотрел в потолок.

Его миссия провалилась. Галактическое Со-

НОВЫЕ КНИГИ

«Это было в полярных широтах»

Так называется книга известного писателя З. М. Каневского (М.: Политиздат, 1985). Рассказывает она о том, как советские полярники, моряки, летчики, ученые приходили на помощь иностранным экспедициям и гражданам других стран. В книгу вошли пять документальных повестей. В первой — панорама крупной операции по спасению членов экспедиции на борту дирижабля «Италия», пытавшихся в 1928 году достичь Северного полюса. В этой операции решающую роль сыграл рейс советского ледокола «Красин».

Вторая повесть посвящена переходу по ледниковому щиту Новой Земли тройки отважных полярников зимой 1933 года. Благодаря мужеству и товарищескому долгу советских полярников был спасен немецкий геофизик Курт Велькен. Тема третьей повести — героические действия советских полярных летчиков в 30-е годы. Это и спасение норвежских китобоев у северных берегов Кольского полуострова, и вызволение экипажа американской шкуны «Нанук» из ледового плена в Чукотском море.

Четвертая повесть — страницы жизни Арктики в годы

войны. Читатель узнает о трансатлантических караванах судов, которые на протяжении почти тысячи миль сопровождали корабли советского Северного флота. Автор рассказывает о мужестве и стойкости советских моряков в те суровые годы, а также о трудной работе арктических гидрографов, на своих «дубовых скорлупках» они не только несли научную вахту, но и приходили на помощь терпящим бедствие судам. О спасении советскими летчиками бельгийских ученых в Антарктиде в конце 50-х годов говорится в заключительной повести.

НОВЫЕ КНИГИ

Книга о буйствах стихии

Издательство «Знание» выпустило в 1985 году книгу известного исследователя и популяризатора наук о Земле Зденека Кукала «Природные катастрофы» (перевод с чешского К. И. Никоновой, предисловие и комментарий доктора геолого-минералогических наук А. А. Никонова).

Читатель узнает о различных природных катастрофах — землетрясениях, извержениях вулканов, наводнениях, цунами, тропических циклонах, торнадо, оползнях и пылевых бурях. Не забыты и падения крупных метеоритов.

В каждом случае приводятся данные о соответствующем явлении, характеризуются размер катастрофы и число жертв, рассматриваются вопросы, связанные с прогнозом и защитой. Особое внимание уделяется рассмотрению причин катастрофического явления. В таблице приведены данные о наиболее мощных землетрясениях, цунами, извержениях вулканов, зафиксированные в историческое время.

«В популярных книгах, — пишет А. А. Никонов, — читателя нередко увлекают или даже ошеломляют подробными описаниями буйства стихии. В книге З. Кукала описаний катастрофических событий достаточно, и они относятся к разным материкам, но удачно найдена пропорция между феноменологией, рассмотрением существа явлений, методов их изучения и возможных причин. Возможно, особенно привлекательным для широкого читателя будет изложение способов прогнозирования и предсказания неблагоприятных явлений и современных возможностей защиты от них».

общество не приняло посланца Земли. А может быть, это и к лучшему? Борр пользовался языком людей и назвал критерием соответствия разумность. Не ошибся ли он? Не лучше ли назвать жизненный принцип союза узким рационализмом? Нужны ли человеку взаимоотношения, построенные исключительно на этом понятии? Что тогда останется людям: скучные города, сухая логика, расчетливость «галактического мещанства»? Жизнь с арифмометром вместо сердца и — никаких сомне-

ний? Действительно, зачем сомневаться, что-то выбирать, когда все предписано заранее!

Или, может, во всем виноват сам Жукوف? В этом разберется комиссия. Ростиславу придется тяжело, но единственное, что придавало ему уверенности — это мудрое лицо председателя комиссии с багровым шрамом, перечеркнутым лоб. Ведь эту отметину председатель получил, участвуя в спасении низкоразвитых гуманоидов планеты Бромб.

Рисунок А. В. Хорькова



Новые экспозиции павильона «Космос»

Один из главных экспонатов этого павильона ВДНХ в минувшем году — автоматическая межпланетная станция «Вега». Около нее всегда многолюдно. Конечно, в полете пятитонная машина выглядит совсем не так, как в павильоне (Земля и Вселенная, 1985, № 1, с. 25.—Ред.). Здесь она без экранно-вакуумной теплоизоляции и без трехслойного противолылевого экрана.

Еще новый экспонат — специализированный биологический спутник «Космос-1514», запущенный в декабре 1983 года. В задачу 5-суточного полета спутника входило изучение механизмов адаптации живых организмов к невесомости в са-

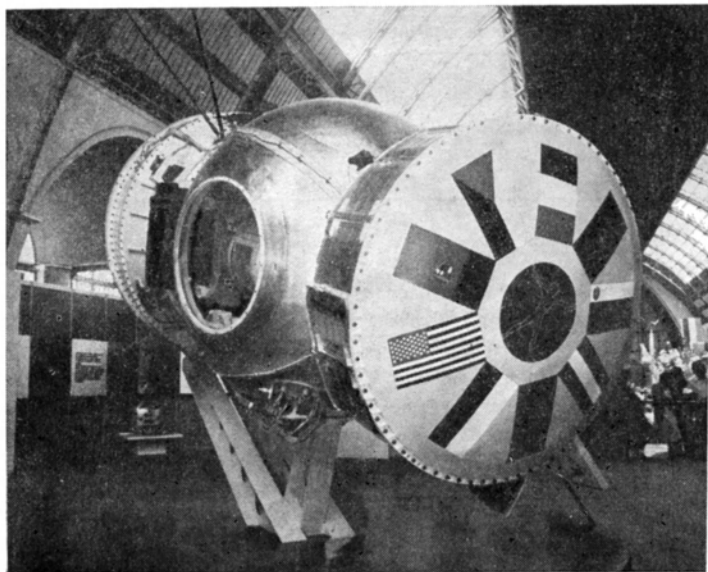
мые первые часы и дни полета. Роль своеобразных живых моделей выпала на долю двух обезьян — макак по кличке Абрек и Бион. Для каждого животного были созданы специальные капсулы, снабженные системой жизнеобеспечения, с подачей пищи, сока. Кроме того, на орбите исследовалось влияние невесомости на эмбриональное развитие живых организмов, в частности крыс и рыб. Изучалась также динамика роста растений. После успешного завершения программы полета все животные и растения были доставлены на Землю. В проведении экспериментов принимали участие специалисты Бол-

гарии, Венгрии, ГДР, Польши, Румынии, Чехословакии, а также Франции и США.

Экспозиция «Молодежь и космос» была подготовлена к XII Всемирному фестивалю молодежи и студентов. На стендах — фотографии Юрия Гагарина и других космонавтов во время их зарубежных поездок, выступлений перед молодыми рабочими и студентами. Космонавты были делегатами всех съездов комсомола, начиная с XIV. Они ведут активную работу по коммунистическому воспитанию молодежи. Среди документов из архива ЦК ВЛКСМ внимание привлекают почетные грамоты, которыми награждались Ю. А. Гагарин, В. В. Терешкова и другие космонавты, а также побывавшие в космосе вымпелы. Эти вымпелы сегодня вручаются молодым передовикам производства.

Космонавтика открывает безграничные возможности для проявления творческих способностей молодежи. Молодые ученые и студенты, инженеры и рабочие участвуют в создании космических аппаратов и приборов, осуществляют подготовку и проведение экспериментов в космосе. В павиль-

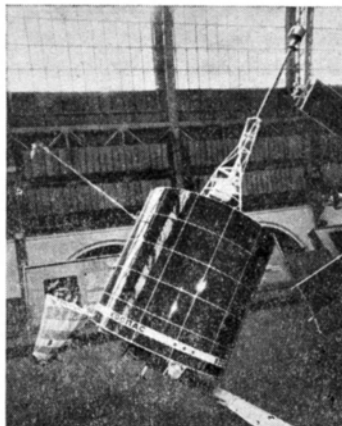
Большую ценность представляют результаты исследований на специализированных биологических спутниках, один из которых «Космос-1514»



оне «Космос» есть макет спутника «Искра-2»; разработанного и построенного студентами и молодыми инженерами Московского авиационного института (МАИ) имени С. Орджоникидзе. Такой спутник был выведен на орбиту с борта станции «Салют-7» в мае 1982 года. В экспериментах по любительской радиосвязи с использованием радиокomплекса, установленного на спутнике, принимали участие молодежные и студенческие организации братских социалистических стран. Обращает на себя внимание работа студентов Московского авиационно - технологического института имени К. Э. Циолковского — созданная ими аппаратура «Торсион». С ее помощью определяется поведение конструкционных материалов в условиях невесомости. Работоспособность этой аппаратуры проверена на борту станции «Салют-7».

Интересен и импульсный плазменный ускоритель «Ариэль-12» в разработке, изготовлении и испытаниях которого принимали участие студенты МАИ имени С. Орджоникидзе. Он предназначен для получения и ускорения искусственных плазменных образований, используемых в геофизических экспериментах по изучению ионосферы Земли. К настоящему времени с помощью этого прибора, входившего в состав научной аппаратуры метеорологических ракет типа МР-12, осуществлен ряд экспериментов.

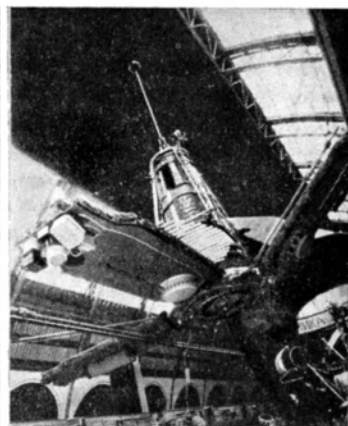
О том, какое место занимает космонавтика в нашей жизни, рассказывает тематическая выставка «Космос — народному хозяйству». Ее открывают экспонаты, посвященные спутниковым информационным си-



Спутник системы КОСПАС «Космос-1383»

стемам, они уже сегодня активно используются в практической деятельности.

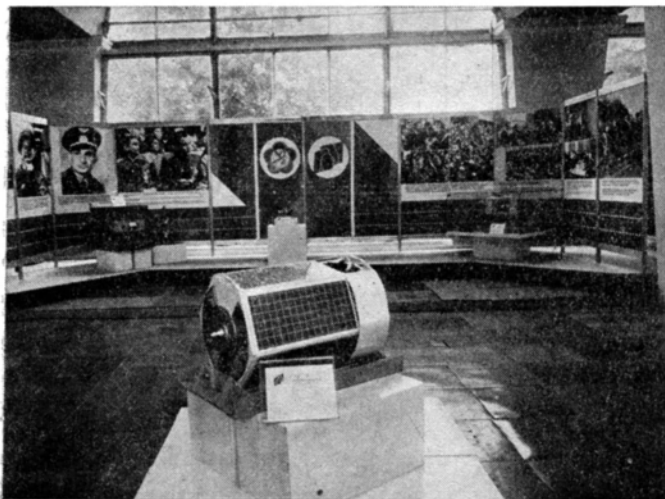
Первыми для нужд народного хозяйства нашей страны стали применяться спутники связи. Созданная советскими учеными метеорологическая космическая система обеспечивает посредством искусственных спутников «Метеор» получение и оперативную обработку глобальной метеорологической информации в ин-



Спутник «Космос-1500», предназначенный для отработки новых видов информационно-измерительной аппаратуры и методов дистанционных исследований Мирового океана и поверхности суши

Экспозиция, посвященная 25-летию Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина. На переднем плане — первый комплексный тренажер космического корабля «Союз»





Один из разделов экспозиции «Молодежь и космос». На переднем плане — малый искусственный спутник Земли «Искра-2»

тересах народного хозяйства. Космические аппараты используются в навигационных целях самолетами и морскими судами многих государств.

На выставке демонстрируется спутник «Космос-1383» — первый спутник-спасатель в рамках системы КОСПАС-САРСАТ, который был запущен Советским Союзом. Установленная на борту спутника аппаратура позволяет с высокой точностью определять местоположение судов и самолетов, терпящих бедствие. Посетители могут познакомиться и со специализированными океанографическими спутниками серии «Космос». Один из них — спутник «Космос-1500» — отличается тем, что имеет на борту радиолокационную станцию бокового обзора, обеспечивающую проведение наблюдений за поверхностью Земли в условиях облачности, а так-

же ночью. На изображениях, которые оперативно передаются непосредственно потребителю, можно четко различить кромку ледяных полей, границу чистой воды, увидеть отдельные крупные льдины и айсберги.

Значительное место в экспозиции выставки занимает раздел, посвященный изучению природных ресурсов Земли из космоса. Сотни научных, проектных и изыскательских организаций используют материалы космических съемок. Такие исследования осуществляются со спутников серии «Космос», «Метеор» и с пилотируемых орбитальных станций «Салют». В витринах — разнообразная отечественная аппаратура, ею оснащаются автоматические и пилотируемые космические аппараты для изучения природных ресурсов и контроля окружающей среды. Это фотокамера КАТЭ-140, визуальный ручной колориметр «Цвет-1», панкратический визир ТС211, предназначенный для исследования структуры водной среды, раз-

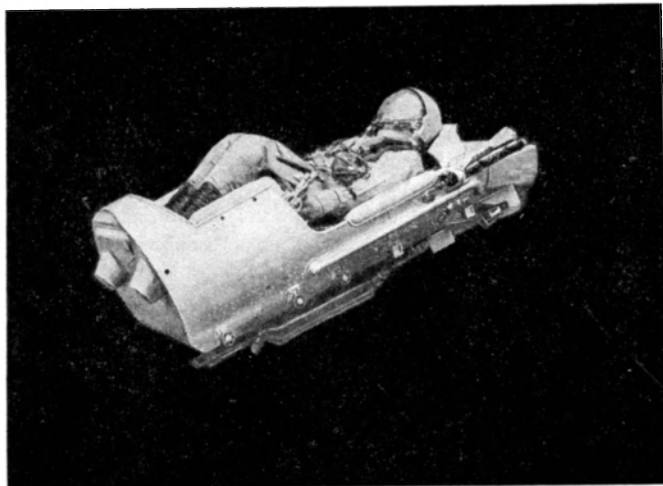
личные радиометры. На выставке демонстрируются космические снимки земной поверхности. Они представляют огромный интерес для геологов, метеорологов, специалистов сельского, водного и лесного хозяйства.

Геологическая служба страны сразу же стала основным потребителем космической информации. На основе материалов космических съемок составлены специализированные карты, в их числе космогеологическая карта линейных и кольцевых структур территории СССР, которая стала одним из наиболее значительных экспонатов выставки. Интересна карта нефтегазоносных районов Таджикистана, выполненная с использованием космических снимков.

На стендах можно познакомиться с материалами, рассказывающими о новых методах управления лесным фондом страны. Во Всесоюзном объединении «Леспроект» создана технологическая линия «Снимок — Данные», которая позволила автоматизировать процесс обработки результатов аэрокосмической съемки при инвентаризации лесов. Внедрение метода инвентаризации и картографирования лесов с применением материалов космической съемки и выборочной крупномасштабной аэрофотосъемки позволило сократить затраты труда и средств в 5 раз. Это особенно важно для Сибири и Дальнего Востока, где традиционные методы из-за своей трудоемкости не обеспечивают оперативности информации.

Следующий раздел посвящен космической технологии. Первый технологический эксперимент был проведен в кос-

Катапультируемое кресло корабля «Восток» с манекеном космонавта в скафандре (экспонат выставки «25 лет труда и подвига»)



мосе в октябре 1969 года на корабле «Союз-6». На установке «Вулкан», созданной в институте электросварки имени Е. О. Патона АН УССР, отрабатывались в невесомости различные способы сварки металлов. Материалы стендов рассказывают о результатах и последующих технологических экспериментов, знакомят с разработанными для их осуществления установками — «Сплав», «Кристалл», «Испаритель». Один из интересных экспонатов выставки — универсальный ручной инструмент (УРИ), сконструированный также в институте имени Е. О. Патона. С его помощью космонавты-строители смогут в открытом космосе осуществлять сразу несколько технологических операций — резать, сваривать и паять любые металлы и сплавы, наносить тонкопленочные покрытия различного назначения.

Всегда много посетителей у витрин, где экспонируется комплект космических инструментов и приспособлений для проведения монтажных операций. Они созданы специально для работы в условиях невесомости и обладают особыми качествами по сравнению со своими земными собратьями. Надо сказать, что эти инструменты оказались весьма полезными для монтажников-высотников и подводников.

Пользуется популярностью и раздел, рассказывающий об успешном применении в земной практике достижений кос-

мической медицины. Все чаще в клиниках и кабинетах врачей можно встретить аппаратуру, созданную для исследований в космосе — миниатюрные датчики деятельности сердечно-сосудистой системы, легочно-дыхательного тракта и другие. Стоматологическая укладка, которую космонавты берут с собой на орбиту, компактна по размерам, имеет очень небольшой вес — всего 2,4 кг вместе с безрукавной бормашиной. Ее можно использовать в любых внестанционных условиях для оказания экстренной стоматологической помощи.

В ходе орбитальных полетов была впервые реализована идея непрерывного дистанционного медицинского контроля. На станции «Салют-7» успешно применяется специальный комплекс бортовой медицинской диагностической аппаратуры, с ее помощью врачи получают исчерпывающую информацию о деятельности различных систем организма космонавта. Этот комплекс может использоваться и на Земле. В институте медико-биологических проблем Минздрава СССР

создали передвижную медицинскую лабораторию, оборудовав специальный автобус такой же аппаратурой, как и на станции «Салют». Две ЭВМ осуществляют анализ данных, автоматический опрос пациентов и обработку всей информации. Обследование пациента занимает всего 15 минут. При этом одновременно обрабатывается более 50 показателей. В случае необходимости вся информация о состоянии здоровья передается по телефонной или телетайпной линии связи в специализированные медицинские центры для консультации с высококвалифицированными специалистами. Такая передвижная лаборатория позволяет проводить массовые профилактические обследования населения в отдаленных районах страны.

В экспозиции представлены и космические средства личной гигиены (салфетки, полотенца, пропитанные специальными антимикробными составами), бортовые рационы питания, которые теперь используют участники различных экспедиций, альпинисты, полярники.

Демонстрирующийся на выставке биологический измерительный комплекс на базе ЭВМ «БИК-10» создавался для обеспечения оптимальных условий жизнедеятельности космонавтов. Интересен он тем, что физические параметры среды и физиологические параметры человека можно не только измерять с его помощью, но и управлять ими. Комплекс найдёт применение на Земле — в горячих цехах, угольных шахтах, под водой, в Арктике и пустыне.

Еще одно совершенно новое направление исследований на орбите — космическая голография. В экспозиции представлена специально созданная для эксплуатации в космосе малогабаритная голографическая камера, которая использовалась в полете на орбитальной станции «Салют» для изучения динамики различных процессов в условиях невесомости — растворения, диффузии, кристаллизации и так далее. Применявшиеся ранее голографические установки могли действовать только в специально оборудованных лабораториях. Для работы в космосе были значительно уменьшены габариты и масса аппаратуры, подобран подходящий лазер, повышена надежность и прочность установки, упрощены ее настройка и использование. В таком космическом варианте голографические аппараты могут оказаться весьма полезными и на Земле, скажем, в цехах или в школах.

«25 лет труда и подвига» — так называется выставка, посвященная замечательному юбилею — полету первого советского космонавта Юрия Алексеевича Гагарина. Она развернута в главном, самом

большом зале павильона. Экспонаты, документы и фотографии рассказывают о пути, который прошла за 25 лет советская пилотируемая космонавтика. Открывает экспозицию легендарный космический корабль «Восток» — именно на таком корабле был совершен первый в мире орбитальный полет. Корабль представлен вместе с третьей ступенью ракеты-носителя. Рядом в витрине экспонируется катапультируемое кресло с манекеном космонавта в скафандре. Посетители увидят также спускаемый аппарат корабля «Союз» и его орбитальный отсек, двигательную установку системы аварийного спасения корабля «Союз», грузовой отсек автоматического корабля «Прогресс». Демонстрируются и полетные костюмы, скафандры для выхода в открытый космос, рационы питания, медицинское оборудование и другое снаряжение, созданное для удобства и плодотворной работы космонавтов.

Интерес вызывает первый комплексный тренажер корабля «Союз» — его использовали во время наземного обучения космонавтов. Он позволяет имитировать все этапы космического полета — от предстартовой подготовки до схода корабля с орбиты и действий экипажа после приземления. Системы тренажера имитируют динамику движения корабля «Союз» и орбитальной станции, изображение орбитальной станции на телевизионном экране и в оптическом визире корабля, фон Земли в оптическом визире и левом иллюминаторе, звездного неба в правом иллюминаторе и многое другое. Свыше 50 комплексных тренировок было вы-

полнено на этом тренажере. В числе первых, кто тренировался на нем, — космонавты Ю. А. Гагарин, В. Ф. Быковский, Е. В. Хрунов, Е. С. Елисеев, А. Г. Николаев. В экспозиции представлена только часть комплексного тренажера, которая непосредственно относится к работе экипажа и лиц, его обучающих, — это жилые отсеки корабля «Союз» и пульт оператора.

Специальные стенды посвящены советским героям космоса, здесь портреты всех советских космонавтов, совершивших полеты на кораблях «Восток», «Восход», «Союз», работавших на станциях «Салют». Материалы экспозиции рассказывают об отборе кандидатов в космонавты и их подготовке, о разработке научных программ полетов и ходе полетов, а также о научно-исследовательской деятельности экипажей на орбите. В витринах демонстрируется научная аппаратура — с ее помощью выполнялись в космосе уникальные эксперименты.

Подвиг Ю. А. Гагарина нашел достойное продолжение не только в многомесячной работе на орбите советских космонавтов, но и в деятельности международных экспедиций по программе «Интеркосмос», участниками которых были помимо советских граждане девяти социалистических стран, а также Франции и Индии. Об этом рассказывают материалы заключительного раздела экспозиции. Нет сомнения в том, что выставка, посвященная юбилею полета Ю. А. Гагарина, будет в центре внимания посетителей павильона «Космос».



25 лет космическим пилотируемым полетам

Космическая филателия с самого начала стала своеобразной иллюстративной летописью космонавтики. Сразу после запуска космического корабля «Восток» в космической филателии появился новый раздел — «Пилотируемые полеты». Чтобы получить представление о популярности и обширности этого раздела, достаточно назвать только две цифры. Советская почта посвятила пилотируемым полетам около 200 марок и блоков. В десятках других стран за четверть века выпущено более 600 марок и блоков, на которых запечатлены полеты советских космонавтов.

Уже на второй день после исторического полета Ю. А. Гагарина поступила в почтовое обращение марочная серия, где можно было прочитать: «Человек страны Советов в космосе. 12.IV.1961». Серия давно стала классикой космической филателии и хорошо известна. Меньше знают другой почтовый выпуск — художественный маркированный конверт (16.05.1961). На нем — многоцветный портрет Ю. А. Гагарина на фоне звездного неба, а под ним текст: «Слава первому летчику-космонавту СССР Герою Советского Союза Ю. А. Гагарину!». Здесь же показаны медаль «Золотая Звезда», а также планета Земля и космический корабль «Восток». Интересна и марка, напечатанная на конверте: Государственный флаг и Государственный герб СССР, вписанные в орбиту 1-го советского ИСЗ. Это первый портретный конверт в космической филателии. Всего же различных конвертов с напечатанными марками, посвященных пилотируемым космическим полетам, было выпущено около 80, в том числе немало портретных.

15 лет назад в нашей стране начали выпускаться почтовые карточки с оригинальными марками на космическую тему. Первая односторонняя почтовая карточка с такой маркой (19.03.1971) посвящалась Ю. А. Гагарину. На марке показан космический корабль



«Восток» без последней ступени ракеты-носителя в орбитальном полете. Впервые он воспроизведен с фотографической точностью. До этого корабли серии «Восток» изображались сугубо условно. На марке текст: «10-летие первого в мире полета человека в космос». Здесь же — портрет Ю. А. Гагарина, выполненный известным художником А. Яковлевым. На груди космонавта — медаль



«Золотая Звезда» и знак «Летчик-космонавт СССР».

Для начального периода раздела «Пилотируемые полеты» характерно разнообразие почтовых выпусков не только в нашей стране, но и во многих других странах. Особенно это касается серии кораблей «Восток» и первых шести космонавтов (Ю. А. Гагарин, Г. С. Титов, А. Г. Николаев, П. Р. Попович, В. Ф. Быковский, В. В. Терешкова). Почтовые ведомства десятков стран посвятили им около 300 марок и блоков, из них Гагарину — почти 100. Зарубежная почта отразила также и последующие советские запуски. Космическим кораблям «Восход» (В. М. Комаров, К. П. Феоктистов, Б. Б. Егоров) и «Восход-2» (П. И. Беляев, А. А. Леонов) и их экипажам она посвятила около 100 марок, блоков и других почтовых изданий.

Значительное число советских марок и почтовых выпусков рассказывает об орбитальных пилотируемых станциях «Салют», о комплексах «Союз» — «Салют» — «Прогресс», о длительных полетах на станциях «Салют» и экспедициях посещения. Марки очень интересны и информационно насыщены. Особенно информативны марки, посвященные длительным полетам на станциях «Салют» раз-

личной модификации: 96-суточному полету на «Салют-6» (Ю. В. Романенко, Г. М. Гречко, 10.12.1977 — 16.03.1978); 185-суточному полету на «Салют-6» (Л. И. Попов, В. В. Рюмин, 09.04 — 11.10.1980); 211-суточному полету на «Салют-7» (А. Н. Березовой, В. В. Лебедев, 13.05 — 10.12.1982). Для всех этих выпусков характерны высокий уровень художественно-полиграфического исполнения, специальная компоновка марок в листе с применением безноминальных купонов, которые не только дополняют и обогащают графику самих марок, но и используются для размещения довольно пространный текста — до 70 слов. Здесь перечислены основные научные эксперименты, технико-динамические операции, указаны корабли и экипажи экспедиций посещения и многое другое. На некоторых марках орбитальный комплекс «Союз» — «Салют» показан в разрезе, что позволяет познакомиться с внутренним устройством станции и транспортного корабля. Центральный элемент каждой марки — групповой портрет космонавтов, изображенных в скафандрах при открытых гермошлемах.

На марке, посвященной полету В. А. Джанибекова, С. Е. Савицкой и И. П. Волка (17 — 29.07.1984), кроме группового портрета космонавтов показана работа С. Е. Савицкой в открытом космосе с применением универсального ручного инструмента. Здесь же текст: «Впервые в открытом космосе женщина-космонавт». Это был уже второй ее полет в космос. Есть марка, запечатлевшая первый полет С. Е. Савицкой — вместе с Л. И. Поповым и А. А. Серебровым (19 — 27.08.1982). На марке изображен и орбитальный комплекс «Союз Т-7» — «Салют-7» — «Союз Т-5».

В 1978—1984 годах на космических кораблях «Союз» и орбитальных станциях «Салют» были осуществлены полеты международных экипажей. В них участвовали космонавты девяти социалистических стран (Чехословакия, Польша, ГДР, Болгария, Венгрия, Вьетнам, Куба, Монголия, Румыния), а также Франции и Индии. В ознаменование каждого из этих полетов Министерство связи СССР выпустило по специальной крупноформатной серии из трех марок. Первые девять серий имеют общие элементы. Изображены Государственный флаг СССР и флаг страны, космонавт которой принимал участие в полете, эмблема «Интеркосмоса», текст такой: «Международ-





Многогранная КОСМОНАВТИКА

Выход энциклопедии — заметное событие в культурной жизни страны. Вот почему представляет немалый интерес и осуществленный в 1985 году издательством «Советская энциклопедия» выпуск в свет однотомника «Космонавтика». В 1968 и 1970 годах в нем уже выходили первое и второе издания «Космонавтики» в серии «Маленькие энциклопедии». «Большая космонавтика» — первая в своем роде книга, столь полно освещающая все аспекты космонавтики.

Эта энциклопедия состоит из 15 тематических разделов,

взаимно связанных друг с другом. Первый раздел включает биографические статьи о конструкторах — создателях космической техники, ученых, пионерах космонавтики, самих космонавтах, а также об организациях, участвующих в проектировании и изготовлении ракет и космических аппаратов. Особенность данного раздела в том, что издательством впервые было запланировано собрать воедино сведения о выдающихся ученых мира этой области. Читатель с увлечением прочтет о К. Э. Циолковском, заложившем основы

науки о полетах в космос; американце Р. Годдарде — первым осуществившем пуск жидкостной ракеты; французе Р. Эно-Пельтри, немце Г. Оберте — теоретиках космонавтики. Здесь же можно найти сведения об ученых и конструкторах Австрии, Швеции, Италии, Польши и других стран.

Напомним, что по сведениям на июль 1985 года полеты на космических кораблях и орбитальных станциях совершили 176 космонавтов из 16 стран: 57 космонавтов из СССР, 104 — из США, 2 — из Франции и по одному из 9 социали-

ные полеты в космос». На марках, посвященных советско-французскому и советско-индийскому полетам, одинаковый текст «Сотрудничество в космосе», дополненный соответствующими надписями «СССР—Франция» и «СССР—Индия». Кроме трех марок в этих двух сериях есть еще и блоки. На первом блоке слова: «Совместный советско-французский космический полет», на его марке — эмблемы «Интеркосмоса» и Национального центра космических исследований Франции (КНЕС), орбитальный научно-исследовательский комплекс «Союз Т-5» — «Салют-7» — «Союз Т-6», а на полях блока — символический рисунок «Человек идет сквозь звезды» (фрагмент эмблемы полета, созданной французским художником М. Гранже). На другом блоке написано: «Совместный советско-индийский космический полет», изображены орбитальный комплекс «Союз Т-10» — «Салют-7» — «Союз Т-11», эмблема «Интеркосмоса», а также нарисована солнечная колесница из индийского мифа.

В заключение расскажем еще о двух марках. Первая из них посвящена 50-летию со дня рождения Ю. А. Гагарина (9 марта 1928 г.). В этот день она и поступила в почтовое обращение. Марка отпечатана на мелованной бумаге способом металлографии. На ней — портрет Ю. А. Гагарина. Фоном служит символическое изображение человека, шагнувшего в звездные просторы Вселенной. Показан также космический корабль «Восток» с последней ступенью ракеты-носителя в орбитальном полете (художник Г. А. Коллев). Другая марка (1985 г.) посвящена 25-летию Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина, и она с портретом первого космонавта. Изображен также космический корабль «Союз Т» и нарисованы два космонавта в скафандрах. Кроме того, в правом верхнем углу марки — космонавт в открытом космическом пространстве.

стических стран — ЧССР, ПНР, ГДР, Венгрии, НРБ, СРВ, Республики Куба, МНР, СРР, а также из ФРГ, Канады и Саудовской Аравии.

Читатели смогут познакомиться с обширными статьями о первых советских организациях, связанных с разработкой ракетной техники — Газодинамической лаборатории, Группе изучения реактивного движения, Реактивном научно-исследовательском институте. История развития ракетной техники в СССР представляет особый интерес. Ведь страна, с населением в массе своей неграмотным, технически отсталая, встав на путь революционных преобразований, не только выдержала две опустошительных войны, но и за короткий срок вышла на передовые научно-технические рубежи и сделалась мощной космической державой.

Второй раздел — «Ракеты и космические аппараты» — центральный, самый большой по объему, количеству терминов. В нем представлено большинство космических аппаратов мира: прекратившие свое существование (или вернувшиеся на Землю), а также активно функционирующие в космосе и поныне. Заголовок раздела говорит сам за себя: рассказывается о ракетах как средствах доставки космических аппаратов в космос.

Обо всех космических кораблях мира, космических аппаратах различного назначения, об их устройстве, параметрах орбит, по которым они летают, можно узнать из этого раздела. Здесь же — и новейшая терминология. Авторы постарались дать толкование любому «космическому» термину, так или иначе связанному

с устройством ракеты или космического аппарата.

Читатель найдет тут сведения и о первых ракетах, сведения, которые дошли до нас из глубокой древности, и о самых мощных современных ракетах-носителях, способных выводить в космос аппараты большой массы (свыше 100 тонн). Руководил работой по написанию этого раздела известный советский ученый, соратник С. П. Королева, член-корреспондент АН СССР К. Д. Бушуев (1914—1978).

Третий раздел — совершенно новый. Может быть, с первого взгляда не совсем воспринимается его название: «Автоматизированные системы и комплексы управления космическими аппаратами». Что это такое? Есть ракета-носитель, которая выводит космический аппарат в космос на определенные траектории, есть сам космический аппарат со своими автономными бортовыми системами управления. Но как этим аппаратом или группой аппаратов управлять на громадных расстояниях, особенно, если этот аппарат без людей, как получать и обрабатывать полученную из космоса информацию? На все эти вопросы и дают ответ статьи данного раздела. Работой над этим разделом руководили известные советские специалисты доктора технических наук И. В. Мещеряков и В. Н. Медведев.

Четвертый раздел — особенный: «Космодромы». Массовый читатель с такой информацией по космической технике мало знаком. Как-то издавна в литературе по космонавтике предпочтение отдается ракетам, космическим кораблям, космонавтам. А вот о том, как готовится ракета к пуску, су-

ществующая литература рассказывает весьма редко. В энциклопедии же подобные вопросы рассмотрены всесторонне. Читатель узнает, как ракеты транспортируются на космодром, какие ведутся испытания, как ракету устанавливают, ну и, конечно, как ее запускают. Этот раздел готовил коллектив авторов под руководством академика В. П. Бармина.

Два раздела — пятый и шестой — посвящены ракетным двигателям и ракетным топливам. Название раздела «Ракетные топлива» сразу объясняет читателю, о чем идет речь. Раздел же «Ракетные двигатели» по своей информативности (обилию цифрового материала, разнообразию схем двигательных установок) уникален и не уступает второму разделу. Здесь представлена богатая история ракетного двигателестроения — от небольших, простых по конструкции двигателей, созданных на заре ракетной техники, до двигателей громадных, мощных, высотой с трехэтажный дом, применяемых в современных ракетах-носителях. Приводится полный перечень всех ракетных двигателей: и уже используемых в космонавтике, и тех, которые пока еще достаточно гипотетичны — о них постоянно идут споры в технической литературе. Описываются конкретные образцы двигателей, устанавливаемых на том или ином космическом аппарате и ракете, их характеристики, особенности выбора схемных решений.

Обширность информации и тщательность отбора материала можно объяснить, вероятно, тем, что руководитель этого раздела — главный редактор

энциклопедии академик В. П. Глушко, с чьим именем вот уже более 50 лет связано одно из ведущих направлений в космонавтике — ракетное двигателестроение.

«Управление движением ракет-носителей и космических аппаратов» — раздел, также заслуживающий внимание читателей. Как управляется ракета в полете, как прогнозируется движение космического аппарата на расчетный момент достижения цели, как аппараты садятся на поверхность других планет и взлетают оттуда — все это крайне увлекательно само по себе и читается с интересом. Здесь же подробно рассказано и об особенностях космической навигации. Работой над этим разделом руководил один из соратников С. П. Королева, конструктор систем ориентации и стабилизации спутников академик Б. В. Раушенбах.

Раздел «Динамика космического полета» по праву можно назвать теоретическим. Тут воедино собрано многое, касающееся теории полета космических аппаратов, описываются наивыгоднейшие траектории полета космических аппаратов к другим планетам, говорится о выборе траекторий, о скоростях, с которыми движутся объекты в космосе, и так далее.

Широкое использование новых математических методов и современных вычислительных машин позволило решать самые сложные задачи, связанные с проектированием орбит космических аппаратов и управлением этими аппаратами в полете. Возникло новое направление — динамика космического полета. Информацию обо всем этом содержит вось-

мой раздел энциклопедии, работу над ним возглавил один из учеников академика М. В. Келдыша доктор физико-математических наук М. Л. Лидов.

Разделы космической медицины, биологии и жизнеобеспечения подготовлены коллективом специалистов под руководством академика О. Г. Газенко. В работе над разделом «Геофизика» принял участие коллектив, возглавляемый академиком А. М. Обуховым, а над разделом «Астрономия» — коллектив во главе с членом-корреспондентом АН СССР Э. Р. Мустелем. Эти разделы в известной мере близки друг другу и связаны между собой. Например, об исследовании планет и о самих планетах говорится в разделе «Астрономия», а о Земле рассказывается в разделе «Геофизика».

Значительное место в 14 разделе занимают статьи о зарубежных космических программах. Впервые опубликована статья о космических программах стран социализма. Читатель найдет интересный материал о крупных, осуществленных к настоящему времени международных проектах с участием специалистов многих стран. Цикл статей по международному сотрудничеству и космическим программам подготовлен коллективом Совета «Интеркосмос» АН СССР во главе с заместителем председателя Совета «Интеркосмос» доктором юридических наук В. С. Верещетиним.

В энциклопедии нашел отражение и такой немаловажный аспект, как международное космическое право. Правовые вопросы освоения космоса рассмотрены в ряде крупных статей, посвященных специально

этой теме: «Договор о космосе 1967», «Соглашение о Луне», «Регистрация космических объектов» и других.

Как энциклопедическое издание, данная книга вобрала в себя информацию по возможности о всем, что было создано со времени запуска первых искусственных спутников Земли. Свыше 2500 разнообразнейших статей вошло в энциклопедию. Книга богато иллюстрирована, в ней около 1000 текстовых иллюстраций, 32 цветных и столько же черно-белых вклеек, многие снимки публикуются впервые.

Энциклопедия «Космонавтика» поможет авторам публикаций на эту тему точно и правильно освещать различные вопросы истории ракетостроения, вооружит справочным материалом об основных советских и зарубежных достижениях в космонавтике, в достаточной мере ознакомит с основами этой науки. Отличительная особенность издания и в том, что в его подготовке приняли участие академии наук социалистических стран, а также США, Швеции и Индии.

Интерес миллионов людей разных профессий к космическим исследованиям необычайно велик. Они все больше ощущают потребность в книгах, где были бы освещены и систематизированы новейшие данные в ряде областей науки и техники, связанные с полетами в космос и исследованиями космического пространства. Новое издание «Космонавтика» полностью отвечает такой потребности.

Книги издательства «Машиностроение» по космонавтике

В течение многих лет издательство «Машиностроение» выпускает книги по различным проблемам ракетно-космической техники и космонавтики. Вслед за возникновением, становлением и стремительным развитием этой области человеческой деятельности растет и выпуск литературы по космонавтике, быстро расширяется и углубляется ее содержа-

ние, становится богаче жанровая палитра изданий. Если четверть века назад, в год эпохального гагаринского полета, были в основном или теоретические монографии, или небольшие научно-популярные и полуфантастические книги, то сейчас по проблемам космонавтики выпускаются и производственно-технические книги, и справочники, и учебники для вузов и техникумов, и красивые сувенирные альбомы, и календари.

Книги эти посвящены динамике полета ракет и косми-

ческих аппаратов, их расчету, проектированию и производству, проблемам эксплуатации этих машин, системам обеспечения жизнедеятельности человека на борту космических кораблей, орбитальных станций и в открытом космосе. Все чаще в них находят отражение использование результатов исследований из космоса в интересах различных отраслей народного хозяйства, расширение экспериментов в области космической технологии.

Даже простое перечисление



названий некоторых книг, изданных в последние 2—3 года, свидетельствует о широте обсуждаемых в них проблем, связанных с освоением космического пространства, что является отражением быстрого развития самой космонавтики.

Среди учебной литературы есть такие книги, как «Конструкция и проектирование ракетных двигателей», «Теория и расчет энергосиловых установок космических летательных аппаратов», «Баллистика и навигация ракет», «Системы управления ракетных двигателей и энергетических установок». Издан уже учебник «Производство космических аппаратов».

Самым различным аспектам развития космонавтики посвящены книги «Планетоходы» (коллектива авторов во главе с А. Л. Кемурджианом), «Скафандры и системы для работы в открытом космосе» (Г. И. Северина и др.), «Научные эксперименты на космических кораблях и орбитальных станциях» М. Ю. Беляева, «Проектирование автоматических космических аппаратов» (Г. В. Малышева и др.), «Влияние атмосферы на исследование природных ресурсов из космоса» (коллектива авторов, под редакцией Г. И. Марчука), «Проблемы механики и теплообмена в космической технике» (под редакцией О. М. Белоцерковского), «Техника космических полетов» А. С. Елисеева, «Стыковочные устройства космических аппаратов» В. С. Сыромятникова, «Народнохозяйственные и научные космические комплексы» В. С. Авдеевского и Г. Р. Успенского и многие другие.

С каждым годом растет число людей, работавших в

космосе. Это и летчики, и инженеры, и врачи, и ученые. Но все они космонавты. Издательство «Машиностроение» регулярно выпускает книги, где освещаются вопросы подготовки космонавтов. Такие издания несомненно могут быть использованы и при подготовке операторов для других сложных машин и систем. Среди них отметим книги В. Н. Кубасова и др. «Профессиональная подготовка космонавтов», П. Н. Поповича и др. «Эргономическое обеспечение деятельности космонавтов».

Советский Союз выступает за всемерное развитие международного сотрудничества в освоении и использовании космического пространства в мирных целях. Хорошо известны наши предложения и многочисленные практические шаги в этом направлении. Международное сотрудничество в области космонавтики нашло отражение в ряде книг издательства. Это научно-популярные красочные издания «Союз — Аполлон», «Орбиты сотрудничества», «Космическое сотрудничество», «СССР — Франция. На космических орбитах», «СССР — Индия. На космических орбитах».

Нет сомнений в очень большом значении научно-популярной литературы. Она несет знания широким массам, пропагандирует достижения советской науки и техники. Но не только это. Интересно мнение академика Б. М. Кедрова: «В большинстве своем ученые знакомятся с достижениями коллег из других отраслей, с новинками советской и мировой науки через популярную литературу».

А вот что считает академик И. В. Петрянов-Соколов, пред-

седатель Всесоюзного общества любителей книги: «Какой должна быть научная книга будущего — предсказать сейчас трудно. Но я абсолютно уверен, что научная книга будущего будет значительно более близка к научно-популярной литературе, роль и значение которой мы в настоящее время недооцениваем».

Опыт выпуска книг по космонавтике в издательстве «Машиностроение» свидетельствует: есть возможность разнообразить жанровую палитру научно-популярных изданий. Еще в семидесятые годы вышла книга, посвященная первой орбитальной пилотируемой станции «Салют» и ее героическому экипажу — летчикам-космонавтам Владиславу Волкову, Георгию Добровольскому и Виктору Пацаеву, отдавшим жизнь во имя освоения космоса. В этой книге, объединенные одной тематикой, соседствовали материалы разных жанров — научные статьи, научно-популярные очерки, публицистические репортажи. В конце 1983 года издательство выпустило новую большую (32 печатных листа) книгу необычной структуры — «„Салют-6“ — „Союз“ — „Прогресс“». Работа на орбите». Ее автор — большой коллектив ученых, летчиков-космонавтов, инженеров. В этом издании чередуются строгие описания научных экспериментов и результатов с разделами, посвященными устройству станции, а порой с очень личными страницами из бортовых дневников космонавтов, с записями радиопереговоров, где рядом с деловой информацией — добрый «космический» юмор. Обе эти книги пользовались большим успехом у читателей и

получили высокую оценку в печати.

Безусловно, очень перспективны и научно-популярные издания типа книга-альбом. Издательством «Машиностроение» выпущены книги-альбомы «Покорение космоса», «Советская авиационная техника», «Калуга космическая», «Звездный городок», «Советская космонавтика». В последние годы появился ряд таких книг по космонавтике и в других издательствах. Среди них — очень хорошая книга «Наш Гагарин» (изд. «Прогресс», автор-составитель Я. Голованов), «К звездам» (изд. «Планета», авторы В. Шаталов, М. Ребров, Э. Васкевич) и некоторые другие.

Несомненно, главная причина успеха таких изданий, пользующихся большим спросом, в том, что они посвящены актуальной теме. Книги эти красиво оформлены, содержат много иллюстраций, хорошо полиграфически исполнены, написаны простым, доходчивым языком.

Создание книг-альбомов требует тесного творческого сотрудничества авторов, составителей, художников, редакторов, полиграфистов на всем протяжении работы над книгой. Именно такое сотрудничество позволило создать уникальную сувенирную книгу-альбом «Космонавтика СССР» (объем 85 печатных листов), посвященную XXVII съезду КПСС и 25-летию первого в истории человечества полета в космос Юрия Гагарина. В подготовке этой книги приняли активное участие академики В. С. Авдеевский, В. П. Бармин, О. Г. Газенко, В. П. Глушко, Б. В. Раушенбах, Р. З. Сагдеев, крупные специалисты в различных обла-

стях науки и техники Ю. С. Ацеров, В. Л. Барсуков, В. С. Верещетин, Г. И. Воробьев, С. Д. Гришин, Ю. А. Израэль, Ю. П. Киенко, Н. П. Козлов, А. А. Максимов, А. Г. Масевич, Б. Н. Можаяев, Ю. П. Семенов, Б. Е. Черток, летчики-космонавты СССР Г. Т. Береговой, А. С. Елисеев, А. А. Леонов, Г. С. Титов, К. П. Феокистов, В. А. Шаталов, известные писатели и журналисты. Возглавил работу по созданию книги главный редактор издания Герой Социалистического Труда доктор технических наук Ю. А. Мозжорин.

Книга содержит разделы, посвященные зарождению советской космонавтики и первым космическим стартам, однако главная ее задача не исторический экскурс (в издательстве «Машиностроение» готовится новое издание книги В. П. Глушко «Развитие ракетостроения и космонавтики в СССР»), а рассказ о сегодняшнем дне советской космонавтики, ее роли в развитии науки и народного хозяйства, влиянии космонавтики на самые различные сферы человеческой деятельности, международном сотрудничестве в освоении космоса, земных службах современной советской космонавтики, подготовке космонавтов.

Книга-альбом «Космонавтика СССР» содержит около семисот иллюстраций, в том числе большое количество цветных фотографий, многие из которых сделаны в космосе. Они дают наглядное представление о работе космонавтов на околоземных орбитах, включая выходы в открытый космос. Немало фотографий Земли из космоса. Эти снимки дополняют рассказ авторов о том,

как используются достижения космонавтики для нужд народного хозяйства нашей страны. На фотографиях отражена также работа на космодромах Байконур, Плесецк, Капустин Яр, в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина. Ряд иллюстраций знакомит с деятельностью подмосковного Центра управления полетом, поисково-спасательной службы космических полетов. Фотографии дополнены красочными схемами.

Издательство надеется, что книга-альбом «Космонавтика СССР», как и другие издания подобного типа, будет полезна широкому кругу читателей.

В наше время космонавтика стала большой и многогранной областью человеческой деятельности, тесно связанной с народнохозяйственными планами развития страны, с международным сотрудничеством государств. И книги по космонавтике должны всемерно способствовать ее развитию, пропагандировать ее достижения.

Главный редактор литературы по авиации и космонавтике издательства «Машиностроение»

Л. А. ГИЛЬБЕРГ

Глобус из обсерватории Улугбека



В середине XVII столетия в Западной Европе появились первые публикации «Таблиц долгот и широт неподвижных звезд по наблюдениям Улугбека» («Зидж Улугбек»). Они были составлены в первой половине XV века в Самарканде и содержали определенные с большой точностью координаты 1018 звезд. Сведения об инструментах, которыми пользовались самаркандские астрономы, практически отсутствовали.

Место обсерватории Улугбека удалось отыскать только в начале нынешнего столетия. Его нашел в 1908 году русский археолог В. Л. Вяткин. Начались раскопки и завершились они лишь в 1948 году. В развалинах обсерватории обнаружили две параллельные дуги, облицованные мраморными плитами, — остатки 40-метрового секстанта и горизонтальный круг (Земля и Вселенная, 1967, № 4, с. 62. — *Ред.*). Вместе с тем в дошедших до нас рукописях есть указания на то, что в обсерватории было и другое астрономическое оборудование — астролябии, армиллярные сферы, небесные глобусы. Разыскать их спустя пять с лишним столетий казалось совершенно невозможным.

Неожиданная удача выпала на долю человека, который много лет с неослабевающим интересом изучал историю астрономии эпохи Улугбека. Несколько лет назад академик АН УзССР Владимир Петрович Щеглов (1904—1985), находясь в Англии, сделал доклад об обсерватории Улугбека в Музее истории науки Оксфордского университета. Сотрудники музея преподнесли советскому астроному подарок — аннотированный каталог коллекции старинных астрономических инструментов Дж. А. Биллмейра — самой богатой ча-

стной коллекции такого рода. В 1957 году (время составления каталога) она насчитывала 276 экспонатов.

На обложке каталога помещена фотография звездного глобуса эпохи средневековья, установленного на изящной подставке. Глобус, поясняя



Так выглядит звездный глобус из обсерватории Улугбека

аннотация, имеет диаметр 155 миллиметров, сделан он из латуни и инкрустирован серебряными точками, изображающими яркие звезды. Рядом с точками выгравированы названия звезд. На поверхно-

сти глобуса нанесены небесный экватор и эклиптика, разделенные на градусы. Вдоль эклиптики даны знаки зодиака. Отмечены положения северного и южного полюсов, а также полюсов эклиптики. Проведены круги небесной сферы, проходящие через полюса эклиптики, и границы зодиакальных созвездий. Надписи на арабском языке указывают, что глобус был сделан в 1318 году. Названы и имена мастеров.

Подставку глобуса, как говорится в аннотации, выполнили позднее, вероятно в XV веке. К этому времени, очевидно, относится и последняя надпись на глобусе, вызвавшая особый интерес В. П. Щеглова к старинному инструменту. Она читается так: «Для библиотеки (или кабинета редкостей) султана Аль-Малика Аль-Адыла Улугбека».

Как попал звездный глобус с холмов Афрасиаба в частную коллекцию английского любителя старины? Видимо, так же, как попал в Европу сам «Зидж Улугбек». Ученые, покидавшие обсерваторию после трагической гибели Улугбека, увозили с собой ее ценности, чтобы уберечь их от уничтожения.

В 1984 году в Ташкентской астрономической обсерватории появился двойник старинного инструмента. Во всех подробностях, которые можно было определить по описанию и фотографии, воспроизведен небесный глобус средневековья. Поистине ювелирная работа выполнена любителем астрономии, мастером по изготовлению копий исторических памятников малых форм в металле Глебом Ефимовичем Измествьевым.

Кандидат физико-математических наук

З. Б. КОРОВОВА



Полезная книга для любителей астрономии

Издательство «Просвещение» выпустило книгу профессора Городского университета Нью-Йорка Дины Л. Моше «Астрономия» (перевод с английского го Н. В. Мамуны и М. Ю. Шевченко). Это не совсем обычная книга, она не похожа на научно-популярное издание — в ней есть вопросы и ответы, задачи и решения, а также вопросы для самопроверки. Но это и не учебник: стиль изложения — совсем не учебный. В предисловии редактора русского перевода книги доктора физико-математических наук А. А. Гурштейна книга охарактеризована как «самоучитель по астрономии для всех желающих познакомиться с основами этой науки и не имеющих специальной подготовки ни в области математики, ни в области физики», то есть преимущественно — для учащихся среднего и старшего школьного возраста. Но книга будет интересна и взрослым любителям астрономии. Она полезна для руководителей и членов юношеских астрономических кружков. Написана книга хорошим языком, содержит много оригинальных иллюстраций, а главное — в популярной форме освещает современные представления о Вселенной. Вот какие вопросы в ней рассматриваются: общий взгляд на Вселенную, изучение звездного неба, свет и телескопы, звезды и их эволюция, галак-

тики, Солнце и Солнечная система, планеты, Луна, кометы, метеоры, метеориты, жизнь в других мирах.

Поскольку книга написана в США, то естественно, что в тексте много говорится о достижениях американской науки. Мы познакомимся здесь и с гипотезами ученых, найдем фотографии американских обсерваторий и телескопов, увидим снимок отпечатка ноги первого астронавта на поверхности Луны Н. Армстронга.

Редактор перевода постарался заменить некоторые примеры более понятными советским любителям астрономии (например, условия видимости тех или иных светил даны для советских городов), в подстрочных примечаниях отмечены заслуги советских ученых и космонавтов, а английские меры длины заменены метрическими.

Но, как нередко бывает, издание не обошлось без недостатков. Правда, они носят частный характер. Вряд ли можно согласиться с автором книги, когда он на вопрос «Возможно ли, чтобы кометное ядро столкнулось с Землей?» дает ответ «Практически нет». И это говорится буквально через несколько строк после сообщения о Тунгусском метеорите и о том, что его взрыв может быть объяснен столкновением Земли с кометой. Неверен ответ и на вопрос «Что произойдет, если

Земля пройдет через хвост кометы?». Говорится, будто можно будет наблюдать метеорный поток. Но метеорные тела, создающие явление метеорного потока, находятся не в хвосте кометы, а вдоль орбиты ее ядра (их тем больше, чем ближе к ядру). Как известно, Земля прошла через хвост кометы Галлея 19 мая 1910 года, однако метеорный дождь или особо интенсивный поток при этом не наблюдался.

Неправильный также ответ и на вопрос о значении наблюдений Галилея, обнаружившего фазы Венеры. По мнению автора, «если бы Венера и Солнце обращались вокруг Земли, как это следует из геоцентрической теории, то у Венеры не происходило бы смены фаз». Но смена фаз у Венеры наблюдалась бы и в том случае, если бы теория Птолемея была верна, только тогда нельзя было бы наблюдать полного диска Венеры, а ее фазы изменялись бы до некоторой максимальной фазы около наибольших элонгаций. Главное не в том, что Венера изменяет фазы, а в том, как эта смена фаз происходит и как меняется при этом видимый диаметр планеты.

Есть в книге и некоторые другие недостатки. Так, рис. 11.9 в точности повторяет рис. 11.2. На рис. 4.1 слово «меч» написано с мягким зна-

Планеты глазами географа

Издательство «Мысль» выпустило в 1985 году книгу А. Е. Кривоулицкого «Голубая планета (Земля среди планет. Географический аспект)». В предисловии к книге автор определяет ее как географическую монографию о планетах земной группы и о нашей Земле прежде всего.

Книга состоит из трех частей.

В первой части — «Солнечная система и факторы формирования природных условий на планетах» — содержится обзор строения и происхождения Солнечной системы, а также рассказывается об эволюции планет и факторах формирования природных условий.

Вторая часть книги называется «География планет». В ней примерно по одному плану (данные наземных и космических исследований, эволюция, рельеф и недра, природная обстановка) рассматриваются Луна, Меркурий, Марс, Венера и Земля.

Третья часть книги — «Географическая оболочка (природная среда)» — содержит две главы. В первой из них уточняется термин «географическая оболочка», а вторая глава посвящена анализу процесса формирования географической оболочки.

Анализ природной среды Земли автор проводит на двух уровнях — космическом (в рамках сравнительной планетологии) и глобальном. В книге обосновывается мысль о том, что Земля представляет собой космический феномен, поскольку она чрезвычайно обводнена, вследствие чего ее природа динамична, а непрерывный круговорот воды стимулирует все природные процессы, происходящие на нашей планете.



Рождение подводного вулкана

В июне 1984 года научно-исследовательскому судну «С. П. Ли» (Управление геологической съемки США) не было разрешено войти в одну из бухт острова Новая Британия (Папуа — Новая Гвинея),

где расположен порт Рабаул. Причина отказа — высокая сейсмическая активность района. Когда сейсмическая обстановка нормализовалась, судно вошло в бухту и сделало ряд геологических, геофизических, сейсмологических и батиметрических наблюдений. Сопоставление с данными, собранными здесь тем же судном в 1982 году, а также с другими материалами показало: за последние десять лет на дне бухты крупный участок земной коры поднялся примерно на 1 м. Участок этот — в трех километрах к югу от Рабаула — с двух сторон ограничен активными разломами земной коры.

Группа специалистов из Управления геологической съемки США, возглавляемая Г. Грином, считает, что здесь буквально на глазах рождается новый подводный вулкан. Магматическая камера под ложем океана выталкивает свое содержимое наверх. Вершина формирующейся горы пока еще не поднялась над морской поверхностью, однако вполне возможно, что в ближайшее время молодой вулкан начнет бурно извергаться. Это событие даст ученым уникальную возможность непосредственно наблюдать, как образуется новый подводный вулкан — от его зарождения до внедрения магмы в толщу осадочных пород. Геологов также привлекает изучение молодых структур земной коры, которые образуются вследствие движения магмы.

New Scientist, 1985, 106, 1460

ком («мечь»), что недопустимо в книге для школьников. Есть и иные мелкие огрехи.

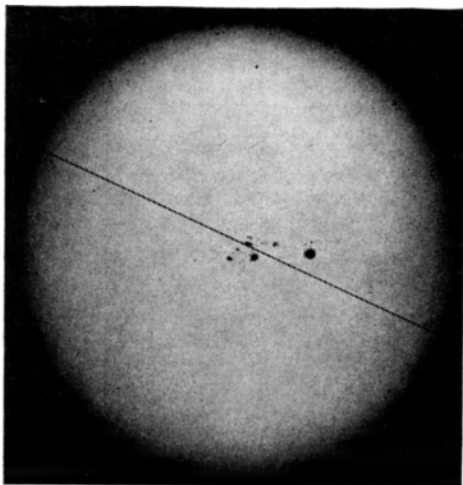
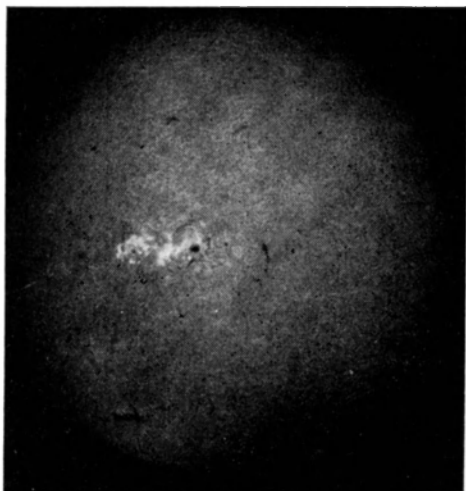
Но, разумеется, все эти недостатки несколько не умаляют достоинств книги, ее цен-

ности для юных читателей. А если ее тираж (85 000 экз.) быстро разойдется и понадобится второе издание, этих недостатков можно будет избежать.

Юные любители астрономии нашей страны получили в целом хорошее и притом оригинальное руководство для своей работы.

Солнце в октябре — ноябре 1985 года

Хромосфера 21 октября



Фотосфера 23 октября

Снимки получены А. В. Боровиком и В. Ф. Кныш
на Байкальской астрофизической
обсерватории СибИЗМИРа СО АН СССР

С сентября и до середины октября 1985 года пятна на солнечном диске практически отсутствовали. Это была наиболее длительная депрессия числа Вольфа на данном участке спада солнечной активности. Наблюдавшиеся ранее ослабления активности (например, в сентябре — октябре 1984 года) были достаточно короткими.

Самым примечательным активным образованием в октябре — ноябре была протяженная цепочка пятен, которая появилась из-за восточного лимба 16—17 октября. В хвостовой части цепочки флоккул выделяется как обособленное компактное яркое образование, в головной части обращает на себя внимание отдельная структура диффузного вида. Можно считать, что в хвостовой части цепочки располагается молодая растущая группа пятен (пятна постепенно росли, особенно начиная с 21 октября, число Вольфа достигло 70). После захода цепочки пятен за западный лимб солнечный диск оставался чистым, и лишь 6—7 ноября отмечалась небольшая биполярная группа. В начале второй декады ноября цепочка пятен вновь появилась на диске, но теперь она была значительно слабее.

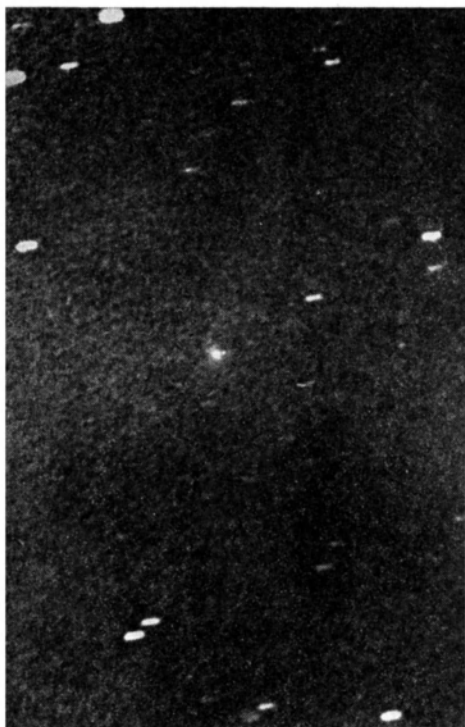
Интересно, что эта цепочка развивалась примерно на том же участке, где в июне — июле наблюдалась довольно высокая активность (Земля и Вселенная, 1985, № 6, с. 86.— *Ред.*). Но в начале августа, при очередном выходе цепочки на солнечный диск, были видны лишь разрушающиеся фрагменты групп.

Случайно ли, что октябрьская цепочка пятен развивалась в той же области, где в июне — июле наблюдались довольно крупные, сложные группы пятен? Ничего подобного не наблюдалось на всей остальной поверхности Солнца с июня по октябрь. Может быть, это проявление скорее закономерности, чем случайности?

Кандидат физико-математических наук

В. Г. БАНИН
С. А. ЯЗЕВ

Снимки кометы Галлея

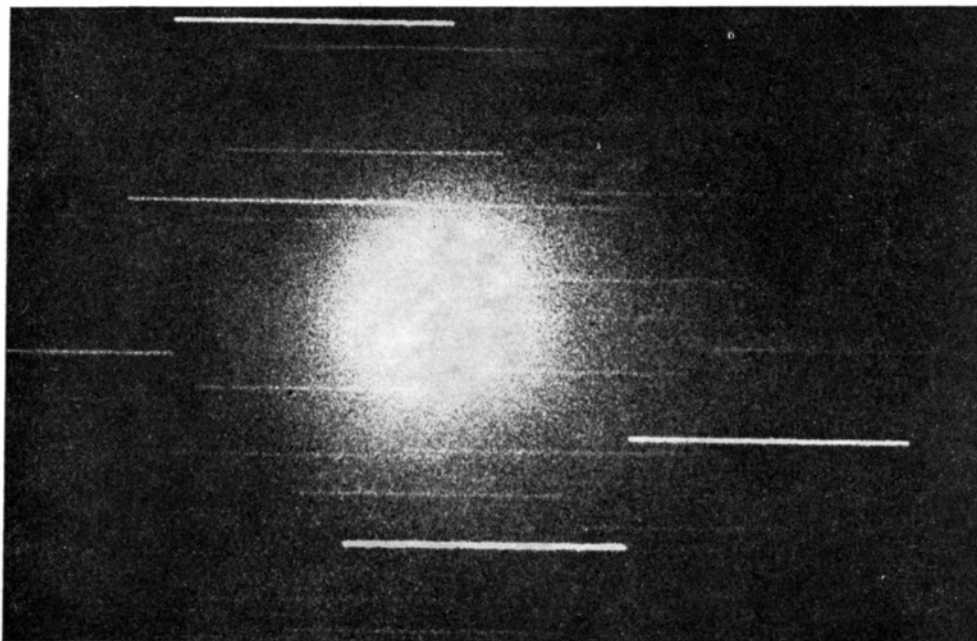


Комета Галлея сфотографирована в Москве. Снимок получен 18 октября 1985 года на широкоугольном астрографе АФР-1, установленном в обсерватории Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга (Москва, Ленинские горы). Астрограф имеет линзовый объектив (диаметр 23 см, фокусное расстояние 2,3 м). Экспозиция снимка 19 минут 48 секунд, пластинка ZU 21 без предварительного очувствления

Кандидат физико-математических наук
Ю. А. Шокин

Так выглядит комета Галлея. Телескоп с диаметром главного зеркала 1 м и фокусным расстоянием 13,1 м. Съемка проводилась на фотопластинках Кодак 103а0, очувствленных водородом. Экспозиция — 1 час. Яркость кометы ~ 6,5^m, расстояние ее от Земли — 140 млн. км. Комета Галлея, Земля и Солнце расположены примерно на одной линии, поэтому хвост кометы направлен от нас и можно наблюдать только ее голову

Кандидат физико-математических наук
С. Б. Новиков
(гора Майданак, УзССР)



1. КОСМИЧЕСКИЕ КОРАБЛИ

№№ п/п	Наименование корабля	Даты запуска и посадки	Начальные параметры орбиты				Экипаж	Примечание
			Апогей, км	Перигей, км	Наклонение, град	Период обращения, мин		
1.	«Восток»	12.IV.1961 12.IV.1961	327	181	64,9	89,3	Ю. А. Гагарин	Масса корабля 4725 кг
2.	«Восток-2»	6.VIII.1961 7.VIII.1961	244	183	64,9	88,5	Г. С. Титов	
3.	«Восток-3»	11.VIII.1962 15.VIII.1962	235	181	65,0	88,3	А. Г. Николаев	
4.	«Восток-4»	12.VIII.1962 15.VIII.1962	237	180	64,9	88,4	П. Р. Попович	
5.	«Восток-5»	14.VI.1963 19.VI.1963	222	175	65,0	88,3	В. Ф. Быковский	
6.	«Восток-6»	16.VI.1963 19.VI.1963	231	181	64,9	88,3	В. В. Терешкова	
7.	«Восход»	12.X.1964 13.X.1964	408	177	64,8	90,1	В. М. Комаров К. П. Феоктистов	Масса корабля 5320 кг
8.	«Восход-2»	18.III.1965 19.III.1965	498	173	64,8	90,9	Б. Б. Егорев П. И. Беляев	
9.	«Союз-1»	23.IV.1967 24.IV.1967	221	203	51,7	88,5	А. А. Леонов В. М. Комаров	Масса корабля 5682 кг
10.	«Союз-2»	25.X.1968 28.X.1968	224	185	51,7	88,5	Беспилотный	Масса корабля «Союз» 6380-6800 кг
11.	«Союз-3»	26.X.1968 30.X.1968	222	183	51,7	88,5	Г. Т. Береговой	
12.	«Союз-4»	14.I.1969 17.I.1969	225	173	51,7	88,2	В. А. Шаталов	
13.	«Союз-5»	15.I.1969 18.I.1969	230	199	51,7	88,7	Б. В. Вольнов А. С. Елисеев	
14.	«Союз-6»	11.X.1969 16.X.1969	223	186	51,7	88,4	Е. В. Хрунов Г. С. Шонин	
15.	«Союз-7»	12.X.1969 17.X.1969	226	207	51,7	88,6	В. Н. Кубасов А. В. Филипченко	
16.	«Союз-8»	13.X.1969 18.X.1969	224	205	51,7	88,6	В. Н. Волков В. В. Горбатко	
17.	«Союз-9»	1.VI.1970 19.VI.1970	221	208	51,7	88,6	В. А. Шаталов А. С. Елисеев	
18.	«Союз-10»	23.IV.1971 25.IV.1971	248	210	51,6	89,8	А. Г. Николаев В. И. Севастьянов	
19.	«Союз-12» ¹	27.IX.1973 29.IX.1973	249	193	51,6	88,6	В. А. Шаталов А. С. Елисеев Н. Н. Рукавишников	
20.	«Союз-13»	18.XII.1973 26.XII.1973	273	193	51,6	88,9	В. Г. Лазарев О. Г. Макаров	
21.	«Союз-15»	26.VIII.1974 28.VIII.1974	235	193	51,6	88,5	П. И. Климук В. В. Лебедев	
22.	«Союз-16»	2.XII.1974 8.XII.1974	315	192	51,8	89,3	Г. В. Сарафанов Л. С. Демин А. В. Филипченко Н. Н. Рукавишников	Полет по советско-американской программе «Союз - Аполлон»

№№ п/п	Наименование корабля	Даты запуска и посадки	Начальные параметры орбиты				Экипаж	Примечание
			Апогей, км	Перигей, км	Наклонение, град	Период обращения, мин		
23.	«Союз-19»	15.VII.1975 21.VII.1975	222	186	51,8	88,5	А. А. Леонов В. Н. Кубасов	Полет по советско-американской программе «Союз — Аполлон»
24.	«Союз-22»	15.IX.1976 23.IX.1976	317	193	64,8	89,3	В. Ф. Быковский В. В. Аксенов	
25.	«Союз-23»	14.X.1976 16.X.1976	250	194	51,6	88,6	В. Д. Зудов В. И. Рождественский	

¹ Сведения о полетах кораблей «Союз-11, 14, 17, 18, 21, 24» и всех последующих, а также данные о корабле «Союз-20», совершавшем полет в автоматическом режиме, приведены в таблице 2.

2. ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ОРБИТАЛЬНЫЕ СТАНЦИИ (ДАнные НА ДЕКАБРЬ 1985 ГОДА)

№№ п/п	Наименование станции, даты старта и прекращения существования	Экипаж станции	Дата доставки экипажа, транспортный корабль	Дата эвакуации экипажа, транспортный корабль	Транспортные грузовые и беспилотные корабли, даты стыковки и расстыковки
1.	«Салют» 19.IV.1971 11.X.1971	Г. Т. Добровольский В. Н. Волков В. И. Пацаев	7.VI.1971 «Союз-11»	29.VI.1971 «Союз-11»	
2.	«Салют-2» 3.IV.1973 29.IV.1973	Станция совершала полет в беспилотном варианте			
3.	«Салют-3» 25.VI.1974 24.I.1975	П. П. Попович Ю. П. Артюхин	5.VII.1974 «Союз-14»	19.VII.1974 «Союз-14»	
4.	«Салют-4» 26.XII.1974 3.II.1977	Первая экспедиция: А. А. Губарев Г. М. Гречко Вторая экспедиция: П. И. Климук В. И. Севастьянов	12.I.1975 «Союз-17» 26.V.1975 «Союз-18»	9.II.1975 «Союз-17» 26.VII.1975 «Союз-18»	«Союз-20» 19.XI.1975 16.II.1976
5.	«Салют-5» 22.VI.1976 8.VIII.1977	Первая экспедиция: Б. В. Воинов В. М. Жолобов Вторая экспедиция: В. В. Горбатко Ю. Н. Глазков	7.VII.1976 «Союз-21» 8.II.1977 «Союз-24»	24.VIII.1976 «Союз-21» 25.II.1977 «Союз-24»	
6.	«Салют-6» 29.IX.1977 29.VII.1982	Первая основная экспедиция: Ю. В. Романенко Г. М. Гречко Экипаж посещения: В. А. Джанибеков О. Г. Макаров	11.XII.1977 «Союз-26» ¹ 11.I.1978 «Союз-27»	16.III.1978 «Союз-27» 16.I.1978 «Союз-26»	«Прогресс-1» 22.I.1978 6.II.1978

№№ п/п	Наименование станции, даты старта и прекращения существования	Экипаж станции	Дата доставки экипажа, транспортный корабль	Дата эвакуации экипажа, транспортный корабль	Транспортные грузовые и беспилотные корабли, даты стыковки и расстыковки
		Международный экипаж посещения: А. А. Губарев (СССР) В. Ремек (ЧССР)	3.III.1978 «Союз-28»	10.III.1978 «Союз-28»	
		Вторая основная экспедиция: В. В. Коваленок А. С. Иванченков	17.VI.1978 «Союз-29»	2.XI.1978 «Союз-31»	«Прогресс-2» 9.VII.1978 2.VIII.1978
		Международный экипаж посещения: П. И. Климук (СССР) М. Гермашевский (ПНР)	28.VI.1978 «Союз-30»	5.VII.1978 «Союз-30»	«Прогресс-3» 10.VIII.1978 21.VIII.1978
		Международный экипаж посещения: В. Ф. Быковский (СССР) З. Йен (ГДР)	27.VIII.1978 «Союз-31»	3.IX.1978 «Союз-29»	«Прогресс-4» 6.X.1978 24.X.1978
		Третья основная экспедиция: В. А. Ляхов В. В. Рюмин	26.II.1979 ² «Союз-32»	19.VIII.1979 «Союз-34» ³	«Прогресс-5» 14.III.1979 3.VI.1979
		Международный экипаж посещения: Н. Н. Рукавишников (СССР) Г. Иванов (НРБ)	«Союз-33» ⁴		«Прогресс-6» 15.V.1979 8.VI.1979
		Четвертая основная экспедиция: Л. И. Попов В. В. Рюмин	10.IV.1980 «Союз-35»	11.X.1980 «Союз-37»	«Прогресс-7» 30.VI.1979 18.VII.1979
		Международный экипаж посещения: В. Н. Кубасов (СССР) Б. Фаркаш (ВНР)	27.V.1980 «Союз-36»	3.VI.1980 «Союз-35»	«Союз Т» ⁵ 19.XII.1979 24.III.1980
		Экипаж посещения: Ю. В. Малышев В. В. Аксенов	6.VI.1980 «Союз Т-2»	9.VI.1980 «Союз Т-2»	«Прогресс-8» 29.III.1980 25.IV.1980
		Международный экипаж посещения: В. В. Горбатко (СССР) Фам Туан (СРВ)	24.VII.1980 «Союз-37»	31.VII.1980 «Союз-36»	«Прогресс-9» 29.IV.1980 20.V.1980
		Международный экипаж посещения: Ю. В. Романенко (СССР) А. Тамайо Мендес (Куба)	19.IX.1980 «Союз-38»	26.IX.1980 «Союз-38»	«Прогресс-10» 1.VII.1980 18.VII.1980
		Экипаж посещения: Л. Д. Физим О. Г. Макаров Г. М. Стрекалов	28.XI.1980 «Союз Т-3»	10.XII.1980 «Союз Т-3»	«Прогресс-11» 30.IX.1980 9.XII.1980
		Пятая основная экспедиция: В. В. Коваленок В. П. Савиных	13.III.1981 «Союз Т-4»	26.V.1981 «Союз Т-4»	«Прогресс-12» 26.I.1981 19.III.1981
					«Космос-1267» ⁶ 19.VI.1981

№№ п/п	Наименование станции, даты старта и прекращения существования	Экипаж станции	Дата доставки экипажа, транспортный корабль	Дата эвакуации экипажа, транспортный корабль	Транспортные грузовые и беспилотные корабли, даты стыковки и расстыковки
7.	«Салют-7» 19.IV.1982	Международный экипаж посещения: В. А. Джанибеков (СССР) Ж. Гуррагча (МНР)	23.III.1981 «Союз-39»	30.III.1981 «Союз-39»	
		Международный экипаж посещения: Л. И. Попов (СССР) Д. Прунариу (СРР)	15.V.1981 «Союз-40»	22.V.1981 «Союз-40»	
		Первая основная экспедиция: А. Н. Березовой В. В. Лебедев	14.V.1982 «Союз Т-5»	10.XII.1982 «Союз Т-7»	«Прогресс-13» 25.V.1982 4.VI.1982
		Международный экипаж посещения: В. А. Джанибеков (СССР) А. С. Иванченков (СССР) Ж. Л. Кретьен (Франция)	25.VI.1982 «Союз Т-6»	2.VII.1982 «Союз Т-6»	«Прогресс-14» 12.VII.1982 11.VIII.1982 «Прогресс-15» 20.IX.1982 14.X.1982 «Прогресс-16» 2.XI.1982 13.XII.1982
		Экипаж посещения: Л. И. Попов А. А. Серебров С. Е. Савицкая	20.VIII.1982 «Союз Т-7»	27.VIII.1982 «Союз Т-5»	
		Вторая основная экспедиция: В. А. Ляхов А. П. Александров	28.VI.1983 «Союз Т-9» ⁷	23.XI.1983 «Союз Т-9»	«Космос-1443» ⁸ 10.III.1983 14.VIII.1983 «Прогресс-17» 19.VIII.1983 17.IX.1983 «Прогресс-18» 22.X.1983 13.XI.1983
		Третья основная экспедиция: Л. Д. Кизим В. А. Соловьев О. Ю. Атьков	9.II.1984 «Союз Т-10»	2.X.1984 «Союз Т-11»	«Прогресс-19» 23.II.1984 31.III.1984 «Прогресс-20» 17.IV.1984 6.V.1984 «Прогресс-21» 10.V.1984 26.V.1984
		Международный экипаж посещения: Ю. В. Малышев (СССР) Г. М. Стрекалов (СССР) Р. Шарма (Индия)	4.IV.1984 «Союз Т-11»	11.IV.1984 «Союз Т-10»	«Прогресс-22» 30.V.1984 15.VII.1984 «Прогресс-23» 16.VIII.1984 26.VIII.1984
		Экипаж посещения: В. А. Джанибеков С. Е. Савицкая И. П. Волк	18.VII.1984 «Союз Т-12»	29.VII.1984 «Союз Т-12»	

№№ п/п	Наименование станции, даты старта и прекращения существования	Экипаж станции	Дата доставки экипажа, транспортный корабль	Дата эвакуации экипажа, транспортный корабль	Транспортные грузовые и беспилотные корабли, даты стыковки и расстыковки
		Первый этап четвертой основной экспедиции: В. А. Джанибеков В. П. Савиных	8.VI.1985 «Союз Т-13»	26.IX.1985 «Союз Т-13» ⁹	«Прогресс-24» 23.VI.1985 15.VII.1985 «Космос-1669» ¹⁰ 21.VII.1985 29.VIII.1985
		Экппаж посещения: В. В. Васютин Г. М. Гречко А. А. Волков	18.IX.1985 «Союз Т-14»	—	
		Второй этап четвертой основной экспедиции: В. В. Васютин В. П. Савиных А. А. Волков	—	21.XI.1985 «Союз Т-14»	«Космос-1686» ¹¹ 2.X.1985

¹ «Союз-25». Старт 9.X.1979, посадка 11.X.1979. Экипаж: В. В. Коваленок, В. В. Рюмин. Из-за отклонений в режиме причаливаниястыковка со станцией не проводилась.

² 13.VI.1979 «Союз-32» отстыкован от станции и возвратился на Землю в беспилотном варианте.

³ «Союз-34» 6.VI.1979 стартовал в беспилотном варианте. 8.VI.1979 состыкован со станцией.

⁴ Стыковка со станцией не проводилась из-за отклонений от штатного режима в работе двигательной установки. «Союз-33» стартовал 10.IV.1979, посадку произвел 12.IV.1979.

⁵ «Союз Т» (транспортный) – усовершенствованный корабль «Союз».

⁶ Испытание многоцелевого корабля-спутника. 29.VII.1982 «Космос-1267» прекратил существование.

⁷ «Союз Т-8» стартовал 20.IV.1983, совершил посадку 21.IV.1983. Экипаж В. Г. Титов, Г. М. Стрекалов, А. А. Серебров. Из-за отклонений в режиме сближения стыковка со станцией не проводилась.

⁸ Испытание многоцелевого корабля-спутника.

⁹ Совершил посадку 26.IX.1985, доставив на землю В. А. Джанибекова и Г. М. Гречко.

¹⁰ По конструкции аналогичен кораблю «Прогресс».

¹¹ Испытание многоцелевого корабля-спутника.

Примечание. Данную таблицу по просьбе редакции журнала составил старший научный сотрудник Института космических исследований В. Д. ПЕРОВ

Сдано в набор 18.12.85. Подписано к печати 19.02.86 г. Т-03531. Формат бумаги 70×100^{1/16}
Высокая печать. Усл.-печ. л. 7,74. Уч.-изд. л. 10,1. Усл. кр.-отт. 399,6 тыс. Бум. л. 3,0.
Тираж 40 000 экз. Заказ 2100. Цена 65 к.

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:

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. ИЗOTOB

Доктор физико-математических наук
И. А. КЛИМИШИН

Доктор физико-математических наук
Б. Ю. ЛЕВИН

Кандидат физико-математических наук
Г. А. ЛЕЙКИН

Доктор физико-математических наук
Л. И. МАТВЕЕНКО

Доктор физико-математических наук
А. В. НИКОЛАЕВ

Доктор физико-математических наук
И. Д. НОВИКОВ

Доктор физико-математических наук
Г. Н. ПЕТРОВА

Доктор физико-математических наук
М. А. ПЕТРОСЯНЦ

Доктор геолого-минералогических наук
Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ

Доктор физико-математических наук
В. В. РАДЗИЕВСКИЙ

Доктор физико-математических наук
Ю. А. РЯБОВ

Кандидат технических наук
Г. М. ТАМКОВИЧ

Доктор физико-математических наук
Г. М. ТОВМАСЯН

Доктор технических наук
К. П. ФЕОКТИСТОВ

Художественный редактор **Е. А. Проценко**

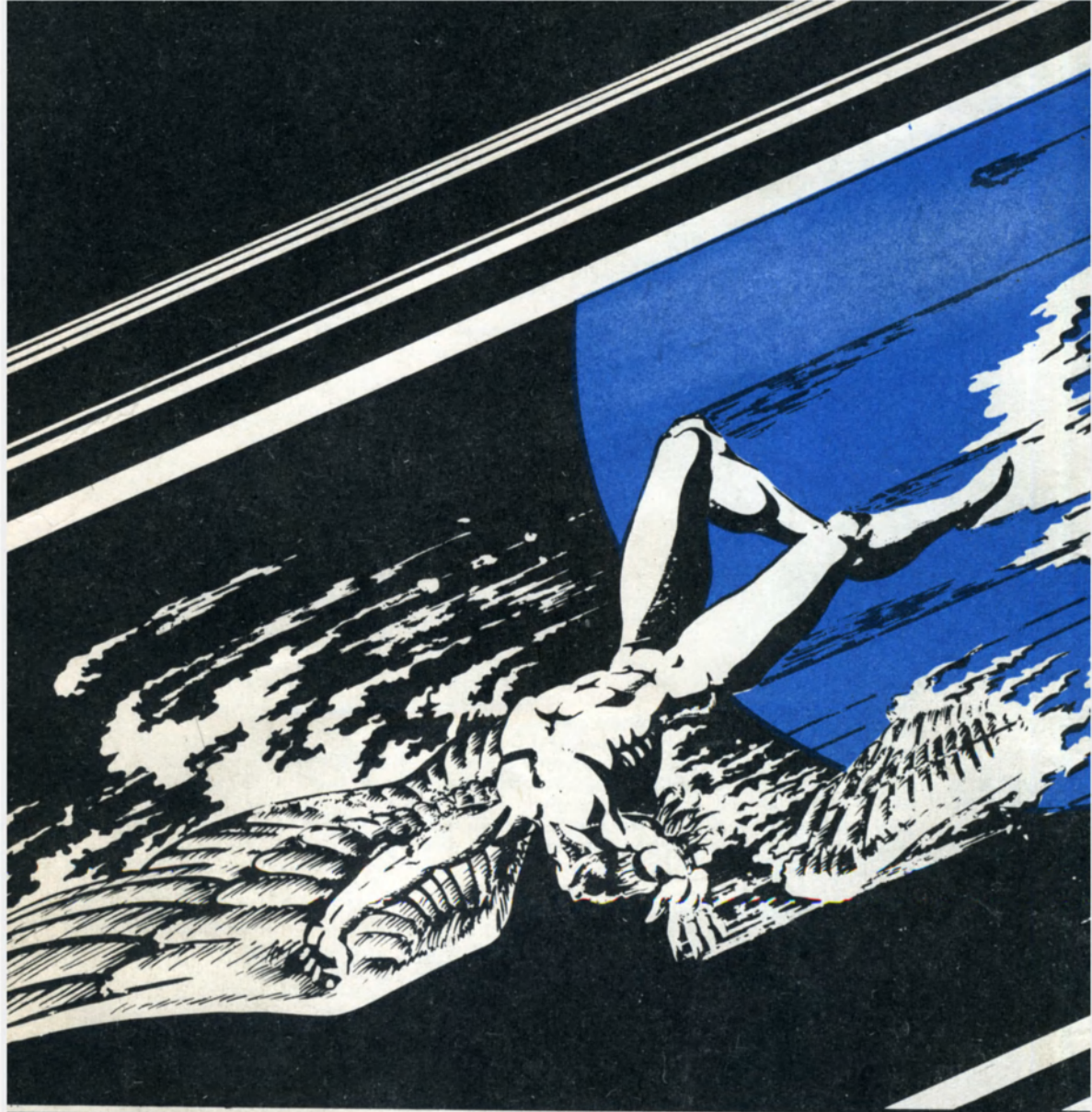
Корректоры: В. А. Ермолаева, Л. М. Федорова

Адрес редакции: 103717, ГСП, Москва,
К-62, Подсосенский пер., д. 21, комн. 2

Первую и четвертую страницы обложки, посвященные первому полету Ю. А. Гагарина в космос, оформил художник 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.
ИНДЕНС 70336

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА ●

2/86