

ЗЕМЛЯ ЯНВАРЬ-ФЕВРАЛЬ 1/90

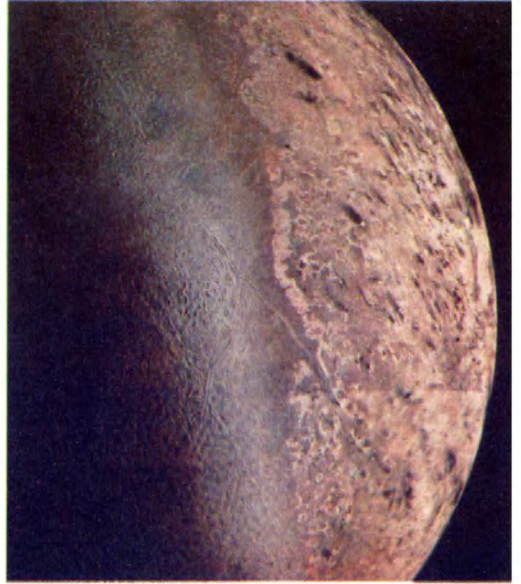
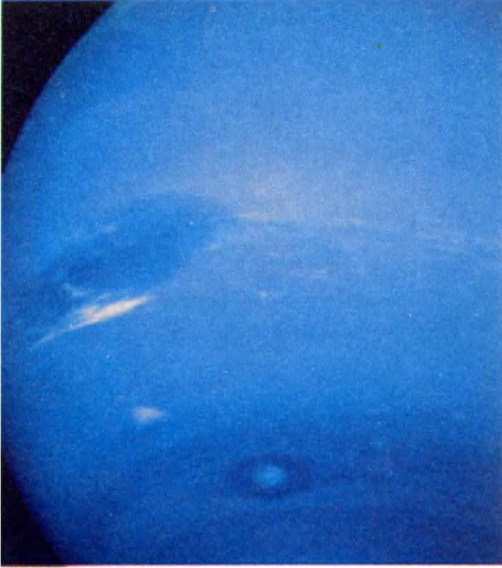
И

ISSN 0044-3948

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

ВСЕЛЕННАЯ

25



Научно-популярный журнал
Академии наук СССР и
Всесоюзного астрономо-
геодезического общества
Издается с января 1965 года
Выходит 6 раз в год
Издательство «Наука», Москва



Редакционная коллегия:

Главный редактор
Член-корреспондент АН СССР
В. К. АБАЛАКИН
Зам. главного редактора
Член-корреспондент АН СССР
В. М. КОТЛЯКОВ
Зам. главного редактора
Кандидат педагогических наук
Е. П. ЛЕВИТАН
Доктор географических наук
А. А. АКСЕНОВ
Академик
В. А. АМБАРЦУМЯН
Академик
А. А. БОЯРЧУК
Член-корреспондент АН СССР
Ю. Д. БУЛАНЖЕ
Кандидат технических наук
Ю. Н. ГЛАЗКОВ
Доктор физико-математических наук
А. А. ГУРШТЕЯН
Доктор физико-математических наук
И. А. КЛИМИШИН
Доктор физико-математических наук
Л. И. МАТВЕЕНКО
Доктор физико-математических наук
И. Н. МИНИН
Доктор физико-математических наук
А. В. НИКОЛАЕВ
Доктор физико-математических наук
И. Д. НОВИКОВ
Кандидат педагогических наук
А. Б. ПАЛЕЯ
Доктор физико-математических наук
Г. Н. ПЕТРОВА
Доктор геолого-минералогических наук
Г. И. РЕЙСНЕР
Доктор химических наук
Ф. Я. РОВИНСКИЙ
Доктор физико-математических наук
Ю. А. РЯБОВ
Академик
В. В. СОБОЛЕВ
Н. Н. СПАСКИЙ
Кандидат физико-математических наук
В. Г. СУРДИН
Доктор физико-математических наук
Ю. А. СУРКОВ
Доктор технических наук
Г. М. ТАМКОВИЧ
Доктор физико-математических наук
Г. М. ТОВМАСЯН
Академик АН МССР
А. Д. УRSУЛ
Доктор физико-математических наук
А. М. ЧЕРЕПАЩУК
Доктор физико-математических наук
В. В. ШЕВЧЕНКО
Кандидат географических наук
В. Р. ЯЩЕНКО

В номере:

- 5 КОГАН Л. Р. Как измерили скорость ветра на Венере
10 ПЕРОВ С. П. Озоновый слой Земли: положение серьезнее, чем предполагали
17 СУРДИН В. Г. Порядок и хаос в звездных скоплениях
23 КРОПОТКИН Г. Н. Неорганическое происхождение нефти и горючих газов
29 ГАВРИЛОВ В. П. Геодинамика и нефтегазообразование

У НАС В ГОСТЯХ ЖУРНАЛ «THE PLANETARY REPORT»

- 38 ЛУИС Д. ФРИДМАН. Аэрогат для Марса

ЛЮДИ НАУКИ

- 45 Памяти Дмитрия Яковлевича Мартынова

ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ

- 49 АБАЛАКИН В. К. Забытые страницы истории Пулковской обсерватории (к 150-летию основания)
58 ВИТИНСКИЙ Ю. И. Пулковская обсерватория и развитие астрономии в СССР

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

- 74 ЮРЕВИЧ В. А. Первая французская геодезическая экспедиция в Эквадор
82 БРОНШТЭН В. А. Восстанавливая страницы истории. Очерк третий. Василий Витковский.
88 ДОКУЧАЕВА О. Д. Астрономия с телескопами Шмидта и Максутова

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 92 ЛЕВИТАН Е. П. Описательная астрономия и гуманитаризация образования

АЭРОКОСМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 97 ПОЛТАВЕЦ Г. А. Радиошкола: новые задания

ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ

- 98 СТАНКЕВИЧ И. И. Алван Кларк

ПРОТИВ АНТИНАУЧНЫХ СЕНСАЦИЙ

- 100 ВОЙТОВ В. И. Бермудский треугольник, или Как рождаются легенды

ФАНТАСТИКА

- 106 РУБЕН ТАРОСЯН. Поверхностное решение

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Поздравление журнала [4]; Комета Галлея уходит... [9]; На орбите — комплекс «Мир» [36]; Новые книги [105, 112]; Новые книги издательства «Наука» [38, 65]; Торжества в Пулково [62]; Новые книги к юбилею Пулковской обсерватории [63, 64]; Читайте в следующем номере журнала «Земля и Вселенная» [65]; Солнце в августе-сентябре 1989 года [66]; Имена новых спутников Нептуна [67]; Новое о системе Нептуна [67]; Из новостей зарубежной космонавтики [68, 69, 70]; Загадочные ландшафты Венеры [71]; Семинар директоров и лекторов планетариев [81]; Как вращается Солнце [80]; Еще один пояс астероидов [80]; Ионный полярный «дождь» [81]; Солнце продолжает бушевать [81]; Озон, азот и грозы [81]; Новые данные об ускорении Фобоса [108]; Ледяные вулканы на спутнике Урана [110]; Вулканы не умирают [110]; Вулканы и озон [111]; Есть ли вода на Луне! [111]

Заведующая редакцией

Н. Г. Малышчук

Научные редакторы:

Н. М. Дудолодов

(космонавтика),

Э. К. Соломатина

(науки о Земле),

Э. А. Стрельцова

(астрономия)

Лит. сотрудник

И. В. Моисеев

Младший редактор

Г. В. Матросова

Художественный редактор

Е. А. Проценко

Корректоры:

В. А. Ермолаева,

Л. М. Федорова

Обложку журнала оформил

П. П. Ефремов

Номер оформили:

Е. К. Тенчурина,

М. Р. Прохорова,

А. М. Поляк,

М. И. Россинская

Адрес редакции:

117049, Москва,

Мароновский пер., д. 26

ж-л «Земля и Вселенная»

Т е л е ф о н ы : 238-42-32

238-29-66

На 2-ой странице обложки: Фотография Нептуна, полученная утром 25 августа. Вверху — Большое темное пятно, сопровождаемое белыми облаками. Ниже — быстро перемещающееся образование, получившее название «Скутер», еще ниже — второе темное пятно. Эти образования движутся с запада на восток, каждое со своей скоростью, поэтому только изредка их можно видеть вместе, как на этом снимке.

Обращенное к Нептуну южное полушарие Тритона. Изображение получено на основе более десяти отдельных снимков, выполненных с различным разрешением. Внизу — розоватый полярный купол с высоким коэффициентом отражения. Он, видимо, состоит из медленно испаряющегося азотного и метанового льда. Темные пятна — возможно, выбросы вулканов, извергающих азот.

Фрагмент поверхности Тритона. Снимок получен 25 августа «Вояджером-2» с расстояния 210 тыс. км. Различимы детали поверхности размером до 5 км. При съемке использованы фильтры. В реальности Тритон преимущественно белого цвета со слегка розоватым отливом. На снимке заметно различаются два типа поверхности: сильно изрезанная и более ровная. Причем переход между ними не совпадает с изменением цвета. Это может быть объяснено тем, что окрасивает поверхность лежащий сверху тонкий слой, состоящий, возможно, из замороженной смеси метана, окиси углерода и азота.

Фотография Тритона, полученная за двое суток до сближения с ним «Вояджера-2». Фотографии Лаборатории реактивного движения, Пасадена, США.

ZEMLYA I VSELENNAYA (Earth and Universe): Moscow, Maronovsky per. 26, f. 1965; 6 a year; publ. by the Nauka (Science) Publishing House; Joint edition of the USSR Academy of Sciences and the USSR Society of Astronomy and Geodesy; popular; current hypotheses of the origin and development of the earth and universe; astronomy, geophysics and space research; Chief Editor V. K. Abalakin, Deputies Editors V. M. Kotlyakov, E. P. Levitan.

In this issue

- 5 KOGAN L. R. How was the Wind Velocity Measured on Venus?
10 PEROV S. P. The Ozone Layer of the Earth: the Situation is unexpectedly serious
17 SURDIN V. G. The Order and Chaos in Star-Clusters
23 KROPOTKIN G. N. The Inorganic Origin of Oil and Fuel Gases
29 GAVRILOV V. P. Geodynamics and Oil and Gas Formation

OUR GUEST «THE PLANETARY REPORT» MAGASINE

FRIEDMAN L. D. An Aerostat for Mars

PEOPLE OF SCIENCE

45 In Memory of Dmitriy Ya. Martynov

OBSERVATORIES AND INSTITUTES

- 49 ABALAKIN V. K. Forgotten Pages of the History of the Pulkovo Observatory (to the 150th anniversary of its Foundation)
58 VETINSKY Yu. I. The Pulkovo Observatory and Soviet Astronomy

FROM THE HISTORY OF SCIENCE

- 74 YUREVICH V. A. The First French Geodesic Expedition to Ecuador
82 BRONSHTEN V. A. Restoring the History. the Essay Three. Vasilii Vitkovsky
88 DOKUCHAYEVA O. D. Schmidt and Maksytov Telescopes in Astronomy

ASTRONOMICAL EDUCATION

- 92 LEVITAN E. P. Descriptive Astronomy and Humanization of Education

AEROSPACE EDUCATION

- 97 POLTAVETS G. A. Radioschool: New Tasks

THE AMATEUR TELESCOPE MAKING

- 98 STANKEVICH I. I. Alvan Clark

AGAINST ANTI-SCIENTIFIC SENSATION

- 100 VOITOV V. I. The Bermuda Triangle or the Emergence of Another Legends

SCIENCE FICTION

- 106 RUBEN TAROSYAN. A Superficial Solution

ЗЕМЛЯ 1964-1989 И ВСЕЛЕННАЯ

Двадцать пять лет назад вышел первый номер журнала «Земля и Вселенная» (№ 1, 1965), на обложке которого была фотография Пулковской обсерватории, отмечавшей в то время 125-летие своего существования. Только что Пулковская обсерватория отпраздновала 150-летний юбилей, и это, конечно, нашло отражение на страницах данного номера «Земли и Вселенной» (№ 1, 1990, — № 151). Так было всегда на протяжении четверти века: «Земля и Вселенная» старалась рассказывать читателям о всех наиболее важных событиях в астрономии и геофизике, достижениях космонавтики, фактах истории науки и жизни ее творцов.

Перелистывая двадцать пять годовых подшивков «Земли и Вселенной», можно убедиться в том, что последовательно выполнялась программа, с которой познакомились читатели самого первого номера журнала: «Задачи журнала:

— пропагандировать важнейшие научные достижения, показывая мировоззренческое значение наук о Земле и Космосе, а также их тесную связь с другими областями знаний;

— вскрывать антинаучную сущность всякого рода сенсационных «гипотез» и «теорий» в области астрономии и геофизики, распространение которых дискредитирует советскую науку;

— оказывать помощь преподавателям и лекторам;

— содействовать широкому участию любителей в массовых наблюдениях и исследованиях, важных для астрономии, геофизики и геодезии;

— способствовать широкому развитию любительского телескопостроения. Для решения этих задач журнал предполагает публиковать статьи советских и зарубежных ученых по актуальным проблемам астрономии, геофизики и геодезии, уделяя особое внимание достижениям и экспериментам в освоении космического пространства. Наряду с крупными статьями, журнал будет публиковать краткие сообщения о новостях науки, популярное изложение статей, появившихся в научных журналах; рассказывать о научных совещаниях, происходящих в нашей стране и за рубежом, астрономических и геофизических экспедициях, работе обсерваторий, научно-исследовательских институтов, жизни и деятельности выдающихся ученых; освещать дискуссии, публиковать и обсуждать гипотезы и предложения, выдвигаемые астрономами и геофизиками.

Учитывая исключительно важное идеологическое значение наук о Земле и небе, журнал будет уделять особое внимание философским проблемам и вопросам научного атеизма, вооружая пропагандистов, лекторов и учителей сведениями, необходимыми для формирования диалектико-материа-

листического мировоззрения. Журнал предполагает обсуждать принципиальные вопросы астрономического образования, содействуя его совершенствованию и расширению. В настоящее время астрономии отдают свой досуг люди разных возрастов и профессий. Поэтому специальный раздел журнала предназначается для многочисленных любителей астрономии, которые найдут в нем советы о том, что и как можно и нужно наблюдать на небе, как построить телескоп и другие приборы, как правильно использовать инструменты. В журнале иногда будут публиковаться научно-художественные и научно-фантастические произведения.

Журнал познакомит читателей с деятельностью Всесоюзного астрономо-геодезического общества и его Центрального совета. В каждом выпуске будут помещаться рецензии на новые книги, заметки филателистов, справочные данные, занимательные задачи и вопросы.»

Но, конечно, сегодня журнал не такой, каким он был в первые годы своего существования. Изменился внешний вид журнала. Появились временные или постоянные рубрики: «Международные программы», «Зарубежная космонавтика», «Философские проблемы», «Экология», «В Федерации космонавтики СССР», «Аэрокосмическое образование», «Любительское телескопо-

строение», «Сообщения из обсерваторий», «Путеводитель по Луне», «Карманный звездный атлас», «Космическая поэзия», «Наши интервью», «Необыкновенные небесные явления», «В помощь лектору», «Вычислительная техника в помощь любителю астрономии», «Астрология с разных точек зрения», «В Московском Доме ученых АН СССР», «Ответы на вопросы читателей» и ряд других.

Как и прежде, «Земля и Вселенная» стремится давать своим читателям информа-

цию «из первых рук», приглашая в качестве авторов известных советских и зарубежных ученых, работающих в различных областях астрономии, космонавтики и наук о Земле.

Читатели, участвующие в устных выпусках журнала или присылающие в редакцию свои письма, очень помогают редакции. Их предложения с благодарностью принимаются и реализуются по мере возможности. К сожалению, наши возможности далеко не всегда совпадают с пожеланиями читателей, плана-

ми редколлегии и редакции. Ведь, например, до сих пор не удается существенно улучшить художественное оформление и полиграфическое исполнение журнала, увеличить объем и периодичность его выпуска. Многие предстоит еще сделать для насыщения журнала интересной и актуальной информацией. Редколлегия и редакция понимают, что именно это прежде всего необходимо читателям. Ждем от Вас, уважаемые читатели, новых предложений, новых идей!

Поздравление журналу

Бюро Президиума Федерации космонавтики СССР поздравляет редакцию журнала «Земля и Вселенная», его авторов и читателей с 25-летием выхода в свет первого номера этого популярного издания!

Мы хорошо помним теплые напутственные слова первопроходцев космоса Ю. А. Гагарина, Г. С. Титова и других командиров «Востоков», которое было опубликовано в самом первом номере «Земли и Вселенной» в 1965 году, и с удовлетворением отмечаем, что журнал неизменно выполняет это пожелание, широко, интересно и активно пропагандируя достижения космонавтики, откровенно говоря о ее трудностях и проблемах. На страницах журнала этим и другим актуальным вопросам истории и развития ракетно-космической техники были посвящены интересные и глубокие статьи видных ученых и конструкторов, летчиков-космонавтов СССР и других стран, тружеников космодромов, специалистов командно-измерительного комплекса СССР и ветеранов советской космонавтики. Среди авторов журнала были ближайшие соратники С. П. Королева академики В. П. Глушко, В. П. Мишин, Н. А. Пилигин, Б. В. Раушенбах.

Нам особенно приятно отметить, что «Земля и Вселенная» — первый журнал,

открывший рубрику «В Федерации космонавтики СССР». Нашим задачам отвечают также систематические публикации «Земли и Вселенной» по аэрокосмическому образованию молодежи, приобщению ее к конструированию и моделированию. Таким образом молодой 25-летний журнал осуществляет благородную миссию укрепления союза и преемственности «космических» поколений.

Желаем «Земле и Вселенной» постоянных и неизменных успехов в пропаганде достижений советской и мировой космонавтики, откровенном освещении ее истории, проблем и перспектив, в приобщении молодежи к активному научно-техническому творчеству, а также дальнейшего укрепления содружества с Федерацией космонавтики СССР!

От души желаем всем членам редколлегии, сотрудникам редакции, авторам и читателям «Земли и Вселенной» доброго здоровья, всяческого благополучия и успехов в работе на благо отечественной космонавтики, увеличения ее вклада в развитие экономики, науки, техники и культуры нашей Родины!

Председатель Федерации космонавтики СССР, летчик-космонавт СССР, дважды Герой Советского Союза Н. Н. РУКАВИШНИКОВ

Как измерили скорость ветра на Венере

Л. Р. КОГАН

кандидат физико-математических наук
Институт космических исследований АН СССР

КАК С ЗЕМЛИ РАЗГЛЯДЕТЬ ЗАЖЖЕННУЮ НА ЛУНЕ СВЕЧКУ

Чтобы следить за перемещениями аэростатных зондов (АЗ), прежде всего надо было решить проблему выделения сигналов, посылаемых ими.

Дело в том, что, во-первых, на аэростатных зондах из-за ограничения на вес аппаратуры отсутствовала система ориентации, и поэтому передачу сигналов на Землю нельзя было вести с помощью остронаправленной антенны — пришлось использовать практически всенаправленную антенну.

Во-вторых, из-за дефицита энергии (питание аппаратуры осуществлялось от аккумуляторов) мощность передатчика была сравнительно мала — около 5 Вт. Излучение этого передатчика создавало на Земле такую же плотность потока излучения, какую бы создал передатчик мощностью 50 мкВт, установленный на Луне. Что такое мощность 50 мкВт? Это меньше мощности, излучаемой свечкой. Таким образом, чувствительность наземных радиотелескопов должна была быть настолько высокой, чтобы они могли разглядеть зажженную свечку на Луне.

Эта задача была решена. Достаточная чувствительность была обеспечена на



В июне 1985 года в рамках осуществления международного проекта «ВЕГА» («Земля и Вселенная», 1985, № 1, с. 25.— Ред.) космическими аппаратами «Вега-1» и «Вега-2» к Венере были доставлены и начали дрейф в ее атмосфере два аэростатных зонда с радиопередатчиками на борту. В течение почти 2 суток (на это время работы были рассчитаны аккумуляторы передатчиков) зонды преодолели расстояние, превышающее половину видимого диска Венеры. В это время на расстоянии свыше 100 млн км — на Земле — радиоастрономы многих стран успешно решали задачу определения скорости зондов с точностью до 1 м/с и траектории их движения с точностью до 10 км.

больших наземных радиотелескопах (с диаметром зеркала >60 м) благодаря исключительно малому шуму приемной аппаратуре и очень высокой стабильности частоты сигналов передатчиков, установленных на АЗ ($\Delta f/f=10^{-11}$), а также хорошей программе обработки сигналов, которая обеспечивала автоматическое слежение цифровым фильтром за постоянно изменяющейся частотой сигнала.

Изменение частоты сигнала происходит из-за эффекта Доплера, заключающегося в изменении частоты сигнала f , принимаемого от движущегося передатчика, на величину, пропорциональную радиальной скорости его движения V_R :

$$\Delta f = (V_R/c)f,$$

c — скорость света.

Для построения первой грубой модели движения АЗ были использованы измерения доплеровского смещения частоты, соответствующего радиальной скорости движения АЗ. На частоте передатчика АЗ 1665 МГц ($\lambda=18$ см) точность измерения доплеровского смещения частоты (1 Гц) соответствует точности измерения радиальной скорости движения АЗ 20 см/с. Чувствительность приемной аппаратуры позволяла измерять частоту с точностью гораздо лучшей, чем 1 Гц и, следовательно, точность измерения



Аэростатный зонд, использовавшийся в экспериментах на Венере

радиальной скорости тоже была выше.

Еще до начала эксперимента «ВЕГА» предполагали существование на Венере ветров, дующих с постоянной скоростью вдоль ее экватора вокруг планеты. В этом случае, очевидно, радиальная составляющая скорости движения АЗ должна быть максимальной в начале траектории движения и стремиться к нулю по мере приближения АЗ к подземной точке (центральной точке видимого с Земли диска планеты Венера). Доплеровские измерения, выполненные в ходе эксперимента «ВЕГА» на больших радиотелескопах, блестяще подтвердили эту гипотезу. Согласно результатам этих измерений, зонд, запущенный в северном полушарии Венеры («Вега-1»),

двигался вокруг планеты со средней скоростью 69 м/с, а зонд, запущенный в южном полушарии («Вега-2»), — со скоростью 65 м/с.

При анализе экспериментальной зависимости радиальной скорости от времени, взятой на коротком интервале времени, бросается в глаза явная периодичность в этой зависимости с периодом 7 с. В первом приближении систему аэростатного зонда с гондолой можно рассматривать как математический маятник, период собственных колебаний которого можно вычислить по формуле

$$T = 2\pi(l/g),$$

где l — длина троса, на котором подвешена гондола, g — ускорение свободного падения на Венере. Если в эту формулу подставить известные величины $l = 12$ м и $g = 8,5$ м/с², мы получим для периода собственных колебаний T как раз экспериментально измеренные 7 с. Таким образом, высочайшая

точность измерений радиальной скорости позволила с Земли увидеть даже собственные колебания гондолы АЗ на Венере, находящейся на расстоянии более 100 млн км от Земли.

КАК С ЗЕМЛИ СЛЕДИТЬ ЗА ПЕРЕДВИЖЕНИЕМ ЧЕРЕПАХИ ПО ЛУНЕ

Однако целью аэростатных экспериментов на Венере было определение вектора скорости АЗ, а не только одной его составляющей. Лишь в этом случае могла быть построена окончательная траектория движения АЗ. Причем требования к точности измерений, как уже говорилось, были очень высоки — 1 м/с.

Чтобы стало понятным, насколько высоки эти требования, можно пересчитать их для случая Луны, расстояние до которой в 300 раз меньше расстояния от Земли до Венеры. В результате получим скорость 3 мм/с, или 10 м/ч, то есть передвижение черепахи по Луне не должно было бы остаться незамеченным для наземной системы наблюдений.

Как же добиться столь высокой точности измерений, такого высокого разрешения телескопов? Известно, что их угловое разрешение определяется отношением длины волны λ к размеру апертуры телескопа D :

$$\Delta\theta = \lambda/D.$$

Размеры радиотелескопов превосходят размеры оптических телескопов, но так как волны оптического диапазона значительно короче радиоволн, угловое разрешение наземных радиотелескопов на три порядка уступает разрешению оптических телескопов.

Современные наземные радиотелескопы имеют диаметры порядка нескольких десятков метров. Например, один из самых больших среди них — радиотелескоп

Центра дальней космической связи в Евпатории — имеет диаметр 70 м и может работать до длин волн 1 см. Хотя это обеспечивает практически максимальное достижимое на Земле отношение D/λ , угловое разрешение этого радиотелескопа составляет на минимальной длине волны $\lambda=1$ см примерно $30''$, что даже не лучше углового разрешения невооруженного глаза. Строительство радиотелескопов большего диаметра нереально из-за возникающих технических трудностей, более короткие радиоволны не пропускает земная атмосфера.

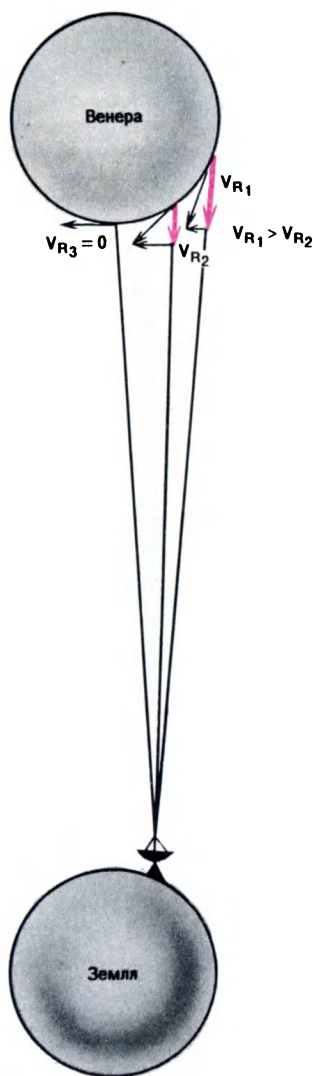
Выход был найден в 50-е годы, когда в радиоастрономии стал использоваться **интерференционный метод** — метод наблюдений на двух и более антеннах с последующей совместной обработкой принятых сигналов. Наибольшие базы (расстояния между антеннами), которых удалось достичь в то время — 100 км, позволяли получить разрешение $0,2''$. Но дальнейшему увеличению базы таких интерферометров препятствовали радиотехнические трудности, возникающие при создании линий связи между принимающими антеннами и пунктом обработки принимаемых сигналов.

В 60-е годы, после того как были созданы сверхвысокостабильные атомные генераторы частоты и освоен выпуск широкополосных регистраторов сигналов на магнитной ленте, надобность в линиях связи отпала. Такие интерферометры стали сначала называть интерферометрами с независимой регистрацией, потом более привилось другое название — **радиоинтерферометры со сверхдлинной базой (РСДБ)** (very long baseline interferometry — VLBI), ибо оказалось, что практически больше не существует ограничений на увеличение базы

(Земля и Вселенная, 1978, № 1, с. 4.— Ред.).

Метод РСДБ очень быстро развивался. Впервые идея о возможности создания радиоинтерферометров с независимой регистрацией была высказана в 1965 году советскими учеными Л. И. Матвеевко, Н. С. Кардашевым и Г. Б. Шоломицим, а уже в 1967 году в США и Канаде были выполнены первые эксперименты. За сравнительно короткое время в результате увеличения базы до размеров, близких к диаметру планеты, при наблюдениях на самых коротких из пропускаемых атмосферой длин радиоволн (~ 1 см) было достигнуто предельное для Земли угловое разрешение. Оно намного превосходит разрешение оптических инструментов. Еще большее — «сверхземное» разрешение — может быть достигнуто за счет выноса одной из антенн интерферометра в космос.

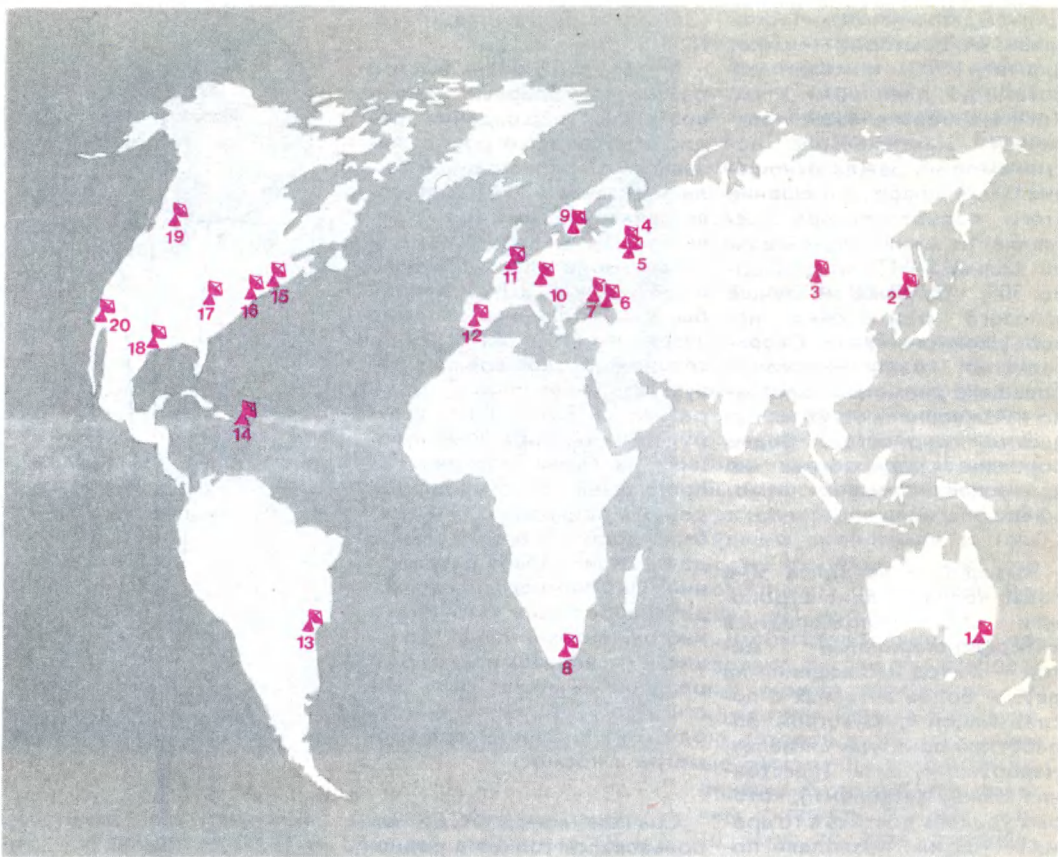
Сначала метод РСДБ использовался только в радиоастрономии для изучения структуры естественных радиоисточников: квазаров, ядер галактик, мазерных источников и других (Земля и Вселенная, 1983, № 1, с. 4.— Ред.). Но очень скоро колоссальные возможности этого метода стали использоваться в астрометрии, геодезии, службе времени, а также для навигационного обеспечения полетов космических аппаратов — сверхточного определения их координат (Земля и Вселенная, 1987, № 4, с. 20.— Ред.). Интернационализация РСДБ-экспериментов содействовала стандартизации систем регистрации данных на магнитных лентах. В этих условиях для включения нового радиотелескопа в РСДБ-сеть достаточно обеспечить синхронизацию времени и обменяться программой наблюдений, после чего наблюдения выполняются совершенно независимо.



Радиальная составляющая скорости аэростатного зонда V_R уменьшается по мере его приближения к подземной точке, где она становится равной 0

ЕСЛИ РАДИОАСТРОНОМЫ ВСЕЙ ЗЕМЛИ...

Использование метода РСДБ для определения скорости АЗ, движущихся над Венерой по непредсказуе-



Радиотелескопы, принимавшие сигналы аэростатных зондов, дрейфовавших в атмосфере Венеры:

- 1 — РТ-64, Канберра; 2 — РТ-70, Уссурийск; 3 — РТ-25, Улан-Удэ; 4 — РТ-22, Пущино; 5 — РТ-64, Медвежье Озера; 6 — РТ-70, Евпатория; 7 — РТ-22, Симеиз; 8 — РТ-26, Хартебисток; 9 — РТ-20, Онсала; 10 — РТ-100, Бонн; 11 — РТ-76, Джодрелл Бенк; 12 — РТ-64, Мадрид; 13 — РТ-11, Атибайя; 14 — РТ-300, Аресибо; 15 — РТ-37, Хайстек; 16 — РТ-40, Оуэнс Велли; 17 — РТ-18, Айова; 18 — РТ-26, Форт Дэвис; 19 — РТ-26, Пентинктон; 20 — РТ-64, Голдстоун

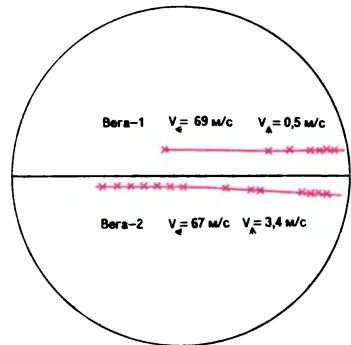
мой траектории с большими и непостоянными ускорениями, потребовало привлечения максимального количества телескопов. В этом эксперименте, выражаясь спортивной терминологией, были установлены два рекор-

да по числу включенных в РСДБ-сеть радиотелескопов — один мировой и один рекорд Советского Союза: 20 радиотелескопов планеты (практически все крупные радиотелескопы), из них 6 расположенных на территории нашей страны, участвовали в наблюдениях за движением АЗ.

На основе интерферометрических измерений, выполненных глобальной РСДБ-сетью, была построена окончательная траектория движения АЗ, выяснена динамика атмосферы Венеры. Сделан следующий вывод: в верхних слоях атмосферы на Венере преобладает круговое движение со скоростью 65—69 м/с, в южном полушарии существует перпендикулярная составляющая движения, направленная вдоль меридиана к экватору (3 м/с).

Данные, полученные в ходе этого интерферометри-

ческого эксперимента, обрабатывались в Советском Союзе — в ИКИ АН СССР — и в США — в Лаборатории реактивного движения. Для



Траектории движения аэростатных зондов над Венерой

их анализа потребовался напряженный труд обоих коллективов на протяжении двух лет. Анализ некоторых деталей траектории продолжается еще и сейчас.

РСДБ-эксперименты — международные по сути. Многие современные научные эксперименты (особенно в космосе) требуют объединения усилий ученых разных стран. Обычно одной из основных причин такого объединения оказывается высо-

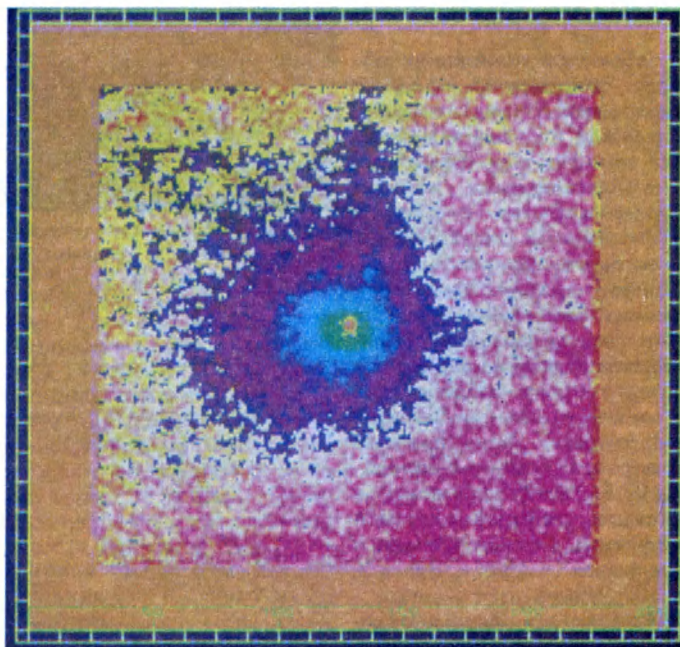
кая стоимость современных научных экспериментов. Совершенно иная причина лежит в основе интернационализации РСДБ-экспериментов: решать задачи, требующие предельного для Земли углового разрешения, возможно только в результате совместной работы радиоастрономов всей планеты. Именно это предопределило успешную реализацию проекта «ВЕГА» на всех его этапах — как при прове-

дении венерианских экспериментов, так и при подлете к комете Галлея, когда с высокой точностью устанавливались координаты космических аппаратов «Вега-1» и «Вега-2» относительно квазаров, что, в свою очередь, помогло вывести точно к комете космический аппарат «Джотто», созданный Европейским космическим агентством (Земля и Вселенная, 1986, № 3, с. 2.— Ред.).

Информация

Комета Галлея уходит...

Пройдя 9 февраля 1986 года перигелий на расстоянии 0,6 а.е. от Солнца, комета Галлея неуклонно удаляется от Солнца и Земли, чтобы вернуться снова в 2062 году. Но исследования кометы продолжают. Серию наблюдений выполнил астроном из ФРГ Р. М. Вест на Европейской южной обсерватории в Ла Силла (Чили) в январе 1989 года. В это время комета была уже на расстоянии 10 а.е. от Солнца. Наблюдения велись на датском 1,5-метровом рефлекторе, снабженном приемником радиации на ПЗС-матрицах. Интегральная звездная величина кометы равнялась 18,4, а звездная величина ядра 23,5. Диаметр комы, окружающей ядро, составлял 550 тыс. км, прослеживался даже широкий веерообразный хвост, направленный от Солнца. Кроме того, был обнаружен еще один «веер», направленный к северу, который, скорее всего, представляет собой синхрон (рой частиц, одновременно выброшенных из ядра) от сравнительно недавнего выброса. Это показывает, что даже на таком большом расстоянии комета Галлея не прекращает своей активности. Обнаружены также колебания блеска кометы в пределах одной звездной величины, но они не периодического характера. За год (с апреля 1988 года)



блеск кометы ослаб на $0,75^m$, но ее яркость не изменилась, что указывает на постоянство концентрации пыли в коме. Ослабление блеска кометы происходит в соответствии с теоретическими предсказаниями.

Прим. ред.

За тот год, что прошел от наблюдений Р. М. Веста по данной публикации, комета удалилась от Солнца и Земли еще на 2 а.е. и ослабла еще на $0,75^m$. Комета достигнет афелия в начале 2024 года,

Изображение головы и ядра кометы Галлея, полученное Р. М. Вестом 18 июля 1989 года с помощью приемника на ПЗС-матрицах. Снимок сделан в условных цветах. Север — вверх, восток — слева. Поперечник головы кометы в горизонтальном направлении — около 400 тыс. км.

когда она будет находиться на расстоянии 35 а.е. от Солнца.

Препринт Сообщений Южной Европейской Обсерватории, 1989, 669.

Озоновый слой Земли: положение серьезнее, чем предполагали

С. П. ПЕРОВ

кандидат физико-математических наук
Центральная аэрологическая обсерватория
Госкомгидромета

«ОЗОНОВАЯ ДЫРА» В ЮЖНОМ ПОЛУШАРИИ

Небывалое понижение общего содержания озона в атмосфере Антарктики взбудоражило несколько лет назад научную общественность, а немного позднее драматические события с озоном выплеснулись на страницы научно-популярных и популярных изданий. Интерес к озоносфере Земли вызван обостренной реакцией большинства людей на серьезные экологические последствия истощения озонового слоя стратосферы. Ведь озон не пропускает к земной поверхности биологически опасное жесткое ультрафиолетовое излучение Солнца (Земля и Вселенная, 1988, № 2, с. 10.— Ред.).

Интересна и весьма поучительна история этого геофизического открытия. Уменьшение концентрации озона в стратосфере Антарктиды обнаружили еще в конце 50-х годов, во время Международного геофизического года. В 1974 году была предложена теория разрушения озонового слоя стратосферы хлорфторуглеводородами, попадающими туда с промышленными выбросами. Спустя восемь лет известный английский геофизик Дж. Фарман, анализируя метеоусловия в Антарктиде, в том числе и озонметриче-



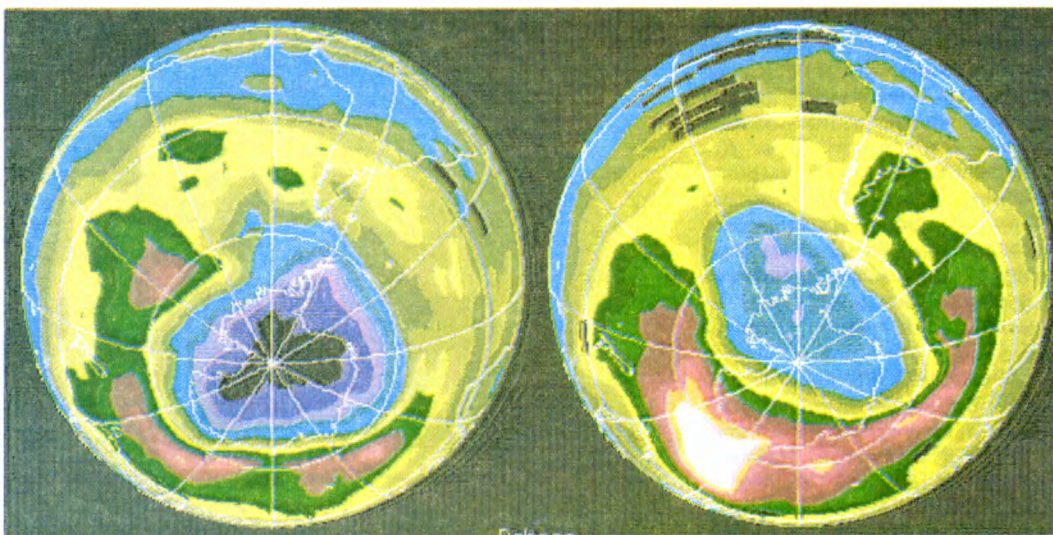
Самой крупной научной сенсацией в геофизике за последние десятилетия было, пожалуй, обнаружение в 1985 году «озоновой дыры» над Антарктидой. Резкое понижение содержания озона зарегистрировано в арктической стратосфере. «Озоновые дыры» простираются и над огромными территориями тропического пояса Земли.

ские наблюдения на антарктической станции Хэлли-Бэй, обнаружил резкое снижение общего содержания озона в весенние месяцы (в Антарктиде это сентябрь-октябрь). Снижение было настолько неожиданным и необъяснимым, что Фарман не решился публиковать свои данные и еще два года продолжал анализ, пока не убедился: озоновый минимум над Антарктидой все больше и больше углубляется. (На американском спутнике «Нимбус-7» необычно низкие

значения, относящиеся к антарктическому озону, специальное автоматическое устройство тоже поначалу отбрасывало как ошибочные.)

Позднее Дж. Фарман высказал мнение, что начать решение возникшей проблемы можно было раньше: «Если логическое мышление подсказывает, что нечто способно представить угрозу для окружающей среды, необходимо немедленно действовать, не дожидаясь особых доказательств. Мы знали, что хлорфторуглеводороды могут разрушать озоновый слой, но только не думали, что в первую очередь это проявится над Антарктидой». Позднее, когда грозящую опасность осознали широкие слои населения, он писал: «Теперь уже не ученые трубят тревогу, а группа «зеленых» и простые потребители. И это не может не радовать. В отличие от нас, ученых, они в состоянии чего-то добиться».

В августе-сентябре 1987 года международная научная экспедиция, организованная США, зарегистрировала в Антарктиде рекордное понижение содержания озона, толщина озонового слоя составила всего около 100 е. Д. (единица Добсона соответствует толщине слоя в 0,01 мм). Обычно количество озона в атмосфере Земли, включая Антарктику, бывает близким



к 300 е. Д. Область резкого снижения уровня озона и была названа «озоновой дырой». С помощью шаров-зондов над американской антарктической станцией Мак-Мердо примерно в это же время удалось зафиксировать весьма сложное строение «дыры» — она имела вид своеобразного «слоеного пирога». Атмосферные слои 2—3-километровой толщины с большим дефицитом озона (иногда до 90 %) перемежались слоями, где озоновое истощение почти незаметно. «Пирог» этот «висел» в 12—20 км над земной поверхностью (Земля и Вселенная, 1988, № 5, с. 58.— Ред.). Подобная сложная структура «озоновой дыры» одновременно наблюдалась и над другими антарктическими станциями, в том числе над советскими станциями Молодежная и Новолазаревская.

Позднее «озоновая дыра» вышла за пределы антарктического региона, достигла 40—45° ю. ш. и распространилась в атмосфере южного полушария — над островом Тасмания, Новой Зеландией, Чили, Аргентиной. Это связано с динамикой атмосферы: бедный озоном весенний антарктический воздух после разрушения полярного вихря

Снимки «озоновой дыры» над Антарктидой, полученные с помощью спутника «Нимбус-7» («дыра» показана темно-фиолетовым цветом). 5 октября 1987 года (левый снимок) «дыра» охватила огромную территорию, поднявшись к северу до 40—45° ю. ш. Несмотря на уменьшение ее размеров, что связано с межгодовой изменчивостью суммарного озона, через год, 5 октября 1988 года (правый снимок), общая опасная тенденция истощения озонового слоя сохранилась.

в конце весны — начале лета переносится к северу от Антарктиды.

Низкий уровень общего содержания озона в летнее время в южном полушарии чреват серьезными экологическими последствиями, потому что Солнце высоко над горизонтом и многократно возрастает ультрафиолетовое излучение, достигающее земной поверхности. Кроме ущерба рыболовству и сельскому хозяйству, оно приносит вред здоровью людей. По статистике, у людей с белой кожей при возрастании УФ-излучения на 1 % увеличивается на 2 % число случаев заболеваний раком кожи.

Понижение на 1 % общего содержания озона вызывает возрастание на 2 % УФ-излучения группы Б (более вредной в биологическом отношении области спектра ультрафиолета). В итоге получается четырехкратное усиление неблагоприятного эффекта, так что в летний период люди подвергаются максимальному риску от воздействия солнечного ультрафиолета. Если небольшая его доза лишь укрепляет организм, то при действии больших доз начинают работать деструктивные механизмы, что нередко приводит к возникновению мутаций, а при дальнейшем повышении дозы и к полной гибели клеток.

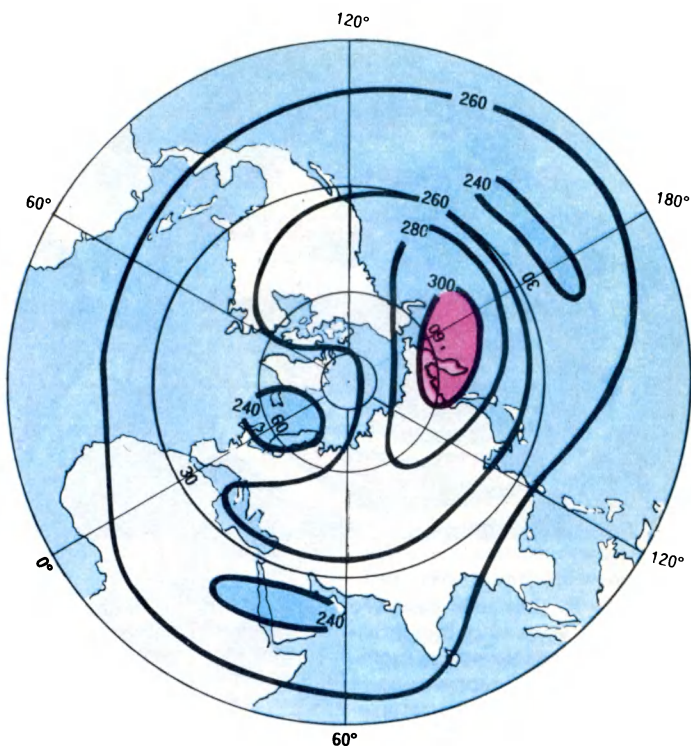
ОПАСНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ, ТРЕВОЖНЫЕ РАЙОНЫ

Устойчивая тенденция к снижению содержания озона в стратосфере наблюдается и над северным полушарием Земли. Измерительные данные свидетельствуют, что за период 1969—1986 годов озоновый слой истощался примерно на 2 % летом и почти на 6 % зимой. Но это лишь усредненные цифры. Наблюдалось огромное отрицательные аномалии (потеря озона на 50 %) в те-

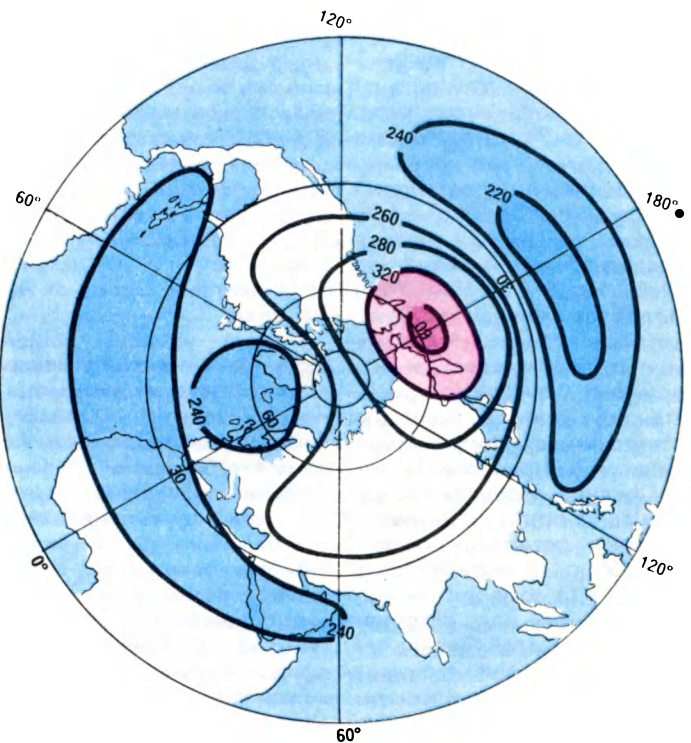
чение 2—3 дней. Подобная аномалия существовала над Европейской частью СССР в середине марта 1987 года, когда концентрация озона составляла около 200 е. Д. Опасная тенденция к уменьшению содержания стратосферного озона характерна и для Западной Европы. Например, над Скандинавией озоносфера истощилась в последние годы почти на 6 %.

В начале 1988 года были обнародованы первые результаты изучения озонового слоя над Арктикой. Наблюдения воздушной экспедиции США (полеты совершались в полярных областях Канады, севернее 61° с. ш.) показали, что в атмосфере Арктики также существует подобие «озоновой дыры». Причем, как установили сотрудники Гарвардского университета, концентрация в воздухе хлорных составляющих здесь заметно выше, чем даже в средних широтах. Так что над Северным полюсом может работать тот же самый механизм разрушения озона, который действует над Антарктидой. Но, пожалуй, ситуации с озоном, подобной антарктической, здесь быть не может — озоновый слой в арктических районах истощается не так сильно. Объясняется это тем, что арктический воздух непрерывно обменивается с воздушными массами более южных широт (в Антарктиде же воздушные массы довольно изолированы), препятствуя резкому истощению озонового слоя. Озоновая аномалия над Арктикой не имеет таких четких очертаний, как над Антарктидой, она «сползает» к южным широтам, смешиваясь с воздухом, более богатым озоном.

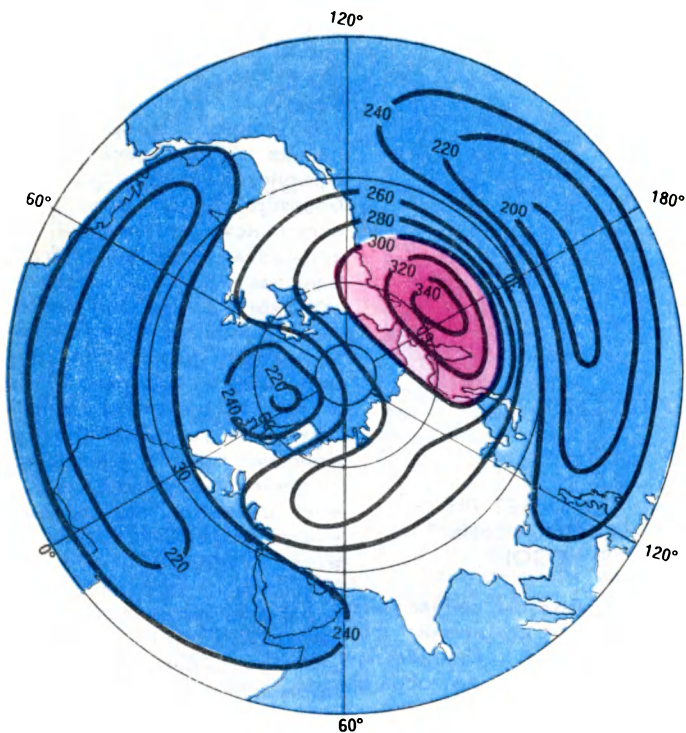
Для объяснения того, каким образом разрушается озон над Антарктидой, привлекают на первый взгляд экзотическое явление, свя-



ОКТАБРЬ



НОЯБРЬ



ДЕКАБРЬ

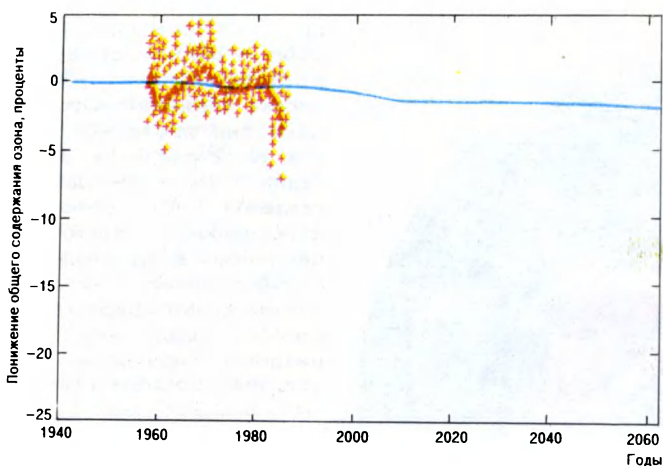
Развитие областей минимального содержания озона в атмосфере северного полушария Земли. В субтропической и тропической атмосфере в осенне-зимние месяцы возникают озоновые аномалии. Небольшие области (октябрь), где содержание озона — 220—240 е. Д. (показаны цветом), вырастают в огромные, располагающиеся над обширными территориями (ноябрь—декабрь), а внутри них — еще более глубокий минимум содержания озона, достигающий 200—220 е. Д. Видны также «озоновые дыры» над Скандинавией и Гренландией. Карты построены В. И. Бекорюковым по усредненным данным наблюдений мировой сети озонметрических станций с использованием специальной методики, разработанной в Центральной аэрологической обсерватории Госкомгидромета

званное с особыми свойствами атмосферы ледяного континента. При очень низких температурах в антарктической стратосфере на высоте больше 10 км могут формироваться облака, состоящие из капель азотной и серной кислот и ледяных кристаллов. В результате сложных фотохимических процессов из облаков выделяются хлорные соединения, которые способны сильно разрушать озоносферу. Подобные стратосферные облака теперь обнаружены и в Арктике. И хотя их плотность в несколько раз меньше, они могут возникать и исчезать над обширными арктическими территориями.

Итак, «озоновые дыры» обнаружены над Антарктидой и Арктикой. Но ограничиваются ли ими области резкого истощения озонового слоя на земном шаре? Оказывается, нет. Анализ наблюдений мировой сети

станций показывает, что подобные области существуют в тропических и субтропических регионах. Особенно ярко они проявляются, как это ни странно, в зимний сезон, что, по-видимому, связано с динамикой атмосферы, постоянным переносом воздушных масс. В субтропической и тропической стратосфере господствуют устойчивые антициклоны, барические образования с восходящими движениями воздуха, которые выносят озон наверх, истощая тем самым озоновый слой (общее содержание озона в тропическом поясе Земли снижается примерно на 1 % в год).

Подобные области минимального содержания озона располагаются над Африкой, Центральной Америкой, западной частью Тихого океана; здесь общее содержание озона может в среднем падать до 200—220 е. Д. Это самые опасные для человека «озоновые дыры». Во-первых, они существуют по несколько месяцев в году, во-вторых, эффективная доза солнечной радиации, зависящая от высоты Солнца над горизонтом в околополуденные часы (в тропиках почти в зените), гораздо выше, чем в какой бы то ни было другой географической зоне. Особенно опасны эти «дыры» для людей с белой кожей, привыкших к благоприятному, щадящему «ультрафиолетовому климату» умеренных широт. Попадая в тропики и субтропики во время туристских поездок или работая там, они буквально за считанные дни, а возможно и часы, могут получить критическую дозу УФ-Б-радиации. Офтальмологи считают, что даже кратковременное пребывание «новичков» в этих регионах порой приводит к необратимым изменениям хрусталика глаза (особенно



Глобальное понижение общего содержания озона в земной стратосфере по данным наблюдений мировой сети станций (красные крестики) и по теоретическим оценкам (сплошная синяя линия). Видно, что с 1980 года экспериментальные точки пошли резко вниз по отношению к теоретическому прогнозу

СПАСАЕТ ЛИ ТРОПОСФЕРНЫЙ ОЗОН?

Таким образом, сейчас уже не вызывает сомнений, что вдобавок к «озоновым дырам» у земных полюсов и областям озонового минимума в тропиках и субтропиках, на всем земном шаре наблюдается падение уровня суммарного озона в стратосфере. Известны и причины. Это, во-первых, динамические процессы в атмосфере, связанные с переносом озона воздушными массами, во-вторых, фотохимическое разрушение озона — его уничтожение газовыми соединениями хлора и брома, которые поступают в стратосферу с промышленными выбросами. В-третьих, естественные процессы, такие как извержение вулканов, выбрасывающих в атмосферу огромные массы вещества, также влияют на озоновый слой Земли.

Но в этих глобальных изменениях уровня суммарного озона есть одна особенность: суммарный уровень озона убывает в стратосфере, но зато несколько возрастает в **земной тропосфере** — самом близком к поверхности воздушном слое (в нем общее содержание озона повышается примерно на 2 % в год).

В тропосфере содержится около 10 % общей массы озона земной атмосферы (90 % падает на стратосферу).

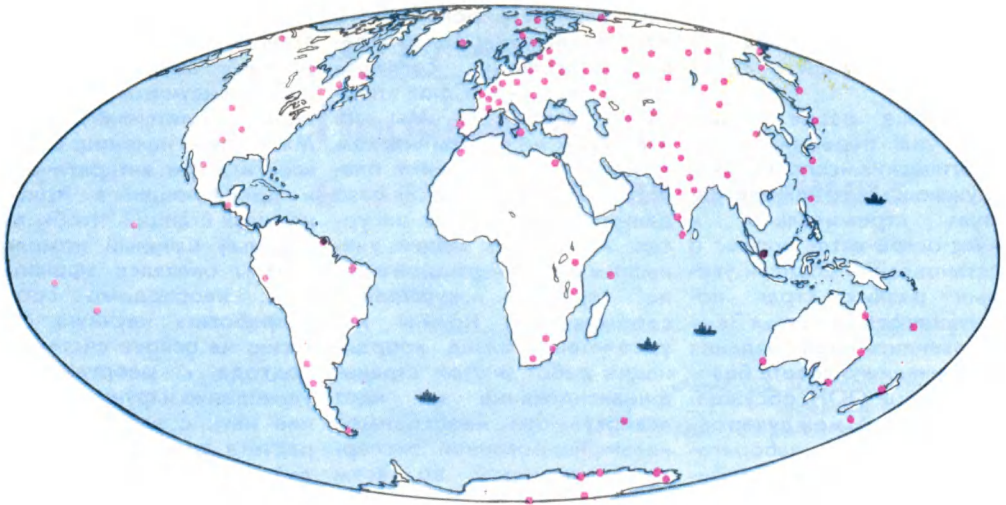
Возникает вопрос, не может ли прибавка тропосферного озона сыграть благоприятную роль, не скомпенсирует ли он со временем нарастающий глобальный дефицит стратосферного озона? К сожалению, тропосферный слой, по видимому, не может играть роль защитного экрана. Дело в том, что тропосферный озон образуется при взаимодействии мягкого ультрафиолетового излучения (жесткое целиком поглощается в стратосфере) с окислами азота, которые являются продуктами загрязнения атмосферы, выделяются при сжигании топлива, содержатся в отходах химической промышленности, выбросах автомобильного и воздушного транспорта. В высоких концентрациях этот газ токсичен, он угнетает растения и животных, не говоря уже о человеке, разрушает материалы. Кроме того, тропосферный озон усугубляет парниковый эффект атмосферы. Поэтому едва ли можно говорить о благоприятной роли тропосферного озона в поддержании озонового слоя Земли.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проблема озона тревожит человечество без малого два десятилетия. Еще в самом начале 70-х годов отчетливо прозвучало: озоновый слой в стратосфере в опасности! Именно в то время появились первые модельные теоретические оценки, прогнозировавшие снижение уровня атмосферного озона на десятки лет вперед. Но это снижение в глобальном масштабе пошло такими быстрыми темпами, которые не укладывались ни в какие

если люди не пользуются солнцезащитными очками).

Надо сказать, что тропическая и субтропическая области земного шара таят еще много загадок. Пока что их изучали в основном с точки зрения формирования погоды. Процессы же, протекающие в верхней атмосфере тропических зон, в частности распределение озона, известны пока плохо, хотя образуется озон именно в тропической атмосфере. Но здесь в последнее время обнаружены мощные планетарные волны, которые участвуют в переносе озона. В тропической атмосфере, по видимому, сосредоточен и основной энергетический источник колебательных процессов земной атмосферы во всех ее областях, включая и полярные широты.



теоретические рамки. И все потому, что наши представления об атмосферных процессах были далеки от реальности. Недостаточно высокий уровень измерительной аппаратуры, явный дефицит наблюдательных данных, даже психологическая инерция у некоторых ученых, еще недавно считавших, что не существует реальной угрозы истощения земной озоносферы — все это мешает прогрессу в данной области. И может быть, самое главное — нет пока полной теории атмосферы. Сейчас к процессам в атмосфере применяют главным образом линейную теорию, в то время как большинство процессов в ней нелинейны. Атмосфера — это скорее бушующая стихия, заполненная различного рода волнами, а не тихая заводь, где лишь изредка возникают те или иные аномальные процессы и где озоновый слой то убывает, то восполняется...

После подписания в Вене в 1985 году **Международной конвенции по охране озонового слоя** исследования озоносферы и в нашей стране и за рубежом значительно расширились. Ученые осознали глобальный характер проблемы. Ведь даже для сбора требующихся эксперимен-

Мировая сеть озонометрических станций, следящих за общим содержанием озона в атмосфере Земли

тальных данных необходимы исследования на всем земном шаре, согласованные усилия специалистов многих стран. По мере накопления сведений о факторах, формирующих озоновый слой, проблема его охраны и изучения все более предстает как комплексная научно-техническая проблема. В частности, в 1985—1987 годах эксперты из многих стран обсуждали вопрос о регулировании производства и использования озоноразрушающих веществ. В результате был выработан и принят в Монреале в 1987 году **Протокол об озоноразрушающих веществах**. Он предусматривает замораживание и последующее сокращение производства наиболее опасных для озонового слоя веществ.

Сейчас совершенно ясно, что для детального изучения озонового слоя нужна **глобальная система наблюдений** самого высокого уровня, которая охватила бы

все оболочки Земли — и Мировой океан, и атмосферу, и ближний космос. Только с помощью такой системы мы будем в состоянии выявить причину глобальных изменений, нащупать ключевые звенья в цепи обратных связей, усложняющих картину взаимодействия этих оболочек. Создав такую систему, мы наконец сможем выработать и активную стратегию в изучении озоносферы Земли.

В настоящее время на исследование озонового слоя брошены крупные научные силы. Он изучается с борта научно-исследовательских судов и при запусках метеорологических ракет и шаров-зондов. Озонометрические эксперименты проводятся на советских и американских спутниках, озоновый слой регулярно «прощупывается» мировой наземной сетью станций. На очереди новые научные программы исследования воздушной оболочки нашей планеты, среди них — **международный проект «Диана»**, запланированный на начало 1990 года. Цель его — изучение динамики атмосферы. Сам озон в этой программе скорее пассивный элемент, потому что ставится более общая задача — по-

нять механизмы образования, распространения и исчезновения волн в атмосфере.

Проблема озона вышла теперь на передний край экологических исследований. Окружающая среда деградирует стремительно, и сейчас остро встал вопрос о восстановлении общими усилиями разных стран пошатнувшегося здоровья Земли. Появились идеи создания Экологического совета безопасности при ООН, обсуждается вопрос о международной космической лаборатории или пилотируемой орбитальной станции для контроля за состоянием природной среды.

К сожалению, до сих пор наша страна существенно отстает в области фундаментальных и прикладных наук об окружающей среде. Из

140 зарегистрированных в ЮНЕП международных правоохранительных соглашений Советский Союз подписал лишь 54. Мы не участвуем ни в космическом мониторинге состояния планеты, ни в Глобальной базе данных о природных ресурсах. Активность наших ученых на международной арене нередко искусственно сдерживается. Крайне неудовлетворительна координация работ внутри страны, финансирование их идет «сверху» без необходимой квалифицированной экспертизы, принятой во всем мире.

Наши геофизики обладают дорогостоящими средствами, космическими платформами, имеют могучий научно-исследовательский флот, единственную в восточном полушарии Земли (действующую

на регулярной основе) сеть станций ракетного зондирования атмосферы, оснащенные научным оборудованием самолеты-лаборатории. Мы имеем, наконец, больше всех в мире антарктических и дрейфующих в Арктике научных станций. Чтобы весь мощный научный комплекс страны оказался эффективным, необходимо срочно разработать научную стратегию на основе системного подхода, реорганизовать управление и функционирование наук с введением хозрасчета только там, где он действительно необходим. Нужно гласно, на демократической основе и на высоком профессиональном уровне обсуждать крупные научные проекты. Тогда советские исследователи смогут занять достойное место в мировом научном сообществе.

К ст. В. А. Юревича. Первая французская геодезическая экспедиция в Эквадор (см. стр. 74)

Астрономическая обсерватория Кито. На переднем плане обелиск, поставленный в 1913 году в честь двух французских геодезических экспедиций



Порядок и хаос в звездных скоплениях

В. Г. СУРДИН

кандидат физико-математических наук
ГАИШ МГУ

Взаимные передвижения членов какого-либо коллектива могут обладать различной степенью упорядоченности: от полной детерминированности до абсолютного хаоса. Пример хаотического движения мы можем наблюдать на футбольном поле или при игре в регби: в этих случаях каждый член коллектива время от времени сближается с каждым из себе подобных, причем заранее трудно предсказать с кем именно.

Более упорядоченное движение наблюдается на танцевальной площадке во время вальса: все «частицы» связаны в пары, хотя сближения отдельных пар происходят более или менее случайно. Существуют танцы со строгим рисунком — такие как менуэт, мазурка, — дающие нам пример упорядоченного движения.

Звездные скопления можно разделить на **упорядоченные** и **хаотические**. Наиболее просто и упорядоченно движутся две звезды вокруг общего центра масс. Эти звезды движутся по эллиптической орбите, которая, за исключением некоторых экзотических случаев (например, взрыв звезды или взаимный обмен веществом), не изменяется со временем.

Системы, состоящие из большего числа членов ($N=3, 4, 5...$), могут характе-



Почему в Галактике не обнаружено скоплений, содержащих десятки звезд? Как проявляют себя порядок и хаос в структуре звездных скоплений? Влияет ли пространственная структура скопления на продолжительность его жизни, и может ли оно жить «вечно»? Нужно ли искать в Галактике звездные семейства нового типа, имеющие иерархическую структуру?

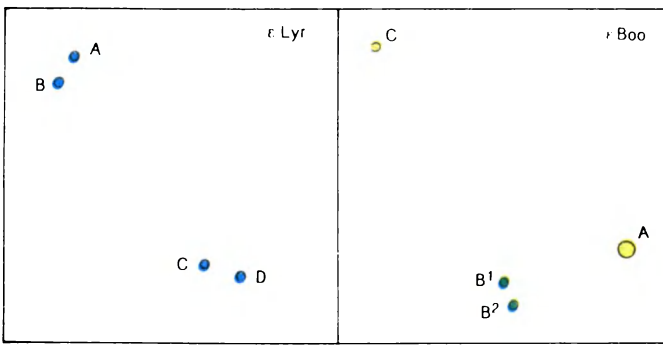
ризоваться и упорядоченным и хаотическим движением в зависимости от своей структуры. Как правило, в системах, где взаимные расстояния между объектами сравнимы, движение их носит хаотический характер. Но есть и исключения. Особый характер упорядоченного движения в планетных системах. Хотя расстояние между ее составляющими сравнимо между собой, их движение

«Природа многообразнее наблюдательных данных»
(В. М. Липунов «Все нейтронные звезды»)

происходит по довольно простым и устойчивым траекториям благодаря тому, что притяжение одного из членов системы, а именно звезды, несравненно больше, чем притяжение любой из планет.

ИЕРАРХИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

В более общем случае, в системах, состоящих из однотипных элементов — например, звезд — также существует возможность упорядоченного движения. Но происходит оно только в системах, имеющих вполне определенную структуру. Рассмотрим в качестве примера краткую звезду типа ϵ Лиры (ϵ Lyr), где легко проследить иерархию взаимных расстояний между звездами. Система ϵ Lyr состоит из четырех звезд (компонентов). Они попарно крепко связаны друг с другом: угловой размер на небе у одной пары $3,0''$, а у другой $3,6''$. Но сами звездные пары удалены друг от друга на $208''$. Поэтому каждая из звезд «чувствует» в основном притяжение своей соседки по паре. В таких системах движение звезд происходит вполне устойчиво, как в обособленных системах. Орбитальные периоды в обеих парах около 10^4 лет. Сами же пары медленно обращаются вокруг общего центра масс, совершая полный оборот за не-



Кратные системы ϵ Лиры и ϵ Волопаса — примеры двух крайних типов строения иерархических скоплений. Система ϵ Лиры относится к типу $(n+n)$ и имеет два уровня иерархии. Система ϵ Волопаса относится к типу $(n+1)$ и имеет три уровня иерархии. Масштаб расстояний на рисунке не выдержан

сколько миллионов лет. Это движение также происходит устойчиво: удаленные на большое расстояние компактные звездные пары ведут себя как одиночные тела, связанные взаимным притяжением в двойную систему. Таким образом, в системе ϵ Lyr имеется два уровня иерархии: на первом уровне находятся компактные **звездные пары**, а на втором — **двойная система из этих пар**. Если условно приписать кратным системам степень иерархичности N (от греч. *hierarchia*), то для ϵ Lyr имеем $N=2$.

Познакомимся теперь с другой четырехкратной системой, имеющей менее симметричную и более сложную структуру. Это система ϵ Волопаса (ϵ Boo), одна из красивейших визуальных двойных звезд: на расстоянии около $5''$ от яркой желтой компоненты (A) находится слабая голубовато-зеленая (B). В пространстве их разделяет расстояние в 380 а. е., а на расстоянии $178''$ ($1,4 \cdot 10^4$ а. е.) от них находится слабенькая звездочка (C) — общий спутник.

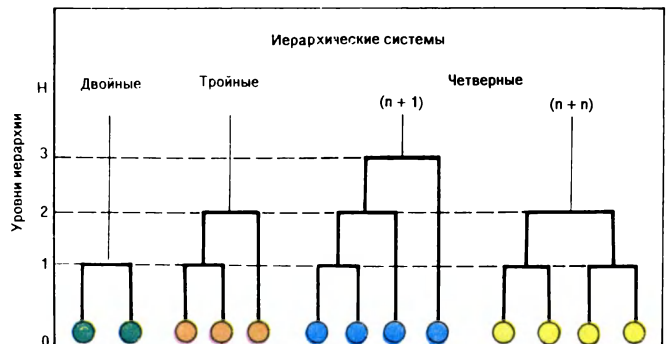
Компонента B сама спектрально-двойная система (B^1 и B^2). Таким образом, в системе ϵ Boo четыре звезды расположены на трех уровнях иерархии ($N=3$).

Описанные выше системы дают нам пример двух крайних типов структуры. Очевидно, в системах с $N=2$ невозможно разместить более четырех звезд. Поэтому система ϵ Lyr — пример наиболее плотной упаковки звезд, содержащей в общем случае 2^N членов. Легко заметить, что в таких системах при переходе к следующему уровню иерархии число звезд в подсистеме удваивается. Поэтому удобно называть их системами типа $(n+n)$. Напротив, ϵ Boo — это наименее плотно упакованная система с данной степенью иерархичности. Число звезд в таких системах равно $(N+1)$. Их можно называть

системами типа $(n+1)$. К этому же типу, например, относятся все иерархические тройные звезды.

Системы с числом членов $N=5, 6, \dots$ могут относиться к типам $(n+1)$ или $(n+n)$, и к промежуточным типам упаковки, для которых мы не будем вводить специальных обозначений.

Приведем лишь один пример пятикратной системы ($N=5$) промежуточного типа. Это известная всем любителям астрономии пара звезд из созвездия Большой Медведицы — Мицар и Алькор. Яркий Мицар (ζ UMa) состоит, в действительности, из четырех звезд. Они разделены расстоянием в $15''$ (10^3 а. е.) на две спектральные двойные — Мицар A (орбитальный период $20,5$ сут) и Мицар B ($361,2$ сут), которые обращаются вокруг общего центра масс за несколько тысяч лет. Таким образом, система Мицар аналогична системе ϵ Лиры. Но у Мицара есть спутник — Алькор, представляющий уже третью ступеньку иерархической лестницы. Размер системы Мицар — Алькор около $2 \cdot 10^4$ а. е., а орбитальный период около $0,5$ млн лет. Эта система из пяти звезд с тремя уровнями иерархии находит свое место на диаграмме $N-N$,



Иерархические структуры простейших звездных систем

но не относится к крайним типам упаковки.

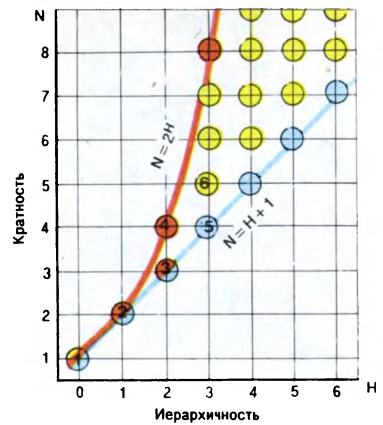
Конечно, движение звезд в иерархических системах не абсолютно устойчиво, как, скажем, в простых звездных парах. В сложных системах взаимное влияние далеких компонент все же существует и вносит возмущение в движение более тесно расположенных звезд, которые при отсутствии этого возмущения имели бы устойчивые эллиптические орбиты. Со временем возмущения могут накапливаться и структура иерархической системы может значительно измениться, система может вообще потерять некоторые из своих членов. Ясно, что происходит это тем медленнее, чем больше различаются взаимные расстояния между звездами или группами звезд, объединенными на соседних уровнях иерархии. Отношения взаимных расстояний назовем «коэффициентом устойчивости» (K). Этот коэффициент характеризует степень упорядоченности в движении звезд. В системе ϵ Лyr численное значение $K \approx 208''/3,3'' \approx 63$; в системе Микар — Алькор при переходе с первого на второй уровень иерархии $K \approx 10^2$, а при переходе со второго на третий $K \approx 20$.

Модельные расчеты показывают, что при $K > (10-15)$ движение звезд в системе происходит вполне устойчиво и практически бесконечно долго воспроизводит себя в общих чертах. Если же $K < (3-4)$, то структура системы типа ϵ Лyr за несколько орбитальных периодов существенно изменяется, и система теряет один-два своих члена, которые вылетают со скоростью выше параболической и уже не возвращаются обратно. В таких системах перед распадом несколько компонентов тесно сближаются. Дальнейшее их движение с трудом поддается расчету, ибо зависит от мно-

жества второстепенных факторов (например, приливного и электромагнитного взаимодействия звезд). Поэтому такие системы слабо детерминированы. Таким образом, по мере уменьшения параметра K поведение звездной системы меняется от упорядоченного к хаотическому, теряя при этом черты иерархичности в своей структуре. Будем называть системы с большим значением K «иерархическими» (или И-системами), а с малым K — «хаотическими» (или Х-системами).

ХАОТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

В астрономии прототипом хаотической системы служит группа из четырех молодых массивных звезд Тrapeции Ориона. Поэтому астрономы называют все малонаселенные группы звезд, не обладающие иерархической структурой, «трапециями». Известны и значительно более крупные хаотические системы — рассеянные и шаровые звездные скопления, спиральные и эллиптические галактики. Действительно, во всех этих системах звезды движутся хаотически, не имея постоянного соседа и сближаясь время от времени то с одной звездой, то с другой. В результате система в целом описывается законами статистической механики, которые утверждают, что под действием взаимных возмущений звезды должны рано или поздно покидать систему — «испаряться» из нее. В трапециях это обычно происходит из-за тесного сближения трех или четырех звезд. В более крупных системах возмущения постоянно накапливаются под влиянием множества далеких звезд, что тоже приводит к регулярному вылету из системы отдельных звезд — «неудачниц». Данный процесс напоминает испарение воды из стакана, для выбра-



Диagramма «кратность — иерархичность». Здесь N — число звезд, H — степень иерархичности системы. Цветом отмечен тип упаковки, красный — наиболее плотная, синий — наименее плотная, желтый — промежуточная. Примеры систем: 1 — все одиночные, 2 — все двойные, 3 — все тройные, 4 — ϵ Лyры, 5 — ϵ Волопаса, 6 — Микар — Алькор

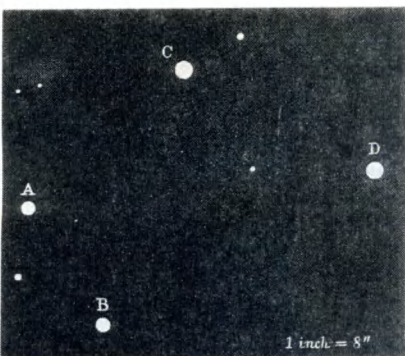
сывания своих молекул вода черпает энергию из окружающего воздуха в результате теплопроводности, а звездная система использует энергию гравитационного поля, которая выделяется в процессе сжатия системы.

Зная параметры хаотического скопления звезд, можно рассчитать время его жизни до полного испарения (T):

$$T \approx t_{\text{дин}} \cdot \frac{6N}{\lg N}$$

где $t_{\text{дин}}$ — динамическое время скопления, то есть характерное время, за которое звезда пересекает систему, N — число звезд в системе. У большинства звездных скоплений в Галактике значение динамического времени различается не сильно:

$t_{\text{дин}} \sim (10^6 - 10^7)$ лет. Причина в том, что $t_{\text{дин}}$ однозначно связано со средней плотностью системы ($t_{\text{дин}} \propto \rho^{-1/2}$), а та, в свою очередь, не может быть ни слишком



Область Трапеции Ориона, зарисованная 100 лет назад Ш. У. Бёрнхемом (1838—1921) при наблюдении в 36-дюймовый рефрактор Ликской обсерватории. Трапеция состоит из звезд А, В, С и D.

большой, ни слишком малой, иначе скопление рискует быстро сколлапсировать или подвергнуться приливному разрушению. Обычно средняя плотность звездных скоплений немного превышает плотность Галактики. Поэтому

связано с количеством звезд:

$$T \sim 10^6 N \text{ лет.}$$

Итак, все X-системы можно выстроить в ряд по признаку их населенности звездами; вдоль этого же ряда будет изменяться средний возраст систем: в трапециях и ассоциациях мы видим только молодые звезды, родившиеся миллионы лет назад, возраст рассеянных скоплений обычно составляет сотни миллионов лет, а шаровые скопления и галактики — ровесники Вселенной.

В этих рассуждениях мы допустили одно упрощение, на которое нужно обратить внимание. Речь идет о тра-



Рассеянное звездное скопление в Персее

му можно считать, что у подавляющего большинства хаотических систем жизни следующим образом

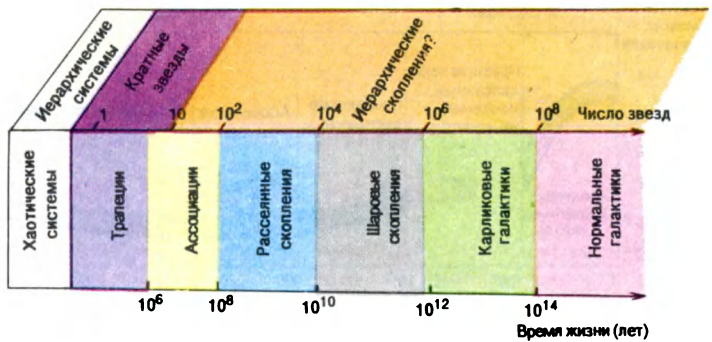
пециях и ассоциациях. Дело в том, что не всегда эти молодые звездные коллективы являются скоплениями, то

есть гравитационно связанными системами звезд, для которых только и справедливы приведенные выше формулы. Судя по наблюдениям, некоторые группы молодых звезд связаны между собой лишь общим происхождением, а их движение в пространстве так же слабо контролируется собственным тяготением, как разлет молекул газа, выпущенного в вакуум. Однако на продолжительность жизни или, скажем точнее, совместного расположения звезд этот факт влияет несущественно: при $N < 100$ время жизни гравитационно связанной системы незначительно превышает время свободного разлета ее звезд.

Впрочем, сейчас выясняется, что ассоциации — это сложные группировки, включающие в себя небольшое число массивных звезд классов O и B (по которым их первоначально и выделяли) и значительное количество маломассивных звезд (а иногда — одно или несколько звездных скоплений). Поэтому полная масса ассоциации обычно превышает несколько тысяч масс Солнца, а динамическая эволюция протекает довольно сложно. Можно полагать, однако, что после разлета из ассоциации наиболее быстрых звезд на ее месте остается гравитационно связанное ядро или несколько ядер — рассеянных скоплений.

КОНСТРУИРУЕМ И-СКОПЛЕНИЯ

Если подсчитать долю массы Галактики, заключенную в звездных системах различного типа, то становится понятным, что вклад кратных звезд (И-системы) по мере роста N стремительно уменьшается. До сих пор не обнаружены кратные системы, содержащие более 6 звезд. Системы с $N=5$ и 6 составляют доли процента в массе Галактики. Даже если суще-



ствуют более сложные И-системы, число их в Галактике, очевидно, должно быть очень мало.

С другой стороны, среди X-систем не заметно тенденции к уменьшению: в Галактике они представлены примерно одинаково часто и природа расходует на них относительно много строительного материала (разумеется, проще свалить звезды в кучу, чем расставить их по порядку!).

Так что же находится на диаграмме в пробеле между 6 и 100 M_{\odot} ? Существуют ли в Галактике скопления из нескольких десятков звезд? Если это X-системы, то век их короток: вероятно, они разрушаются, еще не успев «вылупиться» из родившего их газо-пылевого облака. А могут ли существовать И-системы, состоящие из десятков звезд? Обнаружение таких систем, сохраняющих свою структуру практически вечно, было бы очень важно для космогонии. Ведь X-скопления быстро «забывают» о взаимном расположении звезд в период их формирования, а в И-скоплениях оно сохраняется неизменным — у них «долгая память».

Итак, являются ли И-системы типа Мицар — Алькор пределом возможностей природы? Вероятно, нет. Но пока они близки к пределу доступности для астрономической техники. Очень трудно установить принадлежность далеких компонен-

Среди хаотических систем представлены звездные скопления всевозможной населенности. Все иерархические системы практически бессмертны; почему же нам не известны богатые иерархические скопления?

тов к системе. Наличие близкого спутника мы можем установить даже не видя его самого — по перемещению линий в спектре более яркой звезды или по периодическим ее затмениям. А далекий компонент, например Алькор, нужно обязательно запечатлеть на фотопластинке и каким-то образом доказать его физическую связь с системой. Заметить орбитальное движение компонента, конечно, нет возможности: период обычно составляет миллионы лет. Зато можно показать, что подозреваемые звезды находятся на одинаковом расстоянии от нас и с одинаковой скоростью перемещаются в пространстве (имеют одинаковое собственное движение). Для случайных звезд это маловероятно, а для связанных в систему — естественно. Именно так была доказана связь Алькора с системой Мицара. Вполне возможно, что у компонентов Мицара или у системы Мицар — Алькор еще есть невидимые или далекие спутники, но обнаружить их будет чрезвычайно сложно.

В ближайшие годы в связи с запуском астрометриче-



Часть массы Галактики, заключенная в звездных скоплениях различного типа. Область $10M_{\odot} \leq M \leq 10^2 M_{\odot}$ может быть населена иерархическими скоплениями

ских ИСЗ (первый из них — «Гиппаркос» — уже на орбите) существенно возрастут точность и объем данных о собственных движениях звезд. Есть ли надежда обнаружить по этим данным крупные И-системы? Давайте попробуем сконструировать их теоретически и проверить на выживаемость в условиях Галактики.

Возьмем только системы двух крайних типов — $(n+1)$ и $(n+n)$; свойства остальных систем будут промежуточными. Для простоты станем считать, что системы состоят из звезд типа Солнца, имеют одинаковое значение коэффициента устойчивости (K) при переходе между всеми уровнями иерархии, а также, что орбиты всех звезд и подсистем имеют одинаковый эксцентриситет (e). Каково же максимальное количество звезд, которое можно упаковать в системы типа $(n+1)$ и $(n+n)$ и чем оно ограничено?

В первую очередь, оно ограничено влиянием приливных сил Галактики. Чем больше звезд в И-системе, тем больше ее размер и меньше средняя плотность; если она станет меньше средней плотности Галактики, то система разрушится (как разрушается спутник,

приблизившийся к планете). Простой анализ показывает, что при разумно выбранных значениях констант ($K=8$ и $e=0,6$) практически во всем объеме Галактики максимальное количество звезд в И-системах типа $(n+1)$ ограничено значением $N_{\max}(n+1)=9$, а в системах типа $(n+n)$ значением $N_{\max}(n+n)=512$. Лишь на периферии Галактики становится возможным $N_{\max}(n+n)=1024$.

Однако для звездных систем с возвратом более 10^8 лет (а они-то нас в первую очередь интересуют) вполне вероятен близкий пролет или прямое столкновение с гигантскими молекулярными облаками, населяющими галактический диск и имеющими массы $10^5-10^6 M_{\odot}$ (Земля и Вселенная, 1983, № 4, с. 30.—Ред.). При этом условие приливной устойчивости ужесточается, и выживают только системы с $N_{\max}(n+1)=8$ и $N_{\max}(n+n)=256$. К тому же для систем такого возраста при реальном распределении звезд по массам становится вероятным взрыв одной из них как сверхновой. В системах типа $(n+n)$ это должно приводить к разрушению высшей ступени иерархии. Таким образом, наиболее вероятно существование в Галактике И-систем с $N \leq 100$.

Правда, учитывая трудности, которые испытывает природа при создании крупных И-систем (эти трудности проявляются в прогрессирующем уменьшении числа систем с ростом N), вряд ли

можно надеяться встретить в Галактике И-скопление, состоящее более чем из 50—60 звезд. К тому же даже наблюдения с помощью телескопов, установленных на астрометрических ИСЗ в ближайшее время не смогут охватить область Галактики радиусом более 1 кпк. Расчет показывает, что в этой области вполне реально обнаружить И-систему из 20—30 звезд. Уже и это было бы большим подарком для специалистов по космогонии, ибо позволило бы им проверить некоторые выводы теории гравитационной фрагментации сжимающегося межзвездного газа. Эта теория предсказывает последовательное деление гравитационно неустойчивого сгустка газа на две равные части, что должно приводить после N фрагментаций к рождению 2^N -кратных звезд, то есть систем типа $(n+n)$. Некоторые из них мы наблюдаем: система ϵ Lyr, состоящая из четырех звезд-близнецов, не могла появиться случайно. Насколько устойчивой такой процесс последовательной фрагментации? Существует ли в мире звезд нечто подобное самоорганизации? На этот вопрос поможет нам ответить исследование иерархических систем с большим N . Их обнаружение — задача ближайшего будущего.

Современные представления о происхождении нефти и газа

В истории науки не было, пожалуй, ни одной столь же долго не утихавшей дискуссии, как спор о том, образовалась ли нефть в осадочных породах из остатков растений и животных или возникла на больших глубинах земных недр и, поднявшись по трещинам, напитала пористые пласты. Столетний научный спор достиг своего апогея в 50-х — 60-х годах текущего века. Тогда победили «органики», и долгое время мысли о глубинном происхождении нефти считались чуть ли не еретическими.

В наши дни ученые вновь возвращаются к этой спорной проблеме, привлекая свежие фактические данные

и новые геологические теории. Развитие Земли и формирование месторождений полезных ископаемых, в том числе нефти и газа, рассматривается теперь на основе признания существенных горизонтальных движений литосферных плит. Геодинамический подход позволяет иначе представить себе генезис углеводородов, вплотную приблизиться к тайне происхождения «черного золота». Эти и другие вопросы обсуждались на первой Всесоюзной конференции «Геодинамические основы прогнозирования нефтегазоносности недр», прошедшей в конце 1988 года в Московском институте нефти и газа

имени И. М. Губкина. В работе конференции приняли участие более 600 представителей различных геологических школ и направлений.

Мы публикуем статьи двух ведущих ученых нашей страны в области геологии нефти и газа — члена-корреспондента АН СССР П. Н. Кропоткина и профессора В. П. Гаврилова. Они высказывают противоположные точки зрения, но в последние годы наметилась явная тенденция к сближению полярных взглядов «органиков» и «неоргаников» на генезис углеводородов. Может быть, научные противники придут, наконец, к взаимному согласию?

Неорганическое происхождение нефти и горючих газов

П. Н. КРОПОТКИН
член-корреспондент АН СССР
Геологический институт АН СССР

ВЗГЛЯД В ПРОШЛОЕ

В последнее время появилось множество фактов, подтверждающих **неорганическую теорию** происхождения нефти. Она получила развитие в работах советских ученых Н. А. Кудрявцева и В. Б. Порфирьева, американского ученого Т. Голда и других. В то же время наметился кризис органической теории, которая неспособна объяснить многие факты.

Представления о том, что нефть имеет неорганиче-



скую природу, впервые сформулировали и экспериментально обосновали французские химики М. Бертло (1866 год), А. Биассон (1871 год), С. Клоэц (1878 год) и — наиболее полно — Д. И. Менделеев. Минеральную гипотезу происхождения нефти он доложил на заседании Всероссийского химического общества в 1877 году, позднее она вошла в его книгу «Основы химии». В статье Менделеева о нефти в энциклопедическом словаре Брокгауза и Ефрона (1897

год) мы уже находим те аргументы в пользу глубинного неорганического происхождения нефти, которые используются и сейчас, — связь месторождений с разломами земной коры как каналами дегазации Земли, связь с грязевым (газовым) вулканизмом, наличие в глубинах недр Земли неокисленного железа, что свидетельствует о резко восстановительных химических условиях в флюидно-газовой фазе земной мантии (только в этих условиях и может образовываться нефть).

Обработывая кристаллический марганцевый чугун соляной кислотой, Менделеев получил «жидкую смесь углеводородов, по запаху, виду и реакциям совершенно такую же, как природная нефть». Это были первые работы по искусственному синтезу нефти. Менделеев указал и на геологические факты, которые противоречат гипотезе органического происхождения, — в нижних (силурийских и девонских) нефтеносных отложениях Пенсильвании отсутствуют биогенные углеродистые остатки.

В 1899 году на заседании Московского общества испытателей природы русский геолог В. Д. Соколов обнаружил гипотезу неорганического происхождения нефти, в которой использовал еще один аргумент. Поскольку в космосе широко распространен водород, ученый пришел к выводу: углеводороды главным образом возникли из тех соединений, которые конденсировались еще при формировании Земли. Современная модель образования земной мантии путем аккреции вещества, аналогичного углистым метеоритам-хондритам, позволяет делать точно такие же выводы о происхождении нефти.

КРИЗИС ОРГАНИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

С 20-х годов среди ученых получила признание органи-

ческая теория происхождения нефти и газа. Источником углеводородов стали считать нефтематеринские свиты — слои осадочных отложений, содержащие органическое вещество (2—10 % углерода).

Но по мере того как буровые скважины проникали все глубже в осадочную толщу нефтеносных бассейнов, выяснилось, что никакой связи между месторождениями нефти и газа и распространением нефтематеринских свит в действительности не существует. Как субстанции более легкие, чем вода, нефть и газ должны были бы встречаться только выше нефтематеринских свит. Фактически же уже в начале 50-х годов часто обнаруживались скопления нефти и газа, залегающие ниже их, а иногда скопления встречаются даже в таких осадочных бассейнах, где типичные нефтематеринские свиты вообще отсутствуют. Например, основные запасы нефти Волго-Уральской области обнаружены ниже тех отложений верхнедевонского возраста (доманиковых сланцев и битуминозных известняков), которые считались нефтематеринскими. Нефть содержится в более глубоких слоях девона, образовавшихся в окислительной среде (мелководные песчано-глинистые отложения). А между тем, как признают и сторонники органической теории, нефть и газ могут образовываться только в резко восстановительных условиях.

Пытаясь спасти органическую теорию, ее сторонники стали относить к нефтематеринским даже те слои, в которых содержится лишь 0,2 % органического вещества. Таким образом, почти все осадочные породы Земли были включены в категорию отложений, способных генерировать нефть. Прогнозы же нефтегазоносности в конце концов свелись к оценке суммарной толщины комп-

лекса осадочных пород: чем толще осадочный чехол, тем больше шансов, что на глубине 2,5—6 км при температуре 60—150 °С в нем может образовываться нефть, а еще глубже — горючий газ, состоящий главным образом из метана. Но и эта модель не подтверждается во многих нефтегазоносных районах, где толщина осадочного чехла не превышает 1,5—2 км.

Органическая теория не в состоянии также объяснить, каким образом нефть, если она формируется в виде микроскопических капель в зернах органического вещества, отделяется от этих зерен, мигрирует и, наконец, накапливается в залежах. Известно, что биогенное органическое вещество не только не отдает, но, напротив, впитывает в себя, адсорбирует углеводороды. Если допустить, что, вопреки химическому средству с твердыми органическими соединениями и вопреки поверхностному натяжению, микроскопические капли все же отделяются от зерен, то и в этом случае они не способны аккумуляроваться в залежах. Их тотчас атаковали бы те самые процессы деструкции, которые разрушают залежи нефти, приводят к ее окислению, к потере более легких фракций, образованию смол, сернистых соединений и асфальтенов.

Представление о медленном, в течение миллионов лет, образовании нефтяной залежи из дисперсного состояния, из капель, время от времени отделяющихся от зерен органического вещества, легко опровергнуть. По законам физической химии, эффект уничтожающих нефть химических реакций пропорционален суммарной поверхности капель и времени их существования.

Битуминозное вещество, которое содержится в горючих сланцах и других породах, сохраняется в них, не мигрирует и в некоторых

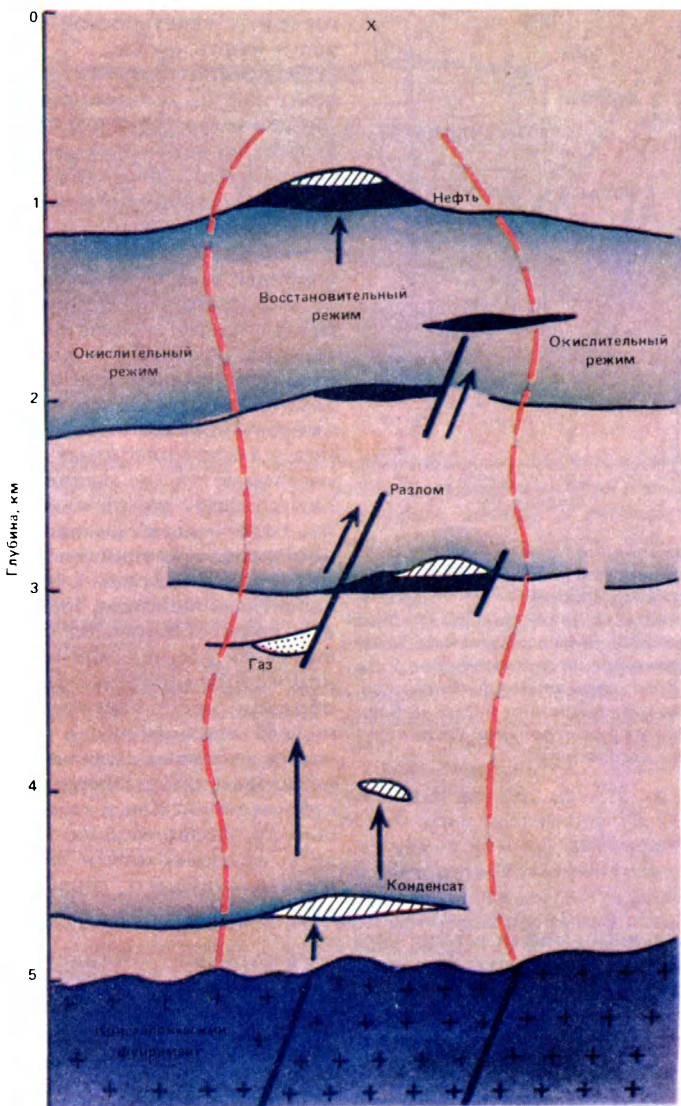
случаях дает метановый газ. Но он не является источником крупных скоплений нефти.

УГЛЕВОДОРОДЫ ИЗ ФУНДАМЕНТА

Неорганическая теория происхождения нефти опирается прежде всего на эмпирическое правило, сформулированное Н. А. Кудрявцевым: «Важнейшая из закономерностей состоит в том, что во всех без исключения нефтеносных районах, где нефть или газ имеются в каком-либо горизонте разреза, в том или ином количестве они найдутся во всех нижележащих горизонтах (хотя бы в виде следов миграции по трещинам). Это положение совершенно не зависит от состава пород, условий их образования (могут быть метаморфизованные и кристаллические породы) и содержания в них органического вещества. В горизонтах, где имеются хорошие коллекторы и ловушки, возникают промышленные залежи».

Из правила Кудрявцева следует, что жидкие и газообразные углеводороды **мигрируют вертикально** — снизу вверх, от кристаллического фундамента в слои осадочного чехла. Во всех скважинах, пробуренных в докембрийском фундаменте на глубину 1—12 км, — на Кольском полуострове, в Волго-Уральской нефтеносной области, в центральной Швеции, в штате Иллинойс (США) — отмечены следы миграции углеводородных газов или нефти. Обычно это включения и прожилки битумов по трещинам в массивных породах; в двух скважинах была обнаружена и жидкая нефть.

Интенсивно углеводороды мигрировали там, где имелись каналы, по которым легче двигаться глубинным флюидам и газам. Такими каналами служат разломы земной коры, пересекающие

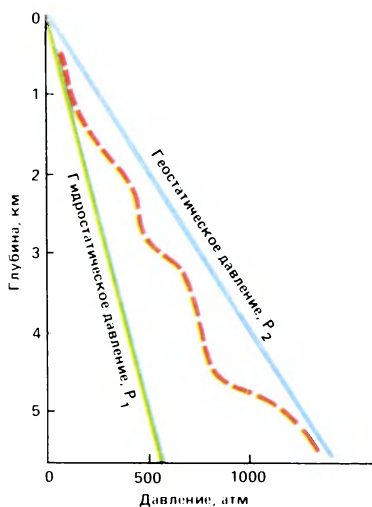


фундамент (например, в районе Жигулей на Волге) и нередко ограничивающие погружившиеся участки земной коры — тектонические рвы (грабены или авлакогены). Ряды нефтяных и газовых месторождений (Шебелинское на Украине и другие) располагаются, например, над разломами, которые ограничивают авлакоген, протянувшийся от реки Припять через Приднепровскую низменность к Донбассу.

Вертикальная миграция

Схематический разрез «многоэтажного» месторождения с залежами нефти, конденсата и газа в пределах «трубы дегазации» (выделена красной пунктирной линией). Стрелки — основные направления миграции углеводородов, жирные линии — водоупорные горизонты и другие покрывки нефтяных залежей — барьеры на пути миграции углеводородов

углеводородов часто приводит к образованию «многоэтажных» месторождений с



Изменение давления поровой жидкости в пластах (красная пунктирная линия) — от гидростатического на небольшой глубине до близкого к геостатическому давлению на глубине более 5 км. Такое anomalно высокое пластовое давление часто наблюдается в центральной части «трубы дегазации»

залежами нефти и газа, расположенными друг над другом в различных слоях — горизонтах стратиграфического разреза. Так, Харьягинское месторождение на разломе в бассейне Печоры содержит 35 нефтяных залежей в горизонтах различного возраста — от среднего девона до нижнего триаса (370—220 млн лет). Нефть, горючий газ и газоконденсат (смесь газообразных и более тяжелых жидких углеводородов) встречаются рядом в нефтегазоносных провинциях или даже в одном и том же месторождении. Нередко газ образует залежь на более высоком уровне, чем залежи нефти, или насыщает там слои пористых пород. Встречаются и обратные ситуации — газовые залежи располагаются ниже нефтяных. Но всегда они рядом, что

говорит о генетической близости нефти и газа.

По расположению залежей, нефте- и газопоявлениям в «многоэтажных» месторождениях можно очертить почти вертикальным контуром «**трубу дегазации**», по которой из глубины поднимаются углеводородные флюиды и газы. В области ореола их вторжения формируется зона с восстановительным режимом — создается предпосылка для образования нефти. Здесь изменяются минералы горных пород и состав пластовых вод, растворяются и выщелачиваются карбонатные минералы, содержащие трехвалентное железо соединения переходят в минералы с двухвалентным железом, пластовые воды обедняются сульфатами и насыщаются метаном и сероводородом. Таким образом, над залежами возникают геохимические аномалии, которые можно использовать при разведке месторождений. Как и газовую съемку, позволяющую уловить на поверхности поток метана, идущего снизу по «трубе дегазации».

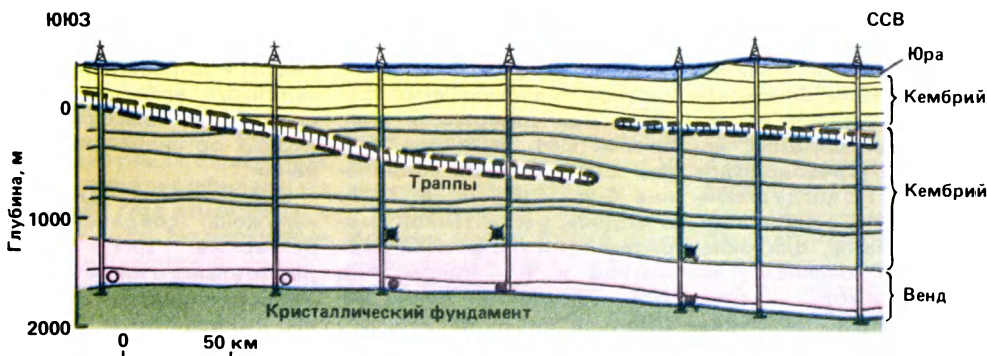
Разбуривая осадочные слои, разведчики доходят до кристаллического фундамента и иногда обнаруживают настоящую промышленную концентрацию нефти в его верхней части, в трещиноватых гранитах, гнейсах, в коре выветривания пород фундамента. Такие глубоко расположенные залежи известны в самых нижних слоях кембрийских отложений штатов Канзас и Вайоминг в США и в отложениях кембрия и венда в пределах Непско-Ботубинского свода — между Леной и верховьями Нижней Тунгуски и Вилюя. Здесь, в Верхнечонском месторождении, нефть пропитывает кору выветривания фундамента, а в углубленных в него скважинах обнаружены притоки нефти и газового конденсата.

О вторжении сжатых газов с больших глубин свидетельствует anomalно высокое давление пластовых вод, заполняющих поры осадочных пород в пределах месторождений. Сжатый под давлением вышележащих пород газ, поднимаясь по каналам дегазации, увеличивает давление в насыщенных им пластовых водах (давление возрастает в 1,5—2 раза по сравнению с гидростатическим). Этим часто объясняется фонтанирование нефтяных скважин.

РОЖДЕНИЕ И ЖИЗНЬ НЕФТИ

О том, где и в каких условиях образовалась нефть, можно судить по ее химическому составу. Соотношения изомеров, то есть соединений, имеющих одинаковый состав, но различную структуру молекул, позволяющая определить температуру, соответствующую термодинамическому равновесию во время их образования. На основании таких оценок еще в 50-х годах установили, что многие нефти образовались при температуре от 200 до 350 °С. Позднее Г. Е. Бойко, обобщив данные о 322 нефтях из разных месторождений, нашел, что изомеры ароматических углеводородов находятся в них в соотношениях, которые соответствуют температуре 700—1100 °С. Так как в осадочном чехле температура обычно не превышает 50—200 °С, ясно, что нефть сформировалась в более глубоких слоях — это могли быть верхние слои мантии Земли, где температура достигает 500—1200 °С. По мере того как смесь углеводородов перемещалась вверх, в ней происходила перестройка молекул, которая привела к соотношениям некоторых изомеров к равновесию, соответствующему температурам 150—350 °С.

Как известно, в условиях невысокого давления нефть



при нагревании неустойчива и подвергается термическому распаду (на этом основан крекинг-процесс). Однако расчеты и эксперименты, выполненные львовским ученым Э. Б. Чекалюком при давлении до 65 кбар и температуре до 1700 °С, показали: давление, которое соответствует геостатическому давлению на большой глубине, полностью подавляет термический распад сложных углеводородов. И наоборот, стимулирует циклизацию, полимеризацию и конденсацию таких соединений. Недавние опыты в США свидетельствуют, что в присутствии метана нефть не разлагается при температуре 150—250 °С, если давление составляет хотя бы 1 кбар (соответствует глубине 4 км). Она, напротив, заимствует атомы углерода у метана, образуя сложные соединения.

Химизм нефти вполне определенно показывает, что она образовалась в резко восстановительных условиях. В слоях осадочного чехла обычно господствуют окислительная или слабо восстановительная обстановка, при которой нефть постепенно теряет более легкие и богатые водородом компоненты, в ней возникают смолы и асфальтены. В конечном счете из нефтяных залежей формируются залежи тяжелых битумов или асфальта. Таким образом, химическая обстановка в осадочных отложе-

Геологический разрез через Непско-Ботубинский свод (Восточная Сибирь). Осадочный чехол состоит главным образом из отложений кембрийского периода и более древних (венд). Кружками с крестиками обозначены нефтегазовые залежи, черными кружками — нефтяные, белыми — газовые. На рисунке показаны скважины. Видно, что нефть и газ сосредоточены в нижних слоях осадочного чехла, часто непосредственно у поверхности кристаллического фундамента

ниях, за исключением уже упомянутых битуминозных слоев, неблагоприятна для образования и сохранения нефти.

Благоприятные условия для этого — в **редуктосфере** (подкорковых слоях верхней мантии, где господствует восстановительная обстановка). Здесь флюидно-газовая фаза состоит в основном из водорода и метана с некоторым количеством более сложных углеводородов, окиси углерода, сероводорода, азота и гелия. О том, что флюидно-газовая фаза на глубинах от 10 (в океанах) — 40 (под материками) км до 120—150 км имеет восстановительный состав, говорят включения газов в ультраосновных породах, кимберлитах, щелочных породах глубинного происхождения, в кристаллах алмаза, вынесенных из недр Земли вместе с такими породами.

Интенсивное поступление метана, нередко вместе с водородом, азотом и гелием, наблюдается во многих рудниках, углубленных на сотни метров в породы кристаллического фундамента в Швеции, Южной Африке, Канаде, в Хибинском массиве Кольского полуострова. В крупнейшем месторождении газа Панхэндл-Хьюгтон (США) содержится, кроме метана и азота, до 2 % гелия — это в тысячи раз больше, чем в земной атмосфере. Накопиться столько гелия в одном месте могло только при дренажах огромных объемов вещества коры и мантии и дегазации по глубинному разлому вместе с метаном и азотом.

На разломах, рассекающих дно океана, во многих местах поднимаются из мантии горячие воды с метаном, водородом и гелием, содержащим повышенное количество изотопа He^3 . Гелий такого состава поступает с очень больших глубин, может быть, даже из ядра Земли.

Наличие редуктосферы, в противоположность **оксисфере** — окислительной среде верхних слоев земной коры, заметил еще в 1933 году В. И. Вернадский. Он считал, что «кесть указания на общий процесс с глубиной: замену углекислового газа углеводородами. Именно для метана исключительная связь с жизнью сомнительна» (В. И. Вернадский. «История мине-

ралов земной коры», т. 2, ч. 1, с. 6, 133). Водород и гелий поступают, по его мнению, с больших глубин. Флюидно-газовая фаза верхней мантии служит, таким образом, источником углеводородов нефти и газа. Но когда флюиды попадают в зону магматических очагов, они окисляются с образованием углекислого газа и воды — характерных компонентов вулканических извержений.

Некоторые ученые доказательством биогенного происхождения нефти считают присутствие в ней «биомаркеров» — примесей, похожих на органические вещества. Таковы, например, порфирины — соединения, родственные хлорофиллу. Но при детальном изучении оказалось, что порфирины нефтей коренным образом отличаются от порфиринов растительного и животного происхождения: в биогенных порфиринах содержится магний или железо, тогда как в порфиринах нефтей — ванадий и никель.

Предполагалось, что на биогенное происхождение нефти указывает также их оптическая активность. Оптически активные соединения, происходящие от живой природы, обычно характеризуются левым вращением плоскости поляризации. Нефть же, напротив, в 99 % случаев имеет правое вращение.

КОСМИЧЕСКИЙ ИСТОЧНИК УГЛЕВОДОРОДОВ

С теорией неорганического происхождения нефти и горючих газов гармонируют многочисленные данные о присутствии углеводородов на планетах, их спутниках, в кометах и метеоритах. Метан, вместе с водородом, в большом количестве содержится в атмосферах Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна. В атмосфере Юпитера присутствуют также ацетилен C_2H_2 и этан C_2H_6 . Спутник

Сатурна Титан, который по размерам больше планеты Меркурий, имеет мощную азотно-метановую атмосферу. В ней содержатся этан, пропан C_3H_8 , ацетилен, этилен C_2H_4 , а также соединения C_3H_4 , C_4H_2 , HC_3N , C_2N_2 . В модели, рассчитанной американскими учеными С. Дермиттом и К. Саганом, под этой атмосферой может находиться океан из жидкого метана.

Углеводороды и другие органические соединения, нередко составляющие сложные молекулы с атомами азота и кислорода, обнаружены при спектральном анализе в темных пылевых облаках, в оболочках звезд, в межзвездном пространстве. В кометах Галлея и Уилсона твердые частицы состоят в основном из хондритового вещества с оболочкой из органических соединений.

Много интересной информации о происхождении углеводородов дало изучение **углистого вещества метеоритов**. Каменные метеориты типа углистых хондритов имеют тот же самый состав первичного вещества, из которого сформировалась значительная часть (более 10 %) материала мантии Земли. Углистые хондриты содержат 0,3—5 % углерода, повышенное количество воды (в гидросиликатах) и другие летучие соединения.

Впервые органические соединения в метеоритах были открыты в 1834 году в углистом хондрите, упавшем во Франции, а затем обнаружены различными исследователями во всех хорошо изученных углистых хондритах. Заметили, что некоторые из них имеют резкий запах нефти и содержат вещество, похожее на озокерит (горный воск) — смесь вязких парафиновых углеводородов, которая встречается в нефтяных месторождениях.

Часть вещества углистых хондритов растворяется в органических растворителях

и представляет собой битумоид, содержащий масла, смолы и асфальтены. Нерастворимый углистый остаток состоит из высокомолекулярных органических соединений.

В углистых хондритах обнаружены соединения, характерные для веществ растительного или животного происхождения — **порфирины, аминокислоты**. В метеорите Мерчисон обнаружено 55 различных аминокислот, и многие из них — важнейшие компоненты органических соединений в живых клетках. Изотопный состав углерода и азота углистых метеоритов такой же, как в нефтях и в битумах биогенного происхождения, но водород отличается повышенным содержанием дейтерия.

НЕФТЬ — ПИЩА ПРИМИТИВНЫХ ОРГАНИЗМОВ?

В свете всех этих данных попытаемся ответить на вопрос, возникла ли нефть из остатков живых организмов или, наоборот, жизнь зародилась и могла поддерживаться за счет органических соединений абиогенного происхождения, то есть за счет нефти, поступавшей из недр Земли? По мнению некоторых ученых, например академика А. И. Опарина, нефтяные углеводороды могли быть той средой, в которой, вероятно при участии азота атмосферы, возникли **коацерватные капли** — предшественники самых примитивных организмов. В начале древнейшей, архейской, эры в атмосфере Земли почти не было кислорода, она скорее всего состояла из азота, углекислоты и метана. Поэтому слою или пленке нефти неорганического происхождения могли долго существовать, не окисляясь на поверхности водоемов.

По нашему мнению, главное в вопросе о происхождении и развитии жизни — это

правильно определить источник энергии, необходимой для ее поддержания. Источником жизнедеятельности большинства организмов служит солнечная энергия, аккумулируемая в растениях при участии хлорофилла и углекислого газа атмосферы и морской воды. Но первичные организмы, конечно, не могли использовать солнечную энергию. Понадобился длительный период эволюции, когда у них выработался хлорофилл и появилась возможность использовать солнеч-

ный свет. Первоначальной «пищей» примитивных организмов не могли быть ни камни, ни вода. По-видимому, только нефть с ее большим запасом химической энергии была источником их жизнедеятельности.

Возможно, к первичным формам жизни ближе всего анаэробные нефтяные бактерии. Обнаружены они в Баку и Пенсильвании при бурении скважин на глубине 750—2760 м, в тех слоях воды, что находятся прямо под залежами нефти. Необходимая

для жизни этих бактерий энергия выделяется главным образом при химических реакциях с образованием метана и, возможно, за счет десульфатизации нефтяных вод с образованием и удалением сероводорода. Бактерии такого типа — метаногены — рассматриваются как особый древнейший тип одноклеточных организмов.

Таким образом, неорганическая теория происхождения нефти приоткрывает путь к решению вопроса о происхождении жизни.

Геодинамика и нефтегазообразование

В. П. ГАВРИЛОВ

доктор геолого-минералогических наук

Московский институт нефти и газа имени И. М. Губкина

ОТКУДА БЕРЕТСЯ ЭНЕРГИЯ!

Сегодня у «органиков» появились новые подходы к проблеме генезиса нефти. Наиболее плодотворна геодинамическая модель нефтегазообразования. Возникновение ее тесно связано с представлениями о горизонтальном движении литосферных плит (Земля и Вселенная, 1989, № 4, с. 78.— Ред.). Начинается оно там, где сплошная литосфера разламывается под напором глубинного мантийного потока. На этом месте возникает протяженная трещина, края трещины медленно отдаляются друг от друга, увлекаемые движущимся под литосферой током мантийного вещества. Это так называемый **рифт**. Примерам современной рифтовой системы могут служить провалы Восточной Африки в ви-

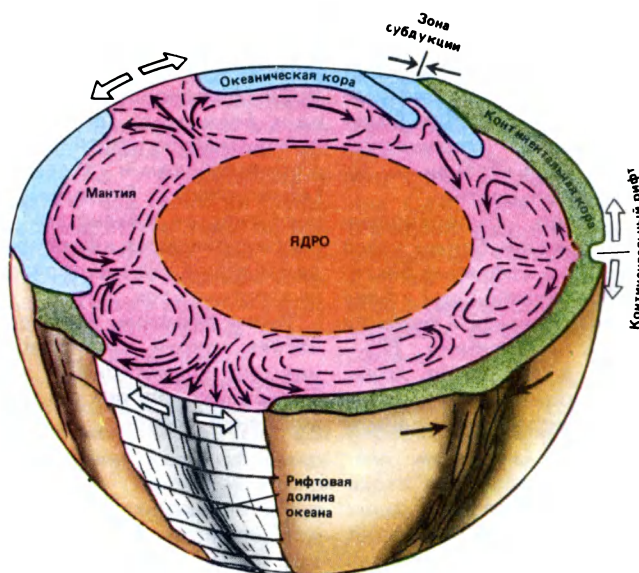


де глубоких озер, а также Аденский залив, Красное море. Именно здесь зарождается будущий океан.

Литосферные плиты, раздвигаясь от рифтовой зоны в одном месте, сталкиваются в другом. При этом одна из них, обычно более тяжелая, «заталкивается» под другую, образуется **зона субдукции**. При погружении плит трение разогревает их на сотни градусов, что способствует плавлению пододвигаемой плиты

и возникновению вулканических процессов. Современные зоны субдукции распространены на тихоокеанских побережьях, на востоке Индийского океана.

Какое же отношение имеет рождение нефти к этим мощным природным явлениям? Оказывается, самое прямое. Образование нефти — весьма энергоемкий процесс, он выражается в диссоциации различных соединений, в разрыве химических связей между углеродом и кислородом, азотом, серой. А для этого нужна энергия, и немалая. (Скажем, для разрыва связи C—C надо затратить $(3 \div 4) \cdot 10^5$ Дж на моль.) Чтобы эти процессы начали протекать и активно развиваться, необходимо повышение температуры до 100—400 °C. Без этого преобразование рассеянной органики в нефть будет протекать медленно, вяло.



нефть может здесь начаться намного раньше, почти одновременно с осадконакоплением. Поэтому-то зоны рифтов и субдукции так привлекают внимание геологов-нефтяников. Изучение их дает ключ к правильному пониманию генезиса углеводородов. Что же происходит в этих горячих зонах земной коры?

НЕФТЬ РОЖДАЕТСЯ В ОКЕАНЕ

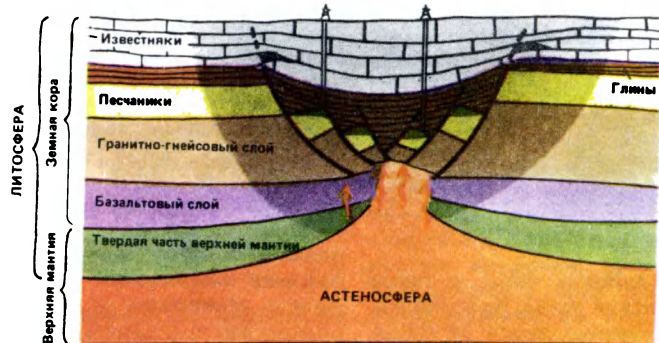
Резкое возрастание теплового потока, молодой вулканизм, источники термальных вод, сейсмичность — все это характеризует рифты как чрезвычайно активные структуры литосферы. По данным некоторых исследователей, в небольшом объеме (до 6 %) осадочных образований рифтовых бассейнов концентрируется более 15 % мировых запасов углеводородов. Самые крупные нефтегазоносные регионы рифтогенного типа — Северное море, Западная Сибирь, Суэцкий залив, Атлантическое побережье Африки и Южной Америки.

Осадочные бассейны рифтового типа закладываются на начальной стадии раскола земной коры, как правило, континентальной. За 5—20 млн лет возникает узкий прогиб, заполненный 4—7-километровой толщей осадков. Сначала в рифтах формируются обычные речные или озерные отложения с прослоями вулканических образований, затем откладываются соленосные комплексы (соли выносятся глубинными термальными водами). В дальнейшем, когда рифт из внутриконтинентального преобразуется в морской межконтинентальный — типа Красного моря — в нем накапливаются нормальные морские обломочные и карбонатные отложения.

В центральных частях рифтов, где ограничена цирку-

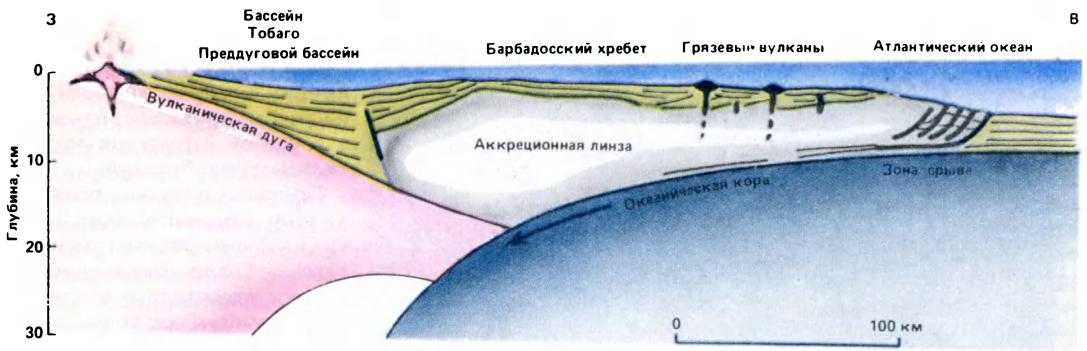
Геодинамическая модель Земли. Конвективное движение вещества в мантии приводит к горизонтальному перемещению литосферных плит: в одних местах они расходятся, образуя рифты, в других — сталкиваются (зоны субдукции)

Если в природе создается ситуация, когда осадочные породы с органикой попадают в зону относительно высоких температур, то начинается образование нефти. В обычных условиях пласт для этого должен погрузиться на глубину как минимум



Геологический профиль через условную рифтовую систему. Жирные линии — сбросы, по которым опустились блоки земной коры; черные треугольники — залежи углеводородов; красные стрелки — горячие флюидные потоки. Серым цветом выделена зона относительно высокого прогрева земной коры

3 км. А если осадки оказываются в зоне субдукции или рифта (через рифтовые щели континентов и океанов изливается на поверхность раскаленное вещество земных недр)? Здесь недра прогреются во много раз сильнее, чем в других областях, а следовательно, и преобразование органики в капельно-жидкую



ляция вод, обычно аккумулируются мощные глинистые толщи, обогащенные органикой (черные глины). Они уже на рифтовой стадии могут реализовать свой нефтегазоматеринский потенциал, чему способствует аномально высокий тепловой поток в рифтах. В такой геологической обстановке образование углеводородов начинается уже в молодых, неглубоко залегающих осадках. Даже озерные отложения со сравнительно небольшим количеством органики способны стать нефтегазопроизводящими. Это доказывают многочисленные нефте- и газопроявления в пределах современной внутриконтинентальной Восточно-Африканской системы рифтов. Заполненные водой, они образуют семейство озер, по берегам которых, например на берегу озера Альберт, известны выходы газа, высачивание легкой нефти. А в грабене озера Киву, в придонном слое воды, обнаружено целое месторождение углеводородного газа с запасами 72 млрд м³.

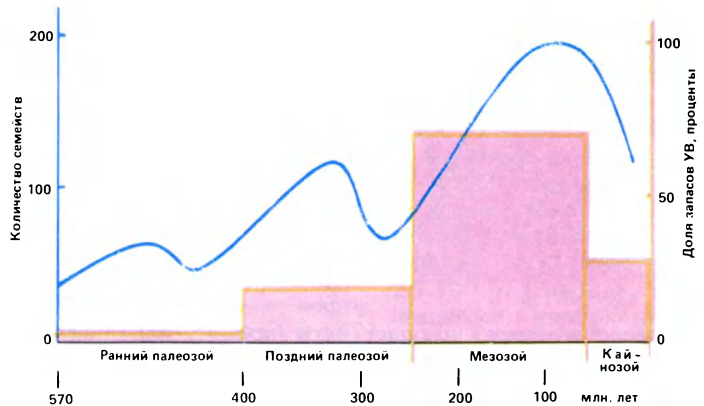
Первичная миграция нефти и газа в рифтовых структурах происходит при отжиме поровых и связанных вод в уплотненных и разогретых осадках. Горячие флюидные потоки служат мощным средством извлечения «зрелых» нефтяных углеводородов из нефтематеринских пород и перемещения их в коллекторские толщи, где накоп-

Геологический профиль через Мало-Антильскую островную дугу. В центре — огромное осадочное тело (аккреционная линза). Активный грязевой вулканизм указывает на существование в недрах жидких и газообразных углеводородов

ливаются залежи нефти. Причем в процессе выноса углеводородов важную роль будет играть углекислый газ (СО₂) — в его присутствии нефть намного легче растворяется в воде. Зоны нефти и газонакопления обычно тя-

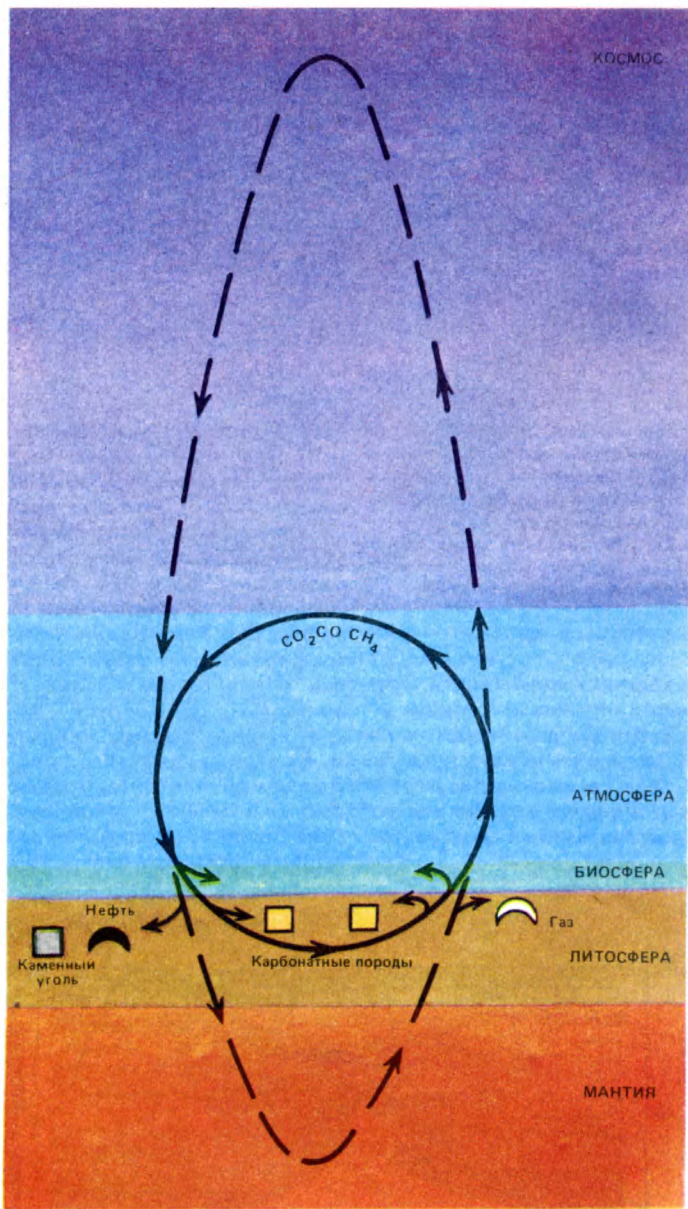
мые вместилища для нефти и газа.

Геологические события совсем иного типа протекают в зонах субдукции. Но результат их такой же — здесь рассеянная органика также ускоренно преобразуется в нефть. В зонах поддвига литосферных плит происходит два очень важных явления: во-первых, образуются **аккреционные призмы** (линзы) и, во-вторых, вместе с пододвигаемой плитой в мантию проскальзывают **океанические осадки**. Аккреционные призмы формируются в том



готуют к системе ступеней, которую образуют склоны рифтовых структур, и к крупным выступам в осевой части рифтов. А ловушки чаще всего образуются там, где ступени секутся поперечными разломами. Такая своеобразная мозаичная система блоков создает необходи-

Возрастание «волн жизни» сопровождается увеличением запасов углеводородов в земных недрах. Синяя кривая — изменение количества семейств органического мира. Красные четырехугольники — удельное изменение запасов углеводородов в отложениях геологических эр



можной нефтегазоносности практически еще не изучены. Древние же призмы аккреции на суше геологи пока не научились распознавать в сложной структуре горноскладчатых областей.

Проскальзывание осадков в зону поддвига плит приводит к интересным результатам. Сюда океанические осадки приходят с высоким содержанием органики, порой до 30 %, к тому же они попадают в область высоких температур мантии. В такой зоне жесткого режима с температурой 100—400 °С осадки могут пребывать около 1—2 млн лет. Возникают своеобразные перегонные кубы, где в сравнительно короткое геологическое время рассеянное органическое вещество **трансформируется в нефть**. В этих же условиях начинается дегидратация океанической коры: поровые и кристаллизационные воды превращаются в горячие флюиды с температурой до 400 °С и давлением более 20 МПа. Перегретый пар и термальные воды стремятся уйти из-под зоны поддвига в область меньшего давления, и на своем пути они неизбежно начинают выжимать, растворять и выносить микроневфть из вмещающих пород. А затем, в относительном далеке от зоны субдукции, термальные воды с растворенными углеводородами будут разгружаться и образовывать **скопления нефти и газа**.

Круговорот углерода в природе. Сплошная линия — традиционное понимание, пунктирная — круговорот, охватывающий мантию Земли и космическое пространство. Нисходящие и восходящие ветви круговорота сливаются при подходе к биосфере

дуги (процесс скрепинга). В результате вдоль всего фронта субдукции нарастает «куча» осадочного материала, в котором содержится и рассеянная органика. Высокая температура недр обеспечивает здесь благоприятные условия для рождения нефти. Однако пока это только теория. Современные аккреционные призмы, возникающие у океанских побережий, с точки зрения их воз-

Такой механизм рождения нефти, впервые предложенный в нашей стране О. Г. Сорохтиным, дает возможность понять ряд фактов, которые трудно было объяснить с позиции классической органической концепции происхождения нефти. Во-первых, становится понятным, почему в некоторых местах земного шара образуются огромные скопления углеводородов, например в Персидском заливе, в Венесуэле, За-

случае, когда с погружающейся плиты соскребаются осадки и приращиваются к внешнему склону островной

падной Канаде. Если исходить из принятого «органиками» механизма, когда залежи образуются при прохождении подземных вод с растворенными в них углеводородами через антиклинальные ловушки, то для образования таких больших нефте- и газоакопленей потребовалась бы огромная нефтесборная площадь. Однако в реальных геологических условиях этого нет. Теперь же все объясняется сравнительно просто: органическое вещество, из которого образовалась нефть, длительное время поставлялось к зоне поддвига «конвейером» литосферных плит, а сама нефтесборная площадь в несколько раз могла превосходить современные нефтегазоносные бассейны.

Во-вторых, механизм, предложенный О. Г. Сорохтиным, отводит одно из важнейших утверждений «неоргаников» — о присутствии углеводородных газов и даже жидкой нефти в вулканических выделениях. При возгонке углеводородов в верхние слои литосферы какая-то их доля попадает в эти огненные зоны и выходит вместе с газами на поверхность Земли. В то же время вулканическая часть островной дуги, через которую углеводороды должны пройти из своей «купели», то есть из зоны субдукции, к месту накопления, не будет таким уж непреодолимым препятствием для них. Ведь вулканы расположены лишь в отдельных тектонических узлах, как правило на пересечении разломов, не образуя сплошного заслона.

И наконец, в рамках предложенного механизма образования углеводородов является мощным фактором вытеснения микронепти из материнского пласта — это перегретый водяной пар. С его помощью нефть и газ попадают в пористые породы — коллекторы, мигрируют из зоны поддвига в крае-

вые области прилегающего континента, где и формируют месторождения.

Изложенная геодинамическая модель привлекательна еще и тем, что в процессе нефтегазообразования допускается участие глубинных флюидов (в основном газообразных), поступающих в земную кору из мантии. Мощный газо-водяной поток, состоящий из горячих водяных паров, водорода, диоксида углерода, метана и других газов, насыщает земную кору как раз в зонах рифтов и субдукции. Вряд ли сейчас можно отрицать, что в рождении углеводородов участвуют глубинные эманации, среди которых находится и метан. Но делать из этого далеко идущие выводы о неорганическом происхождении нефти и газа было бы преждевременным.

КОЛОВАРЩЕНИЕ УГЛЕРОДА

Если вникнуть в суть дискуссий о генезисе нефти между «органиками» и «неорганиками», то нельзя не заметить: она ведется вокруг источника углерода, слагающего углеводородные соединения нефтей. Каков он, этот источник — биогенный или абиогенный?

Спор можно разрешить, проследив круговорот углерода в природе. В. И. Вернадский считал, что углерод и его соединения, участвующие в формировании нефти, газа, каменного угля и других горючих пород, — это часть глобальной геохимической системы круговорота углерода. Живому веществу биосферы В. И. Вернадский отводил при этом ведущую роль. Геохимическую систему всего природного углерода и живого вещества биосферы выдающийся ученый называл «жизненным циклом». Согласно его представлениям, из «жизненного цикла» периодически отделяют-

ся различные углеродсодержащие и углеводородные биогенные минералы: карбонаты извести, каменный уголь, нефть и другие битумы. «Все остальные происходят из них или образуют незначительные по сравнению с ними массы», — писал ученый. Однако круговорот углерода, по В. И. Вернадскому, ограничивался лишь атмосферой, гидросферой и земной корой.

А что если подойти к этому вопросу, используя новые достижения современной науки? Попробуем проследить тот путь, который проходит углерод и его соединения в своем коловращении. Самое распространенное вещество, переносщее углерод, — это диоксид углерода. Его масса в атмосфере оценивается в $4 \cdot 10^{17}$ г. Земная кора постоянно «вдыхает» углекислый газ, его захороненная масса в 500 раз превышает содержание этого газа в атмосфере Земли. Другим переносчиком углерода служит метан (CH_4), количество которого в земной тропосфере, по некоторым оценкам, составляет $(4 \div 5) \cdot 10^{15}$ г. Большинство ученых склонны считать, что основная масса метана тропосферы (до 80 %) — биогенного происхождения.

По расчетам Г. И. Войтова и Т. Г. Орловой, из тропосферы Земли и вод Мирового океана ежегодно выводится и захороняется $2,5 \cdot 10^{14}$ г углерода, содержащегося в карбонатных породах, и $5,8 \cdot 10^{14}$ г углерода, захороняемого в осадках вместе с остатками растений и животных. Для компенсации его утечки ежегодно в тропосферу должно поступать около 10^{15} г метана.

По мнению ряда исследователей, чтобы уравновесить метановый баланс, обязательно нужно учитывать глубинный метан. Следовательно, для пополнения запасов

CO₂ и CH₄ в атмосфере наша планета должна не только «вдыхать», но и «выдыхать» эти содержащие углерод газы. Потому В. И. Вернадский и ввел понятие о «газовом дыхании Земли».

Изучая древние толщи земной коры, мы можем прийти к неожиданному заключению. Оказывается, в слоях возраста 3,7—3,5 млрд лет имеются углеродсодержащие породы (например, древнейшие графитовые кварциты серии Амитоок в Западной Гренландии). Но в то далекое время на Земле практически не было жизни в нашем современном понимании. Она была представлена в основном лишь синезелеными водорослями, бактериями. Значит, круговорот углерода в атмосфере мог происходить и без активного участия живых организмов.

В более молодых породах, сформировавшихся за последние 600 млн лет, когда органическая жизнь была уже широко развита, накоплено $71,3 \cdot 10^{21}$ г углерода в карбонатных породах и $9,1 \cdot 10^{21}$ г углерода в рассеянном органическом веществе, угольных пластах, нефтях и углеводородных газах (по данным А. Б. Ронова). По оценке Г. И. Войтова, это в сотни тысяч раз больше, чем содержится сейчас углерода в атмосфере Земли, в тысячи раз больше, чем в Мировом океане, и почти в двадцать тысяч раз больше резерва углерода, фиксированного в живых и отмерших организмах биосферы.

А теперь обратим внимание на такой факт: в древние эпохи, когда органическая жизнь в видовом отношении была крайне ограничена и на нашей планете не было биосферы в ее современном понимании, углерод при своем колорватии не образовывал углеводородных соединений. Хотя и углерода и водорода на Зем-

ле было предостаточно. Но как только появилась биосфера с большим количеством типов, семейств, отрядов, родов и видов, тут же начался процесс образования и накопления углеводородов (в геологическом, конечно, масштабе времени). И стали расти запасы нефти и газа на Земле. В докембрийских образованиях (более 600 млн лет назад) залежи нефти еще весьма малы. Практически они отсутствуют. В нижнепалеозойских отложениях их доля оценивается уже в 3,1 %, в верхнепалеозойских — 3,7 %, в мезозойских — 68 %, в кайнозойских — 25,2 % (кайнозойская эра еще не завершена, она продолжается). То же самое можно сказать и о газе. Накопление его запасов следующее: 0,4 %, 26,3 %, 62 %, 11,3 % соответственно для этих четырех геологических периодов.

Таким образом, от древних эр к молодым «волны жизни» делаются все мощнее, а след за ними возрастают и удельные запасы углеводородов. Максимум обоих показателей приходится на вторую половину мезозойской эры, на юрский и меловой периоды (100—150 млн лет назад). Это говорит о том, что только с появлением и развитием биосферы во всем ее разнообразии и многообразии создались условия для появления нефти и газа. По оценкам ученых, через живое вещество весь углекислый газ атмосферы оборачивается за 6,3 года. А в последние 500—600 млн лет весь углеродный резерв атмосферы, Мирового океана и продукции живого вещества был обновлен 1850 раз! Это означает, что углерод, откуда бы он ни поступал на Землю, многократно «пропускается» через биосферу. При благоприятных обстоятельствах в прошлом происходила его

утечка и консервация в залежах нефти, газа и каменного угля, а также в карбонатных горных породах. Мы приходим, таким образом, к очень важному выводу: **появление биосферы на Земле приводит и к появлению углеводородной сферы.**

Если бы углеводороды рождались вне биосферы, то наверняка нефтяные моря плескались бы на Венере или Марсе. Однако в атмосфере «Утренней звезды» (хотя она и состоит на 93—97 % из CO₂, есть там и водород) углеводородных газов, например метана, обнаружить не удается. Это и понятно — на Венере отсутствует биосфера, там нарушена существующая на Земле цепочка превращений углерода и водорода в углеводороды. Подобная ситуация и на Марсе. В его разреженной атмосфере есть CO₂, CO, H₂O, углеводородные же газы отсутствуют. Нет углеводородных соединений и на Луне. Причина одна — безжизненность наших соседей по Солнечной системе. В то же время нельзя полностью отрицать возможность существования в космосе метана, но это самое простое соединение углерода с водородом. Для образования сложных углеводородных цепей, из которых состоит нефть, в космосе условия отсутствуют. Они появились только на Земле с развитием биосферы.

Если ограничиться традиционными рамками **углеводородного цикла**, охватывающего атмосферу, гидросферу и земную кору, то весь углеродный резерв Земли, по данным Г. И. Войтова, должен исчерпаться за 50—100 тыс. лет. Этого, однако, не происходит. Следовательно, «работает» какой-то дополнительный источник, компенсирующий ежегодную утечку углерода. А точнее, таких источников два. Первый — углерод на нашу

планету поступает с метеоритным веществом. В настоящее время, в отличие от ранних стадий жизни Земли, приток космического углерода незначителен, по оценке Г. И. Войтова, это 10^{-18} % от количества, ежегодно захороняемого с органическим веществом. Второй (и на сегодня основной) источник углерода — мантия Земли. Обычно считают, что углерод выносятся на поверхность действующие вулканы. Однако, как показывают некоторые расчеты, вулканы поставляют в атмосферу Земли лишь 1—2 % от его количества, ежегодно теряемого атмосферой и гидросферой. Углерод высвобождается из недр при их дегазации, которая идет по всей поверхности Земли, а интенсивность ее возрастает в эпохи усиления тектонических движений. Только через рифтовые долины срединноокеанических хребтов ежегодно поступает на поверхность $4 \cdot 10^{14}$ г ювенильного углерода. Один лишь этот источник смог бы напитать земную кору углеродом за 200 млн лет. Как видим, потери углерода мантией Земли весьма существенны.

Но ведь углеродные запасы недр тоже не безграничны. По-видимому, должен быть какой-то механизм их пополнения. Такой механизм

есть — это затягивание осадков океанической коры в мантию в зонах субдукции, о котором мы уже упоминали. Вместе с осадками в мантию поступает и углерод, как в форме углеводородных соединений, так и карбонатных осадков. Значит, наряду с традиционным круговоротом углерода в природе, охватывающим поверхностные оболочки Земли, существует еще один цикл круговорота. «Сверху» он выходит за рамки околоземного пространства, «снизу» — за пределы литосферы. Но при этом углерод обязательно проходит через живые организмы биосферы.

И атмосферный углерод, и углерод из космоса усваивается растительными и животными организмами, перерабатывается в них, преобразуясь в органическое вещество. В дальнейшем происходит частичная утечка углерода и консервация его в литосфере в виде нефти, газа, каменного угля и карбонатных пород. Значительная часть углерода, согласно представлениям О. Г. Сорохтина и других исследователей, попадает через зоны поддвига в мантию Земли. Пройдя в ней сложные превращения, углерод в процессе «газового дыхания» недр вновь возвращается в лито-

сферу, гидросферу, биосферу и атмосферу. На этих восходящих ветвях круговорота также происходит утечка углерода. Он может консервироваться в газовых залежах, в горных породах. Большая часть его возвращается в атмосферу, частично рассеивается в околоземном космическом пространстве.

Такой всеобъемлющий взгляд на круговорот углерода в природе может в какой-то степени примирить «органиков» и «неоргаников», так давно спорящих о причинах генезиса нефти. Даже если из недр Земли и выделяется метан (неорганическое происхождение нефти), то входящий в него углерод когда-то был в живых организмах, проходил свое развитие в биосфере Земли (органическая гипотеза). А раз так, то любые углеводороды в конечном счете биогенны!

Не настала ли пора «органикам» и «неорганикам», наконец, собраться за «круглым столом» чтобы без взаимных упреков и обид обсудить проблему генезиса углеводородов? Это помогло бы ученым приблизиться к истине и, конечно, продвинуть вперед теорию и практику нефтегазовой геологии.

Молодежное творческое объединение «ИМПУЛЬС» изготавливает сферические зеркала для телескопов-рефлекторов
Ø 100—250 мм, стоимостью 75—350 руб.
(в зависимости от диаметра и точности),
Ø 300—450 мм стоимостью 500—5000 руб.

МТО «ИМПУЛЬС» изготавливает также диагональные зеркала, призмы любых конфигураций, светофильтры, в том числе интерференционные, и другие оптические детали.

Адрес: 607200 г. Арзамас-16, Горьковской области, ул. Шевченко, д. 16, кв. 16, Аверину В. Ю.

В полете орбитальная обсерватория «Гранат»

1 декабря 1989 года в 23 ч 21 мин московского времени в Советском Союзе ракетой-носителем «Протон» осуществлен запуск орбитальной обсерватории «Гранат». Международным проектом «Гранат» (Земля и Вселенная, 1989, № 3, с. 22.— Ред.) предусматривается проведение исследований космических источников рентгеновского и мягкого гамма-излучений. В частности, особый интерес для исследователей представляет область нашей Галактики, где вспыхивает источник неизвестной природы, излучающий в линии аннигиляции электрона и позитрона.

Орбитальная обсерватория «Гранат» массой 4 т создана в научно-производственном объединении

им. С. А. Лавочкина с участием многих конструкторских и промышленных предприятий страны. Общая масса установленной на ее борту научной аппаратуры 2, 3 т. Она создавалась учеными и специалистами Советского Союза, Франции, Дании и Народной Республики Болгарии. Основные телескопы новой астрономической обсерватории — АРТ-П (СССР) и «Сигма» (Франция), позволяющие получать изображения рентгеновских источников излучения в диапазоне энергий от 3 до 2000 кэВ. Телескоп АРТ-С может производить грубую спектрометрию в энергетическом диапазоне 3—150 кэВ. Комплекс научной аппаратуры для исследования гамма-всплесков представлен приборами «Конус», «Подсолнух», «Фебус» и «Вотч». Кроме того, в этих целях будет использоваться и телескоп «Сигма».

Орбитальная обсерватория «Гранат» выведена на высокоэллиптическую орбиту спутника Земли с параметрами:

— максимальное расстояние от поверхности Земли (в апогее) — 200 000 км;

— минимальное расстояние от поверхности Земли (в перигее) — 2 000 км;

— начальный период обращения — 98 ч;

— наклонение орбиты — 51,6°.

Орбита спутниковой обсерватории и емкая бортовая память (150 Мбит) обеспечивают возможность наблюдений длительностью 24 ч. Обсерватория будет действовать трое суток из четырех, в течение которых осуществляется один виток на орбите. Наземными станциями командно-измерительного комплекса Советского Союза в процессе полета будет осуществляться прием поступающей с орбитальной обсерватории научной информации и передача ее в Институт космических исследований Академии наук СССР для последующей обработки и распределения среди участвующих в проекте научных институтов и лабораторий СССР, Франции, Дании и Болгарии.

По материалам ТАСС

На орбите — комплекс «Мир»

Программой полета пилотируемого научно-исследовательского комплекса «Мир» предусмотрено введение в его состав специализированных модулей. Запуск одного из них — модуля дооснащения, в дальнейшем получившего название «Квант-2», — был запланирован на середину октября 1989 года, но по техническим причинам был перенесен на 26 ноября.

В это время экипаж комплекса — Александр Викторенко и Александр Серебров — продолжал выполнять запланированные исследования и эксперименты.

По программе геофизических экспериментов производилась съемка фото- и телеаппаратурой земной поверхности, в частности территории Украины, Молдавии, Краснодарского и Ставропольского краев, Прикаспийской низменности, Туркмении. Отрабатывалась методика передачи телевизионных космических снимков непосредственно потребителям в различные регионы Советского Союза.

Были продолжены исследования по программе комп-

лексного советско-кубинского проекта «Атлантика-89», во время которых с помощью стационарной фотоаппаратуры и спектрометрических приборов выполнялась съемка отдельных участков акватории Атлантического океана.

5 ноября в рамках международной программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера», космонавты начали выполнение съемок биосферных заповедников, расположенных в различных регионах планеты. Цель этих исследований — экологическая оценка состояния почв и растительности биосферных заповедников для изучения динамики процессов, происходящих в природе, и

Начало см. в №№ 3—5, 1986; 2—6, 1987; 1—6, 1988; 1—3, 6, 1989.

прогнозирования экологической обстановки на планете. 17 ноября выполнена серия геофизических экспериментов, целью которых было исследование структуры атмосферы. Эти работы проводились с использованием электронного фотометра методом измерения яркости звезд при заходе их за горизонт Земли.

Продолжались астрофизические эксперименты с использованием **магнитного спектрометра «Мария»**. Их задача — дальнейшее изучение механизмов генерации элементарных заряженных частиц высоких энергий в радиационных поясах Земли и околоземном космическом пространстве.

По плану астрофизических экспериментов 7 ноября с помощью **орбитальной обсерватории «Рентген»** проведены четыре рабочих сеанса наблюдений рентгеновских источников в центральной части нашей Галактики. 11—14 и 18 ноября объектом наблюдений был рентгеновский пульсар в созвездии Водолея.

На **установке «Галлар»** 7 ноября завершился шестидневный эксперимент по выращиванию в невесомости монокристалла окиси цинка. С целью получения полупроводникового материала с улучшенными характеристиками 28 ноября на этой установке выполнен очередной эксперимент по космическому материаловедению.

14 ноября космонавтами проведен ряд технических экспериментов по оценке точностных характеристик датчиков солнечной ориентации.

Для определения величины и характера микроускорений, возникающих в ходе полета орбитального комплекса, и оценки его динамических характеристик 17 ноября проведен **эксперимент «Резонанс»**.

Космонавтами проводи-

лось регламентно-профилактическое обслуживание системы жизнеобеспечения: 14 ноября произведена замена отдельных элементов в системе вентиляции, 21 ноября — блока очистки в системе регенерации воды из атмосферной влаги, 24 ноября — блока в системе кондиционирования воздуха.

По графику работ с автоматическим грузовым кораблем «Прогресс—М» 17 ноября с помощью его двигателя проведена коррекция орбиты комплекса, а 21 ноября — дозаправка баков объединенной двигательной установки станции компонентами топлива.

1 декабря в 12 ч 02 мин московского времени корабль «Прогресс—М» отделился от станции, затем он перешел на траекторию спуска, вошел в плотные слои атмосферы и прекратил существование. Этим завершился полет грузового корабля «Прогресс—М», введенного на околоземную орбиту 23 августа 1989 года. Программа испытаний усовершенствованного автоматического корабля новой серии выполнена полностью. На станцию «Мир» доставлено более двух тонн различных грузов, с помощью его двигателей проводились коррекция орбиты научно-исследовательского комплекса.

В соответствии с программой исследования космического пространства 26 ноября 1989 года ракетой-носителем «Протон» на околоземную орбиту выведен специализированный модуль «Квант-2» массой около 20 т. После запуска стало известно, что у «Кванта-2» не полностью раскрылась одна из двух солнечных батарей, что потребовало уточнения динамических характеристик, режимов полета модуля.

2 декабря после выполнения динамических операций и двухимпульсного маневра по коррекции орбиты моду-

ля был осуществлен переход на режим автоматического сближения с комплексом «Мир». Однако параметры взаимного движения космических аппаратов на этом этапе вышли за пределы принятого допуска, обеспечивающего заданный режим стыковки, поэтому дальнейший процесс сближения автоматически прервался.

После всестороннего анализа сложившейся ситуации и математического моделирования с постановкой экспериментов на наземных стендах были определены оптимальные режимы динамических операций, проведена коррекция траектории модуля «Квант-2» с целью функционирования новой орбиты, обеспечивающей стыковку космических аппаратов.

6 декабря 1988 года в 15 ч 22 мин московского времени осуществлена стыковка специализированного модуля дооснащения «Квант-2» с пилотируемым комплексом «Мир».

8 декабря в соответствии с программой полета орбитального научно-исследовательского комплекса «Мир» осуществлена перестыковка модуля «Квант-2» с осевого на боковой стыковочный узел переходного отсека станции. Все операции проводились в автоматическом режиме с использованием имеющегося на модуле механического манипулятора. После того, как манипулятор жестко зафиксировался в специальном приемном устройстве на переходном отсеке станции, произошло отделение модуля от осевого стыковочного узла станции, перемещение его в пространстве и установка на боковой стыковочный узел — штатное рабочее место модуля «Квант-2». Эти процессы контролировались Центром управления полетом и космонавтами А. Викторенко и А. Серебровым.

См. продолжение на с. 44



Мы уже представляли нашим читателям выходящий в США журнал Планетного общества «The Planetary Report» (Земля и Вселенная, 1988, № 4, с. 86), затем был опубликован перевод статьи из него (Земля и Вселенная, 1988, № 6, с. 43). Теперь мы предлагаем вниманию читателей еще одну статью из этого журнала, она была опубликована там в № 5 за 1988 год. В ней излагается разрабатываемый сейчас в США новый подход к исследованию Марса, который предполагается реализовать при осуществлении международной программы исследования этой планеты. Наша редакция рассматривает ее как продолжение начатого сотрудничества с американскими коллегами и надеется, что оно получит дальнейшее развитие.

Аэростат для Марса

Д-р ЛУИС Д. ФРИДМАН
Исполнительный директор Планетного общества

НОВЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ КОВАРНЫХ ЗЕМЕЛЬ

Поверхность Марса может оказаться весьма коварной для исследователей. Хотя посадка обоих блоков «Викингов» прошла благополучно (Земля и Вселенная, 1978, № 2, с. 56.— Ред.), большинство специалистов считают, что значительную роль в этом сыграло везение. И это при том, что для первых посадок на Марсе были выбраны безопасные места. Но безопасные места — это и наименее интересные места. В будущем хотелось бы осуществлять посадки в более интересных местах и исследовать марсианскую поверх-



ность, совершая путешествия по сильно пересеченной местности.

В 1977—1978 годах я возглавлял исследования в Лаборатории реактивного движения и Космическом центре имени Джонсона, в ходе

которых нужно было сравнить различные конструкции аппаратов для исследования Марса. Предполагалось продолжить изучение этой загадочной планеты, не ограничиваясь местами посадки «Викингов». В качестве наиболее подходящего средства мы рассматривали марсоходы, которые, как тогда считалось, способны проходить тысячи километров. Сейчас мы настроены менее оптимистично. Даже если использовать наиболее «умные» из существующих систем управления, за время одной экспедиции марсоход сможет обследовать лишь десятки или сотни километров сильно изрезанных пустынь, каньонов и гор Марса.

Мы столкнулись с тем, что, с одной стороны, надо было проводить обширные исследования довольно протяженных, имеющих самый разнообразный характер областей, с другой — детальное изучение их отдельных участков. Таким образом, кроме больших марсоходов мы изучали группы малых марсоходов, сбрасываемые устройства (переработанные варианты устройств, используемых министерством обороны для разведывательных целей), марсианский аэроплан, способный совершать полеты на большие расстояния низко над поверхностью, сеть пенетраторов, которые могли бы углубляться в грунт во многих точках, и орбитальные аппараты с их огромными возможностями дистанционных измерений. Мы не рассматривали аэростаты, так как считали, что из-за очень разреженной атмосферы «красной планеты» аэростат должен быть очень большим, чтобы он мог нести какую-либо полезную нагрузку.

Однако консультант нашего Общества Жак Бламон из Национального центра космических исследований в Париже предложил нам совершенно новую конструкцию аэростата. Он уже работал над аэростатами для советской программы исследования Венеры, в которой французы играли существенную роль. Надувной «марсианский шар» диаметром от трех до шести метров должен был сбрасываться на поверхность Марса, а затем перекатываться ветром. Приборы, находящиеся внутри него, могли бы при контакте с поверхностью проводить измерения. Идея была сочтена осуществимой, хотя и менее полезной, чем мы вначале надеялись. Ветер быстро занес бы шар в какую-либо впадину или кратер, на том бы все и закончилось.

Марсианский шар покори

многих тем, что он сочетал два необходимых для исследований Марса свойства: легкость в передвижении и способность преодолевать препятствия. Однако во избежание ловушки в низинах следовало бы разработать и устройства самостоятельного передвижения. В Аризонском университете, изучив эту идею, предложили создать большой марсоход с надувными колесами. Хотя он едва ли напоминал шар, название за ним сохранилось. Для движения использовалось последовательное наполнение и откачивание секций колес. Большие колеса позволяли преодолевать препятствия. Само создание марсохода такого типа стоило бы, вероятно, не очень дорого, однако для его передвижения потребовались бы большие затраты энергии, а его скорость была бы очень мала.

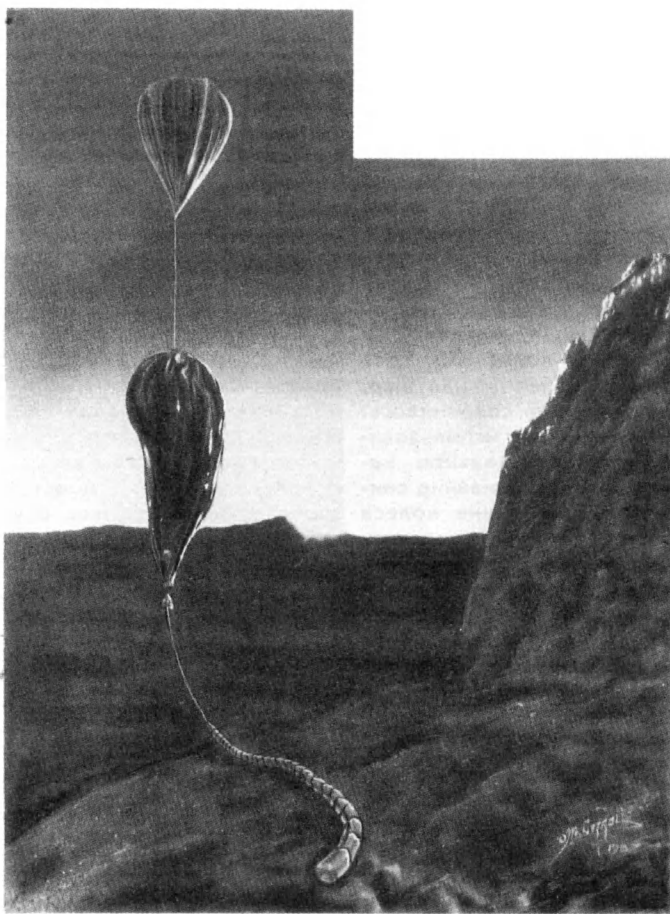
Тем временем доктор Бламон занимался в основном аэростатами, предназначавшимися для исследования Венеры в рамках программы «ВЕГА» («Венера — комета Галлея») 1984—1986 годов. Успешные эксперименты с аэростатами на Венере в 1985 году способствовали развитию интереса к применению аэростатов для планетных исследований. Хотя доктор Бламон следил за превращением марсианского воздушного шара в марсоход, он оставался твердым сторонником переносимого ветром аэростата как средства исследования марсианской поверхности.

В 1986 году, воодушевленный советской инициативой (международная программа исследования Марса — Земля и Вселенная, 1989, № 1, с. 19.— Ред.), он выдвинул идею создания двойного аэростата, который мог помочь доставке образцов марсианского грунта на Землю в конце века. В Советском Союзе рассматривают про-

грамму, состоящую из трех этапов: 1) исследование Марса с помощью орбитальных аппаратов, включающих некоторые сбрасываемые устройства (аэростаты и пенетраторы), 2) использование марсохода и 3) доставка образцов марсианского грунта на Землю. Доктор Бламон не питал больших надежд на удачную посадку и успешную работу марсохода, равно как и на создание искусственного интеллекта, способного обеспечить марсоходу достаточную подвижность.

Простота аэростата весьма привлекательна, но простой аэростат не позволяет осуществлять повторные контакты с поверхностью. Эта проблема решается двойным аэростатом. К наполненному водородом или гелием, более легкими, чем воздух, аэростату присоединяется нагреваемый Солнцем монгольфьер (название связано с братьями Монгольфье, запустившими в 1783 году наполненный дымом воздушный шар, что положило начало полетам человека). При этом в ночное время он во избежание повреждений не должен касаться грунта. Нагреваясь под лучами утреннего солнца, монгольфьер будет раздуваться и, поднимаясь, поднимать с грунта контейнер с приборами, а ветер будет переносить аэростат на большие расстояния.

Ночью, когда солнце не греет, монгольфьер будет терять свою подъемную силу, и удерживаемая над поверхностью только аэростатом, наполненным газом, система должна опускаться так, чтобы полезная нагрузка ложилась на грунт. При контакте с поверхностью, приборы будут проводить измерения, а во время дневного полета можно было бы получить изображения поверхности с высоким разрешением. Том Хайншаймер, представляющий фирму



На рассвете аэростатная система, подгоняемая ночным ветром, волочит за собой змеевидный контейнер с научными приборами. Верхний аэростат, наполненный водородом, удерживает в течение ночи в воздухе «спавшуюся» оболочку нижнего аэростата. Когда солнце нагреет оболочку, наполняющий ее марсианский воздух расширится, увеличится подъемная сила аэростата, и приборный контейнер оторвется от поверхности. После этого дневной ветер перенесет аэростатную систему к новому месту исследования (рисунок Майкла Кэррола)

«Титан системс инкорпорейтед», предложил дополнить монгольфьер Бламона клапаном. С помощью клапана можно было бы управлять

аэростатом, осуществляя многократные посадки и перелеты. Груз мог бы включать в себя длинный гайд-роп — канат, подвешенный под аэростатом, обеспечивающий ночное приземление и стабильную высоту над поверхностью. Стабильная высота обеспечивается благодаря тому, что канат, вольно по поверхности, действует как автоматически регулируемый балласт. Его можно использовать также как контейнер для приборов, исследующих грунт.

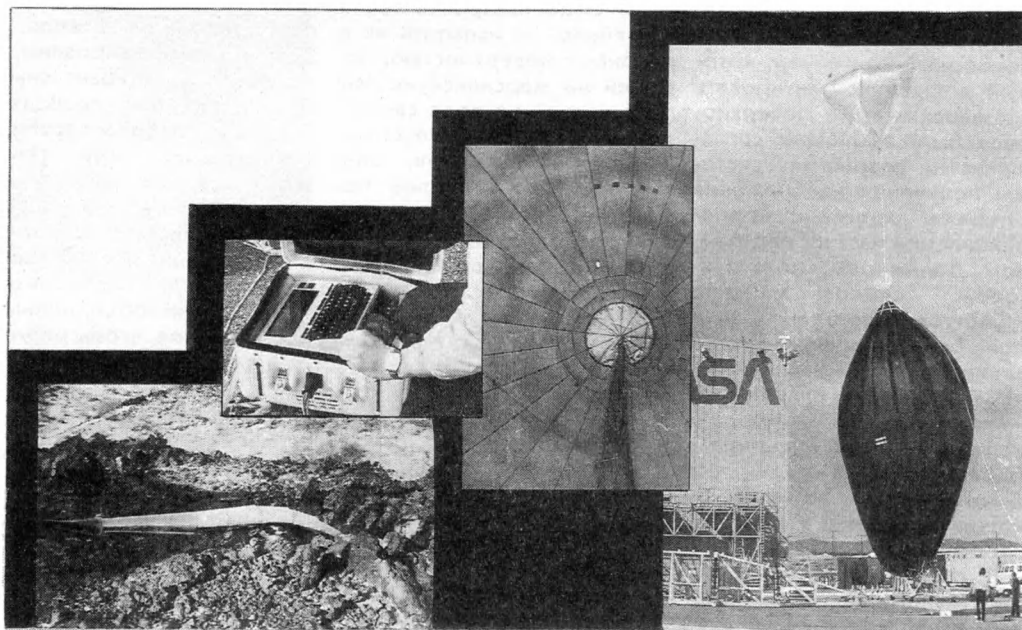
Конструкция Бламона — Хайншаймера давала изящное и простое решение проблемы исследования поверхности Марса, обеспечивая одновременно и исследование обширных пространств и

детальное изучение отдельных участков поверхности. Лучшего средства исследования поверхности планеты, во всяком случае в столь простой форме, никогда не предлагалось.

В один из своих частых приездов в Пасадену для работы в Лаборатории реактивного движения доктор Бламон поделился этой идеей в Планетном обществе. Идея нас очень заинтересовала и мы опубликовали статью доктора Бламона в номере «Плэнетари репорт» за май-июнь 1987 года. У нас возникло много вопросов, ибо мы понимали, что из-за ограничения массы полезной нагрузки аэростата и расходуемой энергии нам предстоит трудный выбор.

К сожалению, в начале 1987 года НАСА вообще не изучало концепцию аэростата, а занималось лишь классическим марсоходом как частью предлаженной программы доставки марсианских образцов. Французы были весьма заинтересованы, но их Национальный комитет не нес формальной ответственности за проработку концепции марсианского аэростата, так как еще не получил от Советского Союза приглашения принять участие в его программе. В СССР поговаривали о марсианском аэростате, но проектные исследования пока не были закончены. Советские ученые готовили предложения по конкурирующим концепциям марсианских аппаратов, которые в начале 90-х годов должны обеспечить получение данных, необходимых для выбора места посадки и доставки образцов в конце десятилетия.

Учитывая заявление советских ученых (в 1987 году. — Ред.), что орбитальный аппарат с аэростатом мог быть запущен на Марс уже в 1992 году, мы в Планетном обществе понимали, что необходимо срочно провести об-



ширные исследования осуществимости программы, особенно если у США есть перспектива участия в ней. НАСА не могло быстро выполнить эти исследования, поскольку на проходивших тогда переговорах о соглашении по космическим исследованиям об этой марсианской миссии не упоминалось. Мы поняли, что должны провести эти исследования сами.

Мы знали, что члены Общества поддержат нашу инициативу в исследовании проблем, подобных марсианскому аэростату, поскольку такие исследования могут ускорить изучение Марса. Мы предприняли это исследование, имея в виду три цели: ускорить проработку концепции, понять, насколько она осуществима для всех заинтересованных космических агентств (в Советском Союзе, во Франции и для НАСА), и увеличить для американцев шансы на участие в ее реализации.

Мы организовали научную рабочую группу и несколько

слева направо: змеевидный приборный контейнер, увлекаемый аэростатом, выползает из глубокой расщелины лавовых потоков в пустыне Мохаве. Он используется и как гайдроп, регулирующий высоту подъема аэростата. Оболочка контейнера должна быть достаточно скользкой и сочетать общую гибкость и локальную жесткость, позволяющие преодолевать препятствия.

Во время испытательных полетов в Эдвардсе (Калифорния) для регистрации температуры аэростата использовалась небольшая бортовая ЭВМ (снимки Дж. О. Бурке, Э. Хауптманна).

Верхняя часть монгольфьера, «надутого» теплом солнца калифорнийской пустыни. Виден клапан, который можно открыть, если нужно осуществить спуск.

Аэростатная система, изготовленная во французском Национальном центре космических исследований и присланная Лаборатории реактивного движения для испытательных полетов в Летном исследовательском центре НАСА в Драйдене. Видно, как расправляется черный баллон монгольфьера при нагревании Солнцем

раз собирались, чтобы оценить возможности применения аэростата для различных целей. Мы быстро пришли к выводу, что аэростат представляет уникальные возможности для получения изображений обширных областей с высоким разрешением и для контакта с поверхностью во многих точках, что позволит вести отбор и анализ образцов. Это было главным. Есть и другие предложения, однако мы не считаем их приоритетными.

В ходе нашей работы выяснилась еще одна важная задача — измерять электропроводность грунта, чтобы установить возможность присутствия воды в жидком состоянии под поверхностью. Хотя эти измерения очень важны для понимания истории марсианского климата и планирования экспедиций с людьми, их осуществимость спорна, и мы продолжаем изучать этот вопрос.

Учитывая эти выводы научной рабочей группы, мы на-

чали конструировать систему получения изображений и приборный контейнер, который должен контактировать с марсианской поверхностью. Было заключено соглашение на разработку системы получения изображения с «Белл аэроспейс корпорейшн», и в частности с Аланом Деламором, конструктором камеры аппарата «Джотто», благодаря которой были получены такие великолепные изображения ядра кометы Галлея. Что касается приборного контейнера, к нам присоединилась группа ученых и инженеров, с которыми нас объединяет общий интерес к этой новаторской идее.

В это время Лаборатория реактивного движения начала работу над финансируемым НАСА проектом малых марсианских аэростатов. Проект аэростата для Марса разрабатывался группой выпускников Калифорнийского технологического института, созданный Брюсом Муррем, аналогичная группа в Университете штата Юта была организована Фрэнком Реддом. Контракт на изучение марсианских аэростатных систем был заключен Лабораторией реактивного движения с фирмой «Титан системс». Доктор Хайншаймер, сотрудник этой фирмы, специалист по аэростатам, имеет большой опыт в конструировании, постройке и осуществлении полетов аэростатов на Земле. В 1987 году эти группы провели ряд исследований.

Обсуждались три разновидности приборного контейнера: гондола, подвешенная под аэростатом; использование волокащегося по поверхности Марса за аэростатом каната, вдоль которого размещается ряд приборов; и некая разновидность контейнера на колесах, который мы назвали «роллагоном». Все это нельзя было исследовать теоретически. Необходи-

мо было построить такие контейнеры и испытать их в районах с поверхностью, похожей на марсианскую. Мы отправились на поля свежих лавовых потоков пустыни Мохаве в Калифорнии, полагая, что они наиболее похожи на сильно пересеченную поверхность Марса. Были проведены две серии испытаний: одна с нагрузкой, подвешенной к пилотируемому монгольфьеру, и вторая с нагрузкой, подвешенной к шару, наполненному гелием и удерживаемому на свободной привязи людьми, двигавшимися по поверхности.

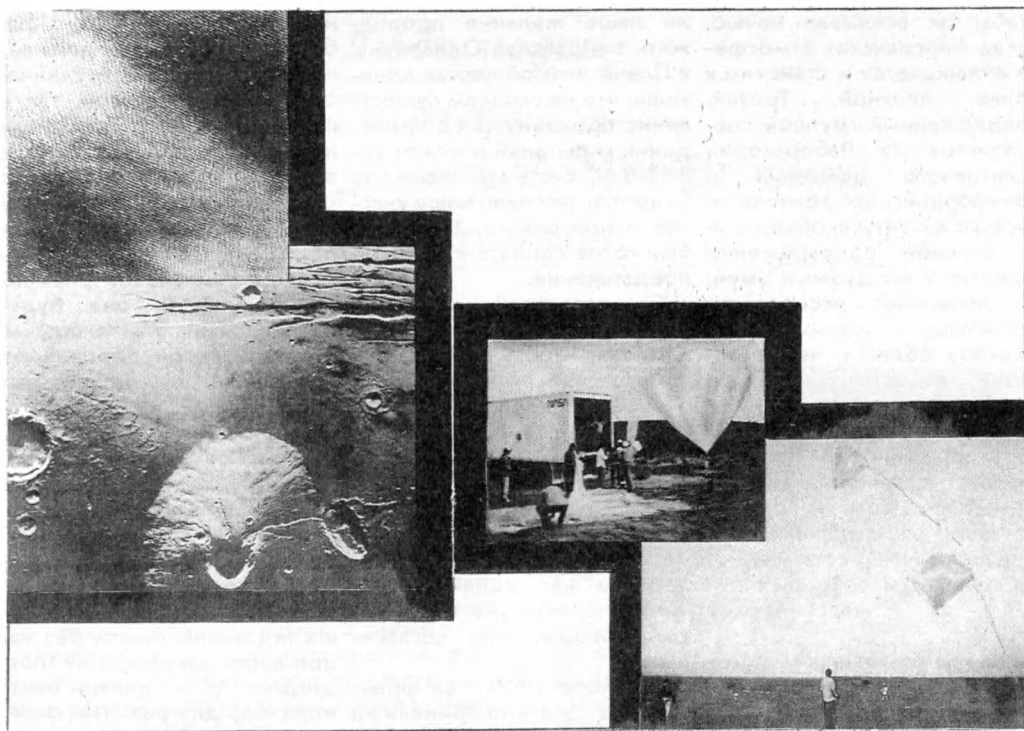
В результате этих испытаний мы пришли к выводу, что гондолоподобный контейнер на марсианской поверхности столкнется с большими трудностями и, скорее всего, застрянет в расщелинах или скалах, закончив на этом свою миссию. Змеевидный контейнер на гайдропе работал отлично и сравнительно легко проходил по различным типам участков. Роллагон, который теоретически казался весьма подходящим, быстро застревал в скалах или проваливался в расщелины.

Однако со змеевидным контейнером связана серьезная проблема — тепловой режим. Как обеспечить достаточно высокую температуру, необходимую для работы приборов, размещенных в нем, в условиях марсианского холода? Решения с использованием аккумуляторов или химических источников тока слишком сложны и предполагают большую массу. Батареи должны располагаться в конце «змеи», и их использование для нагревания приборов, расположенных вдоль каната, требует создания протяженной силовой сети. Инженеры Лаборатории реактивного движения нашли приемлемое решение: пуговичные нагреватели на радиоактивных изотопах, которые могут

быть размещены у каждого прибора (они дают тепло, но, будучи герметизированы, не являются радиоактивными «снаружи»). Они позволяют создать работоспособную конструкцию змеи. После этого все составляющие — оба аэростата, подвешиваемые приборы (в основном для получения изображений) и приборы для исследования грунта были объединены в единое целое, чтобы определить основные характеристики конструкции. Полезная нагрузка оказалась весьма ограниченной, но в результате проведенных в пустыне испытаний мы создали, как нам кажется, проект, на который можно положиться.

Были проведены и другие испытания: измерено время наполнения монгольфьера при нагревании лучами солнца и оценены летные характеристики двойного аэростата. Мы ощущаем определенное беспокойство в связи с этими характеристиками, поскольку применение аэростата представляет собой новый подход к исследованиям в неопределенных условиях. Мы использовали данные о ветре, полученные с помощью «Викингов», и модели атмосферной циркуляции, разработанные в исследовательском центре НАСА в Эймсе. У нас нет уверенности в надежности этих данных, однако они позволили прогнозировать работу аэростата, учитывая характеристики Марса в целом. Наши знания о различных местах на Марсе ограничены, и нас беспокоит, не окажутся ли условия там совершенно неожиданными. Необходима большая дополнительная работа по моделированию условий на Марсе и проведению опытных испытаний аэростата в модельных условиях.

Идея аэростата стала реальной благодаря сверхтонким материалам, с которыми сейчас экспериментируют во Франции. Изготовлены и



Сверху: безжалостные ветры Марса непрерывно перемещают мелкий песок и формируют из него гигантские поля дюн, более грандиозные, чем в Африке и на Аравийском полуострове. На снимке показан участок постоянно меняющегося под действием околполярного ветра огромного поля дюн, окружающего северный полюс Марса.

Ниже, слева направо: различные типы марсианской поверхности — вулканической, тектонический и сформированный метеоритными ударами. Марсиан-

ские вулканы напоминают земные, однако некоторые из них гораздо больше. На снимке господствует Керавийский купол, вулкан с 22-километровой кальдерой (внизу). По мере того как марсианская кора изгибается, растягивается или сжимается тектоническими силами, образуются трещины и морщинистые холмистые гряды (наверху справа). В древности в результате ударов метеоритов о покрытую льдом поверхность возникли ударные кратеры, окруженные размытыми кольцами выбросов с характерными ва-

лами у фестончатых краев (слева) (снимки Лаборатории реактивного движения НАСА)

На рассвете в пустыне Мохаве. Подготовка к дневным полетам, имитирующим марсианские. Французский аэростат наполняется гелием.

Аэростаты, оснащенные камерами, во время испытаний различных типов приборных контейнеров для Марса в условиях лавовых потоков вулкана Писга в Калифорнии

переданы Лаборатории реактивного движения малые аэростаты, более крупные модели испытывались во Франции. Полноразмерные аэростаты пока не строились, и материалы для них еще не изготовлены. Таким образом, хотя мы и уверены в осуществимости проекта, мы понимаем, что в этом новаторском эксперименте близ-

ки к пределу современных научно-технических возможностей.

В своих предложениях советским и французским коллегам мы рекомендовали наряду с идеей двойного аэростата на всякий случай изучить более простые возможности. Сейчас известны три таких проекта. Первый, советский, представляет со-

бой одиночный аэростат, заполненный легким газом, который может просто летать над марсианской поверхностью и, следовательно, не удовлетворяет требованию проведения контактных измерений на грунте. Второй, предложенный доктором Хайншаймером, — аэростат, в котором давление газа достаточно высоко,

чтобы он всплывал ночью, когда марсианская атмосфера охлаждается и становится более плотной. Третий, предложенный группой специалистов из Лаборатории реактивного движения и Калифорнийского технологического института, объединяет в себе одновременно аэростат и воздушный змей, он позволяет исследовать значительно меньшие по размеру области, чем летающий аэростат, но зато исключает удар о поверхность змеевидного приборного контейнера. Двойной аэростат признается наилучшим вариантом и служит основой продолжающихся французских аэростатных исследований и советских работ по марсианскому проекту.

Все три космических агентства с энтузиазмом восприняли доклад специальной рабочей группы, представленный Международной астрономической федерации в октябре 1987 года в Брайтоне, в Англии, и поддержа-

ли наше желание продолжить эти работы. Однако мы в Планетном обществе понимали, что не сможем существенно продвинуться в проведении испытаний и конструировании системы, если не будет согласовано наше участие в программе. Никто не был готов сделать нам такое предложение.

С советской стороны, однако, попросили нас сделать так, чтобы американцы продолжали участвовать в разработке идеи аэростата и, в частности, в определении задач и требований проекта. Советская сторона образовала международную научно-консультативную группу по марсианскому аэростату и просила нас содействовать привлечению к участию в ней американцев. Мы согласились.

В ноябре 1987 года французы официально приняли на себя ответственность за разработку марсианского аэростата для советского проекта, реализация которого намечена на 1994 год. Планет-

ное общество вместе с рабочей группой продолжает неформальное сотрудничество как с советской, так и с французской программами и проводит для них, хотя и в ограниченном объеме, определенные исследования, которые могут быть положены в основу деятельности официальной рабочей группы, когда она будет организована. Мы ожидаем, что это вскоре произойдет. Дополнительный доклад был представлен на советско-французской встрече в Москве в июле 1988 года.

Мы будем держать Планетное общество в курсе дальнейших работ по проекту. Во всяком случае, мы горды тем, что не только вели разработку аэростатных исследований Марса без какой-либо финансовой поддержки, но и сделали нечто полезное для развития этого нового метода исследований «красной планеты».

Перевод с английского
Г. А. ЛЕЙКИНА

См. начало на с. 36

Время перестыковки космического аппарата массой около 20 т составило один час.

В состав научной аппаратуры модуля «Квант-2» входят видеоспектральный комплекс с телеуправляемой стабилизированной платформой, многозональный космический фотоаппарат МКФ-6МА, ряд приборов для проведения биологических и технических экспериментов.

На модуле имеются установка, обеспечивающая автономное передвижение космонавта в открытом космическом пространстве, а также необходимые оборудование и инструменты для работы вне станции.

Модуль «Квант-2» оснащен системой управления движением с использованием силовых гиросtabilизаторов, системой энергопитания, но-

выми установками для получения кислорода и регенерации воды.

С началом функционирования модуля дооснащения «Квант-2» значительно улучшаются условия работы и жизни космонавтов, существенно расширяются возможности проведения научных исследований и экспериментов на борту пилотируемого комплекса «Мир».

12 декабря в соответствии с программой полета космонавты А. Викторенко и А. Серебров осуществили перестыковку корабля «Союз ТМ-8» с астрофизического модуля «Квант» на осевой стыковочный узел переходного отсека станции, на котором ранее находился модуль дооснащения «Квант-2». Переоснащение комплекса произведено для обеспечения более эффективного управления движением сложной

космической системы и дальнейших транспортных операций.

Перед расстыковкой космонавты перешли в транспортный корабль и закрыли люк. В 11 ч 23 мин московского времени произошло разделение космических аппаратов. Маневрирование на орбите, причаливание и стыковка экипаж выполнял с использованием системы ручного управления корабля «Союз ТМ-8». Во время облета комплекса космонавты осмотрели наружные элементы конструкции базового блока и модулей. Время нахождения корабля «Союз ТМ-8» в автономном полете составило около 20 мин.

По материалам ТАСС
Продолжение следует

Люди науки

Памяти Дмитрия Яковлевича Мартынова

22 октября 1989 года скончался видный советский астрофизик профессор ДМИТРИЙ ЯКОВЛЕВИЧ МАРТЫНОВ.

Заслуженный деятель науки РСФСР и ТАССР, доктор физико-математических наук, профессор кафедры астрофизики и звездной астрономии физического факультета МГУ, Дмитрий Яковлевич хорошо известен в нашей стране и за рубежом. Фундаментальные исследования в области физики тесных двойных систем, а также многосторонняя научно-организаторская деятельность Д. Я. Мартынова принесли ему международное признание. Он был членом Королевского Астрономического Общества, а также нескольких комиссий Международного Астрономического Союза (МАС). В течение нескольких лет возглавлял комиссию № 5 МАС. В разное время Д. Я. Мартынов был членом Президиума Астросовета АН СССР, президентом Всесоюзного астрономо-геодезического общества (с 1960 по 1975 годы), директором Астрономической обсерватории имени В. П. Энгельгардта (1931—1951), ректором Казанского государственного университета (1951—1954), директором Государственного Астрономического института имени П. К. Штернберга (1956—1976), главным редактором научно-популярного журнала АН СССР «Земля и Вселенная» (1965—1988), председателем Бюро астрономических сообщений Астросовета АН СССР.

Выдающийся педагог и популяризатор науки, он много сил отдал научно-общественной деятельности за 45 лет работы во Всесоюзном астрономо-геодезическом обществе и 30 лет — в обществе «Знание».

Д. Я. Мартынов награжден орденом Ленина, тремя орденами Трудового Красного Знамени и медалями. В 1975 году за успешное выполнение правительственного задания награжден орденом «Знак Почета». Имя Мартынова носит астероид № 2376, открытый Н. С. Черных 22 августа 1977 года.

Дмитрий Яковлевич Мартынов родился 7 апреля 1906 года в Керчи в семье народного учителя.



В 1922 году шестнадцатилетним юношей он поступил в Крымский университет имени М. В. Фрунзе в Симферополе, но там проучился только два года, так как университет был закрыт и студенты распределены по другим вузам страны. Д. Я. Мартынова перевели в Казанский университет на физико-математический факультет. Казань в то время славилась сильной астрономической школой, а университет имел две обсерватории — городскую и загородную (имени В. П. Энгельгардта). Закончив Казанский университет в 1926 году, Д. Я. Мартынов начинает работать вычислителем в городской университетской астрономической обсерватории. С 1927 года он — аспирант кафедры астрономии. Последний год аспи-

рантуры Д. Я. Мартынов провел в Главной астрономической обсерватории (Пулково), совершенствуясь в методах астрофизических исследований у выдающихся представителей Пулковской астрономической школы — А. А. Белопольского, С. К. Костинского и других. С осени 1930 года он работает в Казанской городской обсерватории ассистентом, а уже в 1931 году в возрасте 25 лет Д. Я. Мартынов становится директором Астрономической обсерватории имени В. П. Энгельгардта. В 1938 году ему была присвоена без защиты диссертации ученая степень кандидата физико-математических наук. С 1939 года он заведует кафедрой астрофизики Казанского университета. Все эти годы он читает различные курсы по астрономии в университете и педагогическом институте. В 1942 году Дмитрий Яковлевич блестяще защитил докторскую диссертацию на тему «Исследование периодических неравенств в эпохах минимумов затменных переменных». В ноябре 1944 года он награжден Орденом Трудового Красного Знамени, а в феврале 1945 года за выдающиеся заслуги в развитии астрономической науки Президиум Верховного Совета Татарской АССР присвоил ему звание заслуженного деятеля науки республики. Уже в эту пору он выпустил около 100 печатных научных работ и подготовил 8 кандидатов наук. В октябре 1951 года Д. Я. Мартынов был назначен ректором Казанского университета. Отсюда по конкурсу перешел в Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова на должность профессора кафедры астрофизики. С 1955 года он — заведующий кафедрой астрофизики МГУ, а с января 1956 года — директор Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга (ГАИШ). Обширная и плодотворная деятельность Д. Я. Мартынова на посту директора ГАИШа была направлена на оснащение института новыми инструментами, средствами обработки наблюдений, ЭВМ, создание наблюдательных баз в Крыму и в Казахстане, разработку новых перспективных научных направлений, связанных с запусками ИСЗ, с развитием новых методов рентгеновской, оптической, инфракрасной и радиоастрономии. Достигнув семидесятилетия, Дмитрий Яковлевич оставил пост директора ГАИШа, но продолжал возглавлять кафедру астрофизики и звездной астрономии МГУ.

Научная деятельность Д. Я. Мартынова началась очень рано — первая его работа, посвященная наблюдениям затмения Луны была опубликована в 1925 году, когда Дмитрию Яковлевичу было всего 19 лет. Он вышел из среды любителей астрономии и никогда не прерывал связи с ними, эффектив-

но содействуя популяризации и пропаганде астрономических знаний.

Вся деятельность Дмитрия Яковлевича была проникнута любовью и бескорыстной преданностью избранному научным направлениям, независимо от «веяния моды». Широкий кругозор и большая эрудиция Д. Я. Мартынова много раз помогали ему в выборе таких проблем для исследования, которые впоследствии оказывали значительное влияние на решение коренных проблем астрофизики.

Дмитрия Яковлевича глубоко интересовали затменные переменные и спектрально-двойные звезды, внутреннее строение звезд и звездная эволюция, физика планет, комет, малых тел и межпланетного пространства. Во всех этих областях астрономической науки Дмитрий Яковлевич получал существенные результаты.

В те годы советские исследования переменных звезд вышли на мировой уровень по качеству наблюдений и научному значению полученных результатов. Большая заслуга в этом принадлежит Дмитрию Яковлевичу. После классических работ А. С. Эддингтона начала бурно развиваться теория внутреннего строения звезд и звездной эволюции. Для проверки выводов этой теории требовалось знание таких важнейших характеристик звезд, как массы, радиусы, плотности, светимости. Дмитрий Яковлевич одним из первых понял огромную важность двойных звезд для решения основных проблем внутреннего строения звезд и звездной эволюции и вместе с корифеями астрофизики — Г. Н. Ресселом, А. С. Эддингтоном и другими содействовал появлению нового направления в астрофизике — **физических методов исследования двойных звезд**. Это направление дало много уникальных результатов.

Д. Я. Мартынов совместно с Б. В. Кукариным, П. П. Паренаго и В. П. Цесевичем стал инициатором выпуска первой в СССР трехтомной монографии, посвященной переменным звездам и методам их исследования. Эта монография вышла в 1939—1947 годах. Второй ее том — «Затменные переменные звезды», написанный Д. Я. Мартыновым, и сегодня считается настольной книгой любого специалиста по двойным звездам. Большую часть монографии составили оригинальные и очень важные исследования автора.

Например, «тонкие эффекты» и, в частности, эффект отражения, подробно рассмотренный Д. Я. Мартыновым в 40-х годах, до настоящего времени остается основным источником информации об оптическом проявлении рентгеновских источни-

ков в составе тесных двойных систем (ТДС). Эффект эллипсоидальности оказался типичным для тесных двойных рентгеновских систем с сверхгигантами, и в настоящее время его исследование является мощным средством для идентификации рентгеновских источников с оптическими объектами, а также для определения масс компонентов в рентгеновских двойных системах.

Исследование проблемы **вращения линии апсид в тесных парах**, выполненное Д. Я. Мартыновым, в настоящее время имеет большое значение для экспериментального изучения внутреннего строения звезд, а проведенные им **статистические исследования ТДС** составляют основу современной теории эволюции двойных звезд с обменом масс. Еще в 30-е годы, за много лет до появления этой теории, Дмитрий Яковлевич подчеркивал неизбежность потери массы звездами в двойных системах.

Одним из важнейших результатов, полученных Д. Я. Мартыновым и имеющих фундаментальное значение для современной астрофизики, стало открытие им совместно с А. Д. Дубяго в 1929 году **явления поворота линии апсид двойной системы RU Единорога**. Дмитрий Яковлевич разработал методы интерпретации этого эффекта и определил **индекс политропы**, характеризующий распределение массы в теле звезды. Свои результаты Д. Я. Мартынов суммировал в монографии «Затменные переменные звезды».

В последние годы Дмитрий Яковлевич определил характеристики вращения линии апсид системы D1 Геркулеса, основываясь на десятилетнем ряде наблюдений этой системы.

Д. Я. Мартынову принадлежит важный вклад в изучение **нестационарных явлений в тесных двойных системах**. В 1950 году он открыл изменения блеска тесной двойной системы RX Кассиопеи, которые свидетельствуют о наличии газовых потоков в системе. Работы Д. Я. Мартынова, О. Струве и Дж. Сахаде в этой области основали новое направление в исследовании двойных звезд — изучение явлений нестационарности и переноса масс в тесных двойных системах. Эти работы стимулировали развитие современной теории эволюции ТДС. Как известно, двойственность и перенос масс были впоследствии открыты у ряда нестационарных объектов — новых, новоподобных и симбиотических звезд, компактных рентгеновских источников. Уместно заметить, что Д. Я. Мартынов выполнил большое количество наблюдений таких новых звезд, как: Новая Герку-

леса 1934, Новая Змеи 1948, Новая Лебедя 1948 и другие. Он провел самые ранние фотоэлектрические наблюдения Новой Лебедя 1975 еще на восходящей ветви ее кривой блеска. Являясь превосходным наблюдателем, крупным специалистом в практической и экспериментальной астрофизике, Дмитрий Яковлевич выполнил обширные ряды наблюдений большого числа затменных переменных звезд и интерпретировал их в различных моделях тесной звездной пары. Эти результаты стали существенным вкладом в общий фонд науки о затменных и переменных звездах.

Д. Я. Мартынов внес много нового в релятивистскую астрофизику. По его инициативе в СССР были начаты регулярные оптические наблюдения рентгеновских источников, входящих в ТДС.

В науке о двойных звездах было мало подъемов и спадов. Если в 60-е годы многим казалось, что двойные звезды почти полностью исчерпали себя, то в 70-е годы благодаря успехам рентгеновской астрономии, развитию теории эволюции двойных звезд и появлению новых возможностей наблюдательной астрономии произошло резкое повышение интереса исследователей к двойным звездам. Дмитрий Яковлевич постоянно напоминал студентам и аспирантам, что мода в науке отнюдь не может быть критерием важности и значимости того или иного научного направления. Именно в 50—60-е годы Д. Я. Мартынов совместно с М. И. Лавровым и С. Н. Корытниковым создает фундаментальный труд — «Библиографию спектрально-двойных звезд», в четырех выпусках которой содержатся сведения о 2300 звездах. Эта библиография до сих пор с успехом используется специалистами в различных областях астрономии. Именно в эти годы Дмитрий Яковлевич проводит свои наблюдательные и теоретические работы по системе RU Единорога, выводит окончательные элементы орбиты и получает данные о распределении плотности в теле звезды.

Дмитрий Яковлевич постоянно заботился об оснащении ГАИШа наблюдательной техникой, о развитии новых наблюдательных баз: Крымской станции, Высокогорной Алма-Атинской экспедиции, будущей Среднеазиатской обсерватории. Дмитрий Яковлевич руководил обширными исследованиями по спектрофотометрии и фотометрии звезд: он выполнил новые определения видимых звездных величин Солнца и Луны, необходимые в большинстве практических расчетов по астрофизике; проводил исследования по разработке фотографической пленки с визуаль-

ной спектральной чувствительностью, руководил работами по расчету, проектированию и изготовлению одного из первых и крупнейших в СССР телескопов системы Шмидта для Энгельгардтовской обсерватории.

Д. Я. Мартынов многократно представлял отечественную астрономию на международных конференциях и активно участвовал в организации Генеральной Ассамблеи Международного Астрономического Союза (Москва, 1958 год).

Дмитрия Яковлевича отличало исключительное трудолюбие, честность и беспредельная любовь к науке. Общение с Дмитрием Яковлевичем всегда обогащало и приносило радость. Светлая память о Дмитрие Яковлевиче Мартынове навсегда сохранится у всех, кто его знал.

Группа товарищей

Новые книги издательства «Наука»

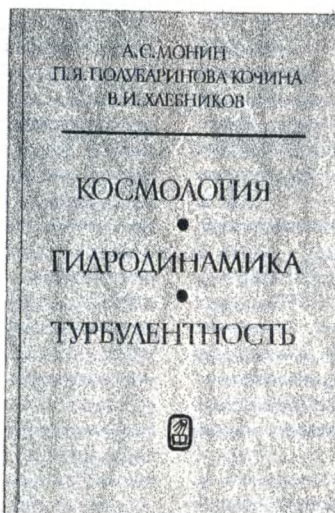
О Фридмане и его научном наследии

Светлой памяти Александра Александровича Фридмана посвятили свою книгу «Космология, гидродинамика, турбулентность» А. С. Мониин, П. Я. Полубаринова-Кочина, В. И. Хлебников. Книга вышла в 1989 году. Она содержит четыре главы.

Первая глава представляет собой очерк жизни и деятельности А. А. Фридмана. Авторы справедливо подчеркивают, что хотя «минуло 100 лет со дня рождения Александра Александровича Фридмана и 63 года после его смерти, а легендарная личность этого выдающегося математика и естествоиспытателя продолжает привлекать к себе неослабевающее внимание как специалистов, так и всех интересующихся историей науки».

Жизнеописание А.А. Фридмана включает много интересных фактов из биографии и деятельности ученого.

Вторая глава называется «Космология». Это обстоятельный обзор, дающий читателям прежде всего доступное представление об основных идеях общей теории от-



носительности, на которых строится здание современной космологии. А далее рассматриваются космологические модели Фридмана, гидродинамическая и кинетическая теории возмущений, физические процессы в моделях «горячей Вселенной» и «раздувающейся Вселенной».

«Геофизическая гидродинамика» — название третьей главы (первой в мире книгой об этом

авторы признают книгу А. А. Фридмана «Опыт гидромеханики сжимаемой жидкости», 1922 год). В главу включен обширный материал: от основных представлений о физической гидродинамике до таких ее приложений, как теория прогноза погоды и общая циркуляция планетных атмосфер.

В заключительной главе («Турбулентность») сначала дается описание турбулентных течений и рассматривается соответствующий математический аппарат, а затем авторы переходят к приложениям в технике (течения в трубах, каналах и другие), геофизике (турбулентность в стратифицированных течениях и другие), астрофизике (теория гидромагнитного динамо).

Каждая глава завершается обширным списком литературы.

Книга предназначена не только специалистам в области теоретической физики и механики. Она представляет интерес для студентов старших курсов и преподавателей высших учебных заведений, а также будет полезна любителям астрономии и геофизики, увлекающимся историей науки и следящим за развитием научного наследия ее пионеров.

Обсерватории и институты

Забытые страницы истории Пулковской обсерватории

(к 150-летию основания)

В. К. АБАЛАКИН

член-корреспондент АН СССР

директор Пулковской обсерватории АН СССР

История основания Главной астрономической обсерватории Академии наук СССР в Пулкове тесно связана с яркой и насыщенной многими интересными деталями и эпизодами историей развития естественных и точных наук в России.

Изучение точных наук было введено в России еще императором Петром Великим, который особое внимание уделял их практическим приложениям, особенно приложениям астрономии, содействовавшей успехам любезной сердцу царя «науки навигацкой».

Во время своих поездок в Данию и Великобританию Петр Великий никогда не обходил вниманием старейшие астрономические обсерватории. Так, из журналов астрономических наблюдений, изданных Королевским астрономом Великобритании Дж. Флемстидом под названием «*Historia Coelestis Britannica*», можно узнать, что 6 февраля и 8 марта (по старому стилю) 1698 года Петр Великий посетил знаменитую Королевскую Гринвичскую обсерваторию.

Запись от 8 марта 1698 года свидетельствует о наблюдении Петром Великим Венеры в момент ее верхней кульминации в Гринвиче.

После основания Петром Великим в 1724 году Санкт-Петербургской Академии наук вскоре, в 1725 году, была открыта и первая Российская астрономическая обсерватория, которая, по свидетельству Ж. Ж. Лаланда, была одной из наиболее великолепных в Европе. Петр Великий ясно осознавал и видел важное значение астрономической науки для изучения географии необъятной Российской империи. Астрономо-географические экспедиции, начатые в 1727 году учеными — членами Академии наук со-

вершались в дальнейшем весьма часто. Благодаря этому в начале XVIII века Россия превзошла все остальные развитые государства Европы в практических приложениях астрономических исследований к географическим (геодезическим) работам, несмотря на огромные трудности с перевозкой больших угломерных инструментов.

В хронике точных географических изысканий славное место занимают работы А. Д. Красильникова, Г. В. Краффта, Г. М. Ловица, И. И. Исленьева, С. Я. Румовского, П. Б. Иноходцева и других ученых. Российские астрономы впервые применили наиболее совершенные для своего времени методы геодезических измерений. Уже в 1740 году Ж. Н. Делиль попытался определить долготы Березова по наблюдениям Луны на переносном пассажном инструменте; И. И. Исленьев, ученик Л. Эйлера и А. И. Лекселя, вел с 1770 года систематические наблюдения кульминаций Луны и близлежащих звезд в зрительную трубу своего квадранта с целью определения долгот.

Учреждая Санкт-Петербургскую обсерваторию, Петр Великий не ограничивался одними лишь приложениями астрономии к географии. Инструменты, которыми обсерватория располагала в то время, равно как и заказанные впоследствии, свидетельствуют о том, что обсерватория была предназначена для астрономических исследований широкого масштаба.

Однако астрономы в Санкт-Петербурге вскоре признали эффективность обсерватории недостаточной из-за ее расположения в большом городе и традиционной архитектуры (они помещалась в башне наверху здания). Правда, уже к 1760 году обсерватория, директором которой в то

время был А. Н. Гришов, получила два первоклассных инструмента: большой стеной квадрант с радиусом круга в 8 футов и пассажный инструмент с фокусным расстоянием 5 футов работы известнейшего мастера — механика Берда. Гринвичская обсерватория, которую в то время возглавлял Дж. Брайлей, была единственным астрономическим учреждением на Западе, обладавшим инструментами столь же высокого качества.

А. Н. Гришов составил план создания и проект новой обсерватории, расположенной за городом, однако ни ему, ни С. Я. Румовскому не суждено было осуществить задуманное. Наконец, П. Б. Иноходцев, не имея возможности из-за преклонного возраста преодолевать 120 ступеней лестницы, ведущей на старую обсерваторию, построил себе небольшую частную обсерваторию возле Ботанического сада вблизи реки Фонтанки.

Два больших инструмента, заказанные у Берда, пролежали в упакованном виде четыре десятилетия, после чего, наконец, были установлены в двух боковых помещениях старой обсерватории, примыкавших к главному залу. Из-за очень неудачного расположения польза науке от них была крайне мала, хотя с их помощью Ф. И. Шуберт и В. К. Вишневы сумели выполнить свои замечательные по точности наблюдения двух больших ярких комет, появившихся в 1807 и в 1811 годах. Вскоре, однако, эти инструменты стали реликвиями прошедшего XVIII столетия.

Приобретение в 1827 году меридианного круга работы Эртеля не способствовало улучшению положения и выдвиганию Санкт-Петербургской обсерватории в ряд действующих. Отсутствие солидного фундамента, частые и сильные сотрясения инструментов от проезда карет и ломовых телег, близость дымовых труб огромного города и испарения от Невы не позволяли надеяться на реальный успех астрономических наблюдений, ставили под сомнение возможность существования обсерватории в черте города.

Проект вынесения обсерватории за пределы Санкт-Петербурга не осуществлялся в течение 75 лет из-за отсутствия подходящих для ее устройства мест вблизи Санкт-Петербурга, ограниченного на западе водами Финского залива, а на востоке и юге — болотистыми низменностями, окружающими Неву на протяжении более 20 верст. Единственная местность, более возвышенная и примыкающая к городу, была расположена к северу от него, на песчаных холмах, на которых находились владения графа А. Кушелева-Безбородко и Лесо-

технический институт. Однако и эта территория была крайне неудобной для строительства будущей обсерватории. Оставалось поэтому перенести обсерваторию либо в окрестности Царского Села, либо в места по соседству с селом Парголово. Но в XVIII веке достаточно легких и удобных средств передвижения не было, а потому удаление обсерватории на 20 верст от центра Санкт-Петербурга представлялось несовместимым с интересами Академии наук и работой астрономов.

В 1827 году Академия наук вновь вернулась к рассмотрению старого проекта переноса обсерватории за пределы столицы и поручила известному физику Г. Ф. Парроту составить план и смету строительства будущей обсерватории, определить ее бюджет и оснащение инструментами. Был выделен участок земли площадью в три десятины, предоставленный графом А. Кушелевым-Безбородко. Этот новый проект должен был доложить царю Николаю I министр народного просвещения князь А. К. Ливен.

Однако весной 1830 года Николай I одобрил план продолжения триангуляционных работ, направленных на измерение северной части дуги меридиана в России, и поручил руководство астрономо-геодезическими изысканиями молодому директору Дерптской обсерватории В. Я. Струве. В интересах этого огромного и важного предприятия, в котором принимали участие «знаменитейшие геометры трех народов», В. Я. Струве поехал за границу, чтобы заказать в Мюнхене несколько усовершенствованных инструментов. По возвращении из поездки в 1831 году В. Я. Струве доложил царю в присутствии министра народного просвещения о ее результатах. Последствия доклада В. Я. Струве превзошли все ожидания: царь распорядился увеличить в четыре (!) раза годовой бюджет Дерптской обсерватории и построить новую обсерваторию в южных окрестностях Санкт-Петербурга — на Пулковском холме. Впоследствии В. Я. Струве вспоминал, как, проезжая впервые мимо Пулково в 1828 году, он был столь поражен ландшафтом, что воскликнул: «Здесь, на Пулковском холме мы увидим в один прекрасный день Санкт-Петербургскую обсерваторию!» Действительно, зеленые поля и луга, окруженные в то время густыми лесами, представляли исключительно благоприятные условия для устройства астрономической обсерватории, так как полностью защищали ее от пыли расположенных поблизости больших дорог.

В октябре 1833 года был оглашен царский указ о строительстве обсерватории по проекту, разработанному Академией наук и представленному ее президентом

графом С. С. Уваровым, назначенным и на пост министра народного просвещения. 28 октября 1833 года было получено распоряжение Николая I о заказе астрономических «снарядов» и о выделении из государственной казны суммы в 100 тысяч рублей ассигнациями, чтобы с марта 1834 года начать строительные работы.

Первоначальный план будущей обсерватории в общих чертах совпадал с планом Дерптской обсерватории, но новая обсерватория должна была стать значительно больше по размерам, иметь две вращающиеся башни, более просторные и удобные жилые постройки для астрономов, пирамидальный павильон для телескопа Гершеля с фокусным расстоянием 20 футов и так далее. Смета на строительство и на приобретение новых инструментов достигала 130 тысяч рублей серебром. Телескоп Гершеля вместе с ахроматической зрительной трубой (фокусное расстояние 18 футов) и 4-дюймовым объективом, а также меридианный круг Эртеля передавались из старой обсерватории в новую. Остальные же четыре инструмента, наиболее значительным и важным из которых был 11-дюймовый телескоп на параллактической монтировке, должны были быть заказаны. Уваров назначил специальную комиссию из академиков В. К. Вишневского, П. Н. Фусса, Г. Ф. Паррота и В. Я. Струве для всестороннего изучения этого плана (осенью 1834 года академика Паррота как члена этой комиссии сменил академик Э. Х. Ленц).

В. Я. Струве неоднократно приезжал из Дерпта в Санкт-Петербург, чтобы участвовать в заседаниях комиссии. Ознакомившись детально с первоначальным планом, он пришел к выводу о «несоответствии его ни предназначению новой обсерватории, ни научной славе Отечества нашего».

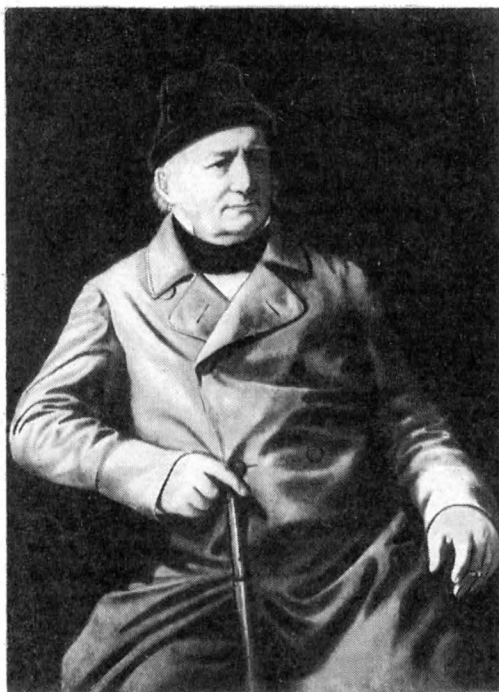
Комиссия под председательством почетного члена Академии наук адмирала А. С. Грейга, основавшего и построившего Николаевскую морскую обсерваторию, установила принципы и сформулировала цели решения всей проблемы:

1) четко определить характер и назначение новой обсерватории — она должна быть главной обсерваторией России и как таковая служить средоточием объединения работ всех остальных обсерваторий государства Российского;

2) наметить общий план наблюдений и работ в соответствии с названной целью; этот план зависел от выбора астрономических инструментов и от научного персонала учреждения;

3) назначить администрацию и службы обсерватории;

4) в соответствии со всеми этими дан-



Академик В. Я. Струве (1793—1864)

ными уточнить план строительства как самой обсерватории, так и жилых зданий и других вспомогательных помещений;

5) установить годовой бюджет расходов на содержание нового учреждения.

На основе тщательного обсуждения всех этих различных проблем комиссия сначала составила

— проект устава и бюджета обсерватории;

— программу внутреннего устройства здания обсерватории и вспомогательных строений, служащую отправной точкой для архитектора, которому будет поручено составление планов и сметы строительства обсерватории;

— список и предварительную оценку стоимости заказываемых инструментов.

Поскольку два члена комиссии выразили различные мнения об административных взаимоотношениях между научными сотрудниками обсерватории и о выборе архитектора проекта, то царь постановил, что только директор должен руководить работами научных сотрудников в тех пределах, в которых они совпадают с областью деятельности обсерватории. Административные обязанности возлагаются на того же директора, выступающего в качестве «глав-



Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория АН СССР

ного хозяина». Что же касается выбора архитектора, то император распорядился поручить составить план нового учреждения независимо двум профессорам архитектуры из Академии художеств.

Комиссия единогласно согласилась с тем, что Пулковский холм, возвышающийся на 35 саженей над уровнем вод Невы,— подходящее место для строительства новой обсерватории. В распоряжение Академии наук было передано 20 десятин земельных угодий. По распоряжению царя крестьянам, владевшим на передаваемых землях домами и фруктовыми садами, была отписана равноценная близлежащая территория с обязательством восстановления домов и переноса садов за счет казны. В этом же распоряжении было указано о запрете возведения каких бы то ни было строений в пределах одной версты от южной границы участка, принадлежащего обсерватории. Северная сторона не вызвала никаких опасений, так как весь крутой склон Пулковского холма вплоть до села Пулково принадлежал обсерватории, возвышавшейся над самим селом на 22 сажени.

Оба архитектора — А. П. Брюллов и К. А. Тон — представили свои проекты

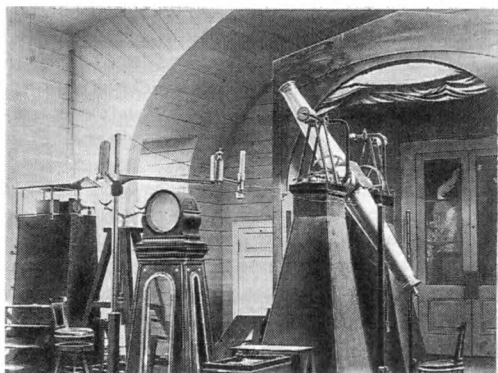
24 февраля 1834 года. Комиссия единодушно сделала выбор в пользу А. П. Брюллова, который и был назначен архитектором проекта новой обсерватории.

Во время очередной аудиенции у царя В. Я. Струве получил распоряжение отправиться за границу к лучшим европейским механикам и заказать им астрономические инструменты. Что касается расходов на эти цели, то В. Я. Струве получил "carte blanche".

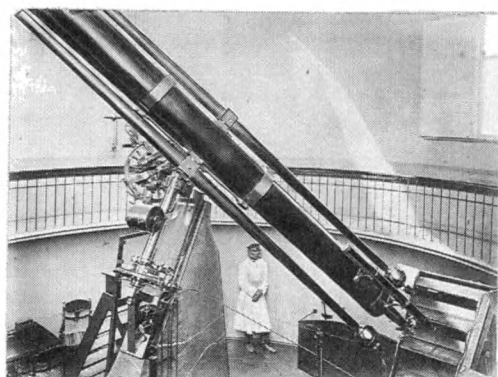
Строительство обсерватории началось весной 1834 года. В феврале 1835 года А. П. Брюллов представил на утверждение окончательную смету строительства, включая стоимость покупки и обработки камня для фундаментов инструментов, а также изготовления мебели: сметная сумма достигала 501 300 рублей серебром. Всего же было отпущено 600 150 рублей серебром.

Торжественный акт закладки первого камня обсерватории состоялся 21 июня 1835 года, а тремя годами позднее, 19 июня 1838 года, Николай I подписал указ, утверждавший штаты и устав новой обсерватории.

Летом 1839 года строительство было завершено, а закупленные В. Я. Струве инструменты прибыли из-за границы. Торжественное открытие Пулковской обсерватории состоялось 7 августа (по старому стилю) 1839 года в присутствии всех астрономов России. По выражению В. Я. Струве, «Пулковская обсерватория есть осуществ-



Большой пассажный инструмент работы механика Эртеля (Мюнхен, 1838 год)



15-дюймовый рефрактор работы механиков Мерца и Малера (Мюнхен, 1838 год)

вление ясно осознанной научной идеи в таком совершенстве, какое только было возможно при неограниченных средствах, дарованных высокими ее основателями». Уже в первые десятилетия она в полной мере оправдала возлагавшиеся на нее надежды в соответствии со следующими целями, определенными уставом обсерватории:

а) в производстве постоянных и сколько можно совершеннейших наблюдений, клонящихся к преуспеянию астрономии;

б) в производстве соответствующих наблюдений, необходимых для географических предприятий в Империи Российской и для совершаемых ученых путешествий;

в) сверх того, она должна содействовать всеми мерами к совершенствованию практической астрономии, в приспособлении ее к географии и мореходству и доставлять случай к практическим упражнениям в географическом определении мест».

Разумеется, эти три пункта не должны были ограничивать круг деятельности пулковских астрономов: они подразумевали, что пулковские астрономы, как говорил позднее О. В. Струве, будут служить своей науке не только работами, обязательными по букве устава, но предпочтительно посредством собственного свободного умственного труда. Возвысить новую обсерваторию до такого уровня с самого начала стремился В. Я. Струве. Хотя В. Я. Струве и говорил о рядах наблюдений как о главной задаче обсерватории, тем не менее он считал, что эти наблюдения не должны публиковаться в виде простого фактического материала, а лишь как завершённый научный труд, то есть после тщательной обработки и точного анализа. Поэтому он искал не механических исполнителей, а мыслящих и способных к самостоятельной работе со-

трудников, оставляя за собой выбор их научной области. В то же время В. Я. Струве принял за правило обсуждать вопросы, связанные с улучшением и развитием научной деятельности обсерватории и даже важнейших хозяйственных вопросов на общих совещаниях со старшими астрономами.

В «Описании Главной астрономической обсерватории в Пулкове», изданном в 1845 году, В. Я. Струве сформулировал долговременную программу научных исследований, выполнение которой требовало от штата Пулковской обсерватории, состоявшего вначале (вместе с механиком и смотрителем) из шести человек, такого же самоотверженного труда, каким отличался ее директор В. Я. Струве.

Каждому инструменту были намечены определенные конкретные задачи:

— большому пассажному инструменту Струве — Эртеля — составление фундаментального каталога прямых восхождений по наблюдениям звезд от 1^m до 4^m между 15° южного склонения и северным полюсом;

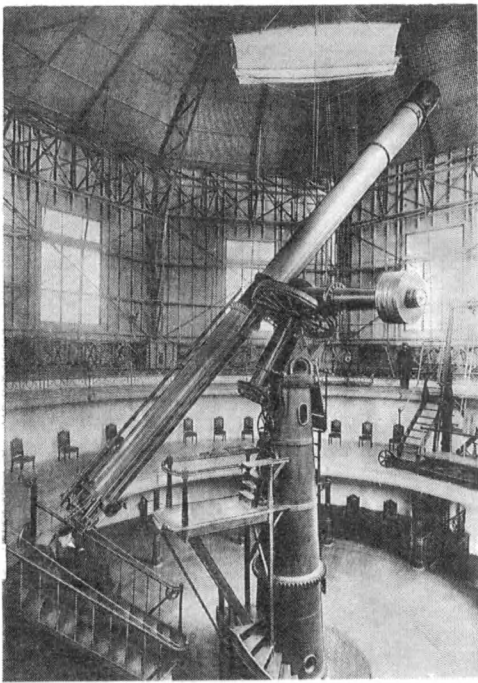
— вертикальному кругу Струве — Эртеля — составление фундаментального каталога склонений тех же звезд;

— меридианному кругу Репсольда — составление точного каталога координат звезд от 1^m до 7^m ;

— пассажному инструменту Репсольда — новое определение постоянных аберрации и нутации;

— большому рефрактору с 15-дюймовым объективом — по возможности непрерывные микрометрические определения относительных положений и движений близких друг к другу небесных объектов (двойные и кратные звездные системы, спутники больших планет);

— гелиометру — решение задачи, по-



30-дюймовый рефрактор работы оптика Кларка. У инструмента — академик О. В. Струве

ставленной для большого рефрактора, но для светил с большими взаимными расстояниями.

В своем плане астрономических наблюдений Пулковской обсерватории В. Я. Струве предусмотрел участие всех российских обсерваторий в определении координат звезд до 7^m . Этот план всецело отразил точку зрения В. Я. Струве на звездную астрономию. В нем были реализованы принципы работ в области абсолютных и дифференциальных определений координат звезд, из которых первые принесли Пулковской обсерватории славу «астрономической столицы мира». Впервые со времен знаменитого Дж. Брайля В. Я. Струве возобновляет «специализацию» инструментов по определяемым координатам, предоставляя каждому из них делать то, к чему он наилучшим образом приспособлен. Практически неограниченное финансирование позволило В. Я. Струве заказывать самые лучшие инструменты у самых лучших мастеров в Мюнхене и Гамбурге. Истоки идей В. Я. Струве восходили к его знаменитому земляку Фридриху Бесселю, разработав-

шему основы выполнения и обработки астрономических наблюдений.

Осуществление грандиозного плана В. Я. Струве ознаменовалось составлением трех знаменитых фундаментальных пулковских каталогов 1845, 1865, 1885 годов. Они стали основой многих новых астрономических исследований. Следует отметить, что при обработке многолетних пулковских наблюдений были использованы новые точные значения постоянных прецессии, нутации и абберации, определенные в Пулковской обсерватории. Они получили распространение на многих обсерваториях мира, вплоть до 1896 года, когда им на смену пришла система астрономических постоянных гениального американского астронома Саймона Ньюкома. Одновременно с этими фундаментальными исследованиями в Пулковской обсерватории были выполнены важные работы, связанные с совершенствованием астрономических инструментов и часов, улучшением методики наблюдений, а также с построением теории астрономической рефракции и составлением знаменитых пулковских таблиц рефракции, которые неоднократно переиздавались с 1870 года. Стратегия дальнейшего развития исследований в области астрометрии была изложена В. Я. Струве в его «Описании Главной астрономической обсерватории в Пулкове» и принята в астрономических работах большинства астрономических обсерваторий мира. Этому способствовали работы пулковского астронома Х. Петерса, который своими определениями параллакс звезд из наблюдений с вертикальным кругом продемонстрировал исключительно высокую точность, оправдав надежды, возлагавшиеся В. Я. Струве на уникальный инструмент и его программу наблюдений.

В декабре 1890 года О. В. Струве, сына и преемника В. Я. Струве, на посту директора сменил выдающийся астроном Ф. А. Бредихин, известный своими исследованиями форм и динамики кометных хвостов. При нем в Пулковскую обсерваторию был открыт широкий доступ выпускникам Санкт-Петербургского и Московского университетов. Ф. А. Бредихин внес также новые веяния и в область пулковских астрометрических исследований. По предложению видного пулковского астронома М. О. Нюрена он включил в план научных работ наблюдения на большом пассажном инструменте и вертикальном круге свыше тысячи слабых звезд (от 5^m до 7^m) с целью составления нового пулковского абсолютного каталога, звезды которого были равномерно расположены по небесному своду (на каждые 25 кв. град приходилась по крайней мере одна звезда из нового каталога).

В отличие от первых пулковских каталогов, «Пулковский каталог 1900 года» давал более удобную основу для относительных меридианных наблюдений звезд. Позднее были созданы пулковские абсолютные каталоги 1905 и 1930 годов, которые включают как «главные» звезды плана В. Я. Струве, так и «дополнительные пулковские» звезды (более 550). Благодаря этому пулковские астрономы стали активно участвовать в таких больших международных предприятиях, как составление фундаментального каталога Астрономического общества¹ FKAG и других каталогов. Новый подход к составлению абсолютного каталога, выдвинутый Нюреном и Бредихиным, был независимо и одновременно сформулирован в плане создания фундаментального каталога, необходимого для обработки астрофотографий по проекту *Carte du Ciel* (Фотографическая карта неба). Этот каталог был дополнен «главными» и «дополнительными» пулковскими звездами и «дополнительными» звездами Капской обсерватории (на мысе Доброй Надежды), по решению конгресса *Carte du Ciel*, состоявшегося в Париже в 1909 году. Общий список содержал 3064 звезды и получил название «Списка Баклунда — Хофа» в честь О. А. Баклунда — директора Пулковской обсерватории — и С. Хофа — директора Капской обсерватории. К этому периоду относятся крупные перемены в Пулковской обсерватории, связанные с организацией ее южных филиалов: в 1898 году в Одессе было создано отделение, перенесенное в 1912 году в Николаев, в Морскую обсерваторию, существовавшую с 1821 года. В 1908 году почетный член Академии наук Н. С. Мальцев передал Пулковской обсерватории свою обсерваторию в Симеизе. В Симеизском отделении проводились исследования в области фотографической астрометрии и астрофизики.

Наблюдения звезд списка Баклунда — Хофа были выполнены на 9 обсерваториях мира, в том числе в Пулковской обсерватории и ее Николаевском отделении. В результате появились пулковский и николаевский каталоги 1915 года. Этим Пулковская обсерватория внесла большой вклад в составление *Carte du Ciel*. Оно было начато братьями Полем и Проспером Анри, астрономами Парижской обсерватории при участии механика П. Готье и активной поддерж-

ке адмирала А. Э. Б. Муше, директора Парижской обсерватории. Таким образом осуществилась мечта Эдуарда Пиккеринга и Дэвида Гилла о приложении фотографии к составлению звездных карт.

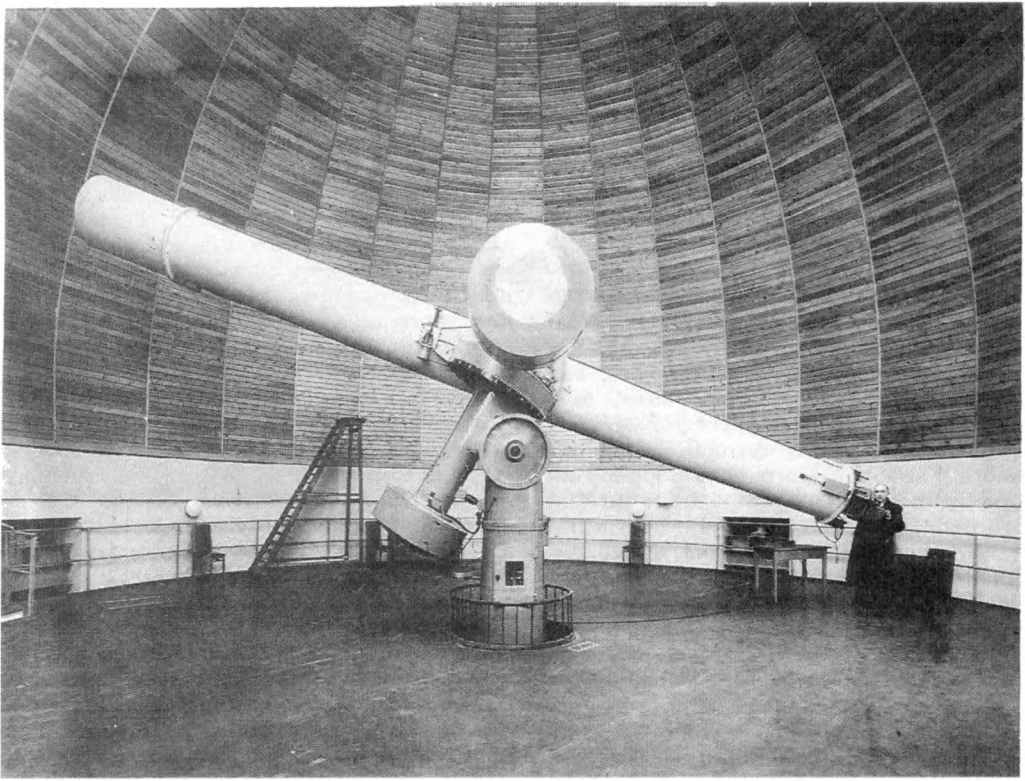
Отметим, что фотографический метод наблюдений был применен в Пулковской обсерватории в 1874 году при наблюдении декабрьского прохождения Венеры по диску Солнца на фотогелиографе. С этим же инструментом в течение 1884—1888 годов фотографировались солнечные пятна для определения их гелиографических координат. Основателем пулковской школы фотографической астрометрии был С. К. Костинский, заложивший вместе с А. А. Белопольским фундамент Пулковской стеклотеки (сейчас в ней более 15 тысяч астрофотографий).

Астрофизические исследования в Пулковской обсерватории были намечены еще в плане работ В. Я. Струве в эпоху почти полного отсутствия физических методов в астрономии. В. Я. Струве подчеркивал важную роль наблюдений затмений, особенно солнечных. Анализ наблюдений, выполненных пулковскими астрономами, привел к результатам, имеющим важное значение для физики Солнца. В. Я. Струве предвидел необходимость всестороннего исследования свойств межзвездного вещества, которое могло дать ключ к пониманию законов поглощения света, а значит и к объяснению фотометрического парадокса Ольберса.

Как известно, сам В. Я. Струве получил богатейший материал для доказательства поглощения звездного излучения и выводов о строении звездного мира.

В то же время германский физик Г. Кирхгоф, обобщив огромный экспериментальный материал в области изучения спектров испускания и поглощения различных веществ, сформулировал свой знаменитый закон и сравнил лабораторные спектры со спектром Солнца. Возникло новое научное направление в астрономии — астроспектроскопия. Сначала к нему отнеслись скептически, так как возникали сомнения в возможности практических приложений. О. В. Струве начал астроспектроскопические наблюдения в Пулкове. Для этих исследований был приобретен щелевой спектроскоп, который позволил получить интереснейшие результаты в изучении спектров полярных сияний. В дальнейшем в Пулковской обсерватории была организована специальная астрофизическая лаборатория, в которой шведский ученый Г. Хассельберг проводил «земные» спектроскопические исследования в сочетании с астроспектроскопическими наблюдениями. Пополнение оборудования лаборатории диф-

¹ Германское Астрономическое общество («Astronomische Gesellschaft») по сути было международным, предшественником нынешнего Международного астрономического союза



26-дюймовый рефрактор фирмы «Карл Цейс Йена» (1943 год). У инструмента — профессор А. Н. Дейч

фракционным и двупризмным спектрографами и установкой с дифракционной решеткой дало возможность изучать спектры небесных объектов (от Солнца до комет и туманностей). Особого расцвета астрофизические исследования в Пулковской обсерватории достигли с приходом в обсерваторию ее третьего директора Ф. А. Бредихина и А. А. Белопольского. Период работы А. А. Белопольского в течение 44 лет составил целую эпоху в развитии Пулковской школы астроспектроскопии. А. А. Белопольский получил всемирное признание и славу.

Для астрофизических работ О. В. Струве приобрел самый большой в мире рефрактор с диаметром объектива в 30 дюймов. Отливка блоков из однородного оптического стекла была поручена фирме Мантуа во Франции. Шлифовка линз гигантского объектива весом около 200 кг была выполнена известнейшим американским оптиком А. Кларком. Монтровку теле-

скопа изготовила фирма «Репсольд и сыновья» в Гамбурге. Башню павильона возвели в Пулкове по проекту и под непосредственным руководством военного инженера П. Паукера.

Рефрактор был установлен в 1885 году и в течение первых лет использовался для микрометрических наблюдений наравне с 15-дюймовым рефрактором, а с 1892 года стал служить в основном для астроспектроскопических фотографических наблюдений. Так О. В. Струве устранил начавшееся было в 1870-х годах отставание Пулковской обсерватории в оснащении большими инструментами от обсерваторий Европы и Нового Света. К концу XIX века впереди Пулковской обсерватории были лишь Медонская обсерватория (двойной рефрактор с визуальным 33-дюймовым и фотографическим 24-дюймовым объективами), Липская обсерватория (36-дюймовый рефрактор), Иеркская обсерватория (40-дюймовый рефрактор).

На рубеже столетий рефракторы стали заменять рефлекторами. В начале XX века обсерватория Маунт Вилсон была оснащена 60-дюймовым рефлектором работы Риччи (1908 год), а вскоре, в 1917 году, — и 100-дюймовым рефлектором работы того же знаменитого мастера, обсерватория

Гарвардского университета получает 61-дюймовый рефлектор (1900 год) работы Коммона. В западных странах казалось бы далекая от земных потребностей астрономия получала мощную финансовую поддержку ученых и щедрых деловых людей, которые прекрасно понимали важность развития духовных ценностей и научных исследований.

К сожалению, в России сложилась иная обстановка. Тем более важно отметить благородный поступок Ф. А. Бредихина, купившего на свои собственные средства короткофокусный светосильный объектив работы Цейса для астрографа, получившего название «Бредихинского». Уже упоминалось, что бывший владелец Симеиза Н. С. Мальцев преподнес Пулковской обсерватории в дар свою небольшую любительскую обсерваторию. Князь В. П. Энгельгардт построил вблизи Казани астрометрическую обсерваторию по своим проектам и на свои средства, снабдив ее частью астрономических инструментов, перевезенных из его виллы в Дрездене, и учредившего специальный фонд в 300 тысяч золотых рублей на развитие научных исследований.

Российские фабриканты и купцы, равно как и власть предержащие, ничем, впрочем, в этом не отличаясь от бюрократов и правителей советского периода истории России, больше всего пеклись о своем благоденствии, воздвигая для себя дворцы и виллы, и не помышляя о пожертвовании средств на астрономию... С большим опозданием, лишь в 1912 году, правительство России по ходатайству Академии наук, не имея собственной оптико-механической промышленности, обратилось к английской фирме «Грэбб и Парсонс» с заказами рефлектора с 32-дюймовым объективом и рефлектора с 40-дюймовым зеркалом, соответственно для Пулково и Симеиза. Однако вспыхнувшая в 1914 году первая мировая

война надолго задержала выполнение этих заказов и не дала достичь сколько-нибудь заметного прогресса в работах Пулковской обсерватории. Только в 1922 году Советское правительство признало контракт с фирмой «Грэбб и Парсонс». Фирма в 1925 году изготовила рефлектор и механическую систему рефлектора, но от заказа на 32-дюймовый объектив отказалась. О новых заказах на большие телескопы у других, более мощных телескопостроительных фирм США и Европы не могло быть и речи, так как Пулковская обсерватория уже не располагала никакими валютными фондами, безвозвратно утонувшими в государственной казне. М. А. Грачев, новый директор Астрономической обсерватории имени В. П. Энгельгардта, обратился к В. И. Ленину в 1919 году с просьбой вернуть Энгельгардтовской обсерватории хотя бы часть ее финансового фонда, но почему-то обращение осталось без ответа...

Пулковские астрономы, как и астрономы других советских обсерваторий, стремились воспользоваться возможностями только что появившихся оптических мастерских, устроенных в Астрономическом институте Б. В. Нумеровым и в Государственном оптическом институте Д. С. Рождественским. Необходимо отметить, что первые шаги отечественного телескопостроения на профессиональном уровне были сделаны талантливейшим пулковским оптиком и механиком Генрихом Андреевичем Фрайбергом-Кондратьевым, создавшим непревзойденный по точности зенит-телескоп ЗТФ-135, принятый в качестве стандартного инструмента на всех станциях служб широты мира.

Продолжение следует

Ищу единомышленников в области астрономии и любительского телескопостроения, проживающих в г. Львове.

Мой адрес: 290013, Львов, ул. Чекистов д. 1, кв. 1 Тел. 35-58-18. Кондрат Ю. М.

Обсерватории и институты

Пулковская обсерватория и развитие астрономии в СССР

Ю. И. ВИТИНСКИЙ

кандидат физико-математических наук
ученый секретарь ГАО АН СССР

Научные достижения Главной астрономической обсерватории Академии наук СССР известны многим. Но далеко не все знают, какую роль сыграла эта обсерватория в развитии советской астрономии.

Ко времени победы Великой Октябрьской социалистической революции Пулковская обсерватория была самой крупной астрономической обсерваторией и фактическим центром всех исследований по астрономии в России. Этому способствовали ее мощный научный потенциал, успешная работа южных филиалов в Николаеве и Симеизе и тесные научные связи со многими университетскими обсерваториями и кафедрами.

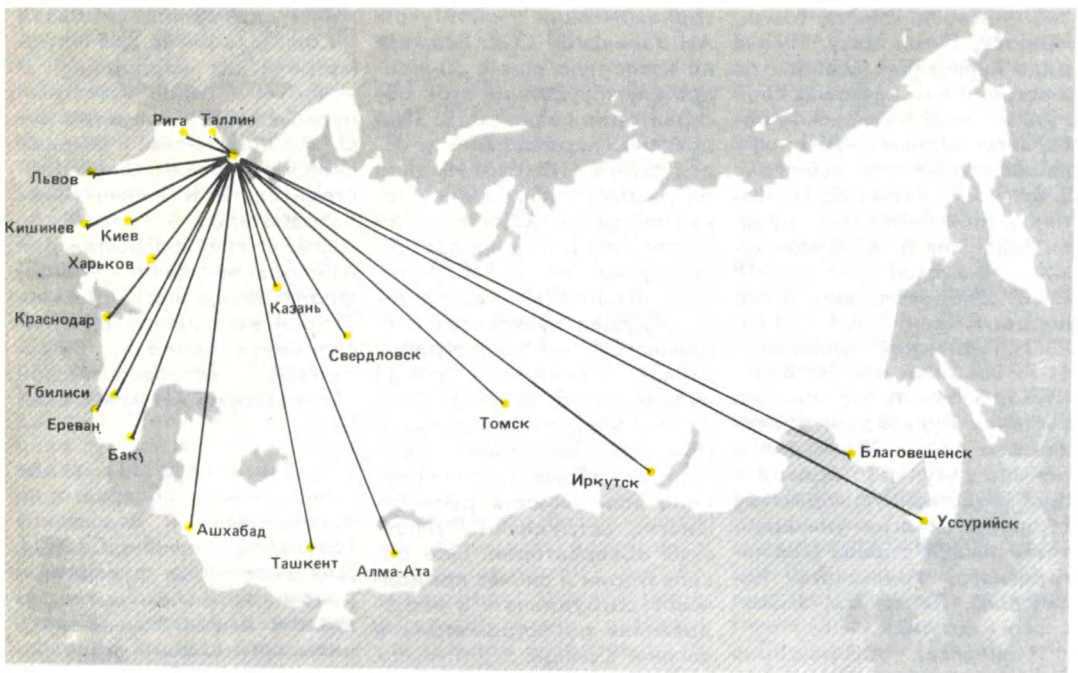
Как это ни парадоксально, но именно в тяжелое время разрухи после гражданской войны (28 октября 1921 года) Коллегия Академического центра утвердила устав Главной Российской астрономической обсерватории (ГАО) (так тогда называлась Пулковская обсерватория). Устав закрепил тесную связь Обсерватории с Российской Академией наук, существенно расширил демократические начала в управлении и определил не только ее собственные задачи, но и статус

Обсерватории как астрономического центра страны.

Обсерватория объявлялась «центральным и первенствующим научным астрономическим учреждением в РСФСР». Параграф 4 устава гласил: «ГАО по мере своих научных сил и материальных средств: а) содействует различным учреждениям и лицам в производстве астрономических, геодезических и географических исследований в России и других странах; б) содействует работам прочих русских астрономических обсерваторий; в) доставляет возможность совершенствования в вопросах астрономии и геодезии молодым ученым, а также специально посвящающим себя геодезии и гидрографии служащим армии и флота». Таким образом, Пулковской обсерватории вменялась в обязанность забота о развитии астрономии в стране. Даже после создания в 1936 году Астрономического совета Академии наук СССР, Обсерватория не устранилась от этой работы. А в бытность директором Пулковской обсерватории академик А. А. Михайлова (Земля и Вселенная, 1984, № 2, с. 59.— Ред.), одновременно возглавлявшего и Астрономический совет, ее роль в раз-

витии советской астрономии вновь возросла.

Но возвратимся к уставу Пулковской обсерватории 1921 года. Согласно ему, «ход научной деятельности Обсерватории определяется постановлениями Совета астрономов», в который входят директор, заместитель директора, ученый секретарь, старшие астрономы, адъюнкт-астрономы и младшие астрономы, а также представители сверхштатных астрономов, вычислителей и прочих служащих по научной части. На Совете сотрудники избирались на все научные должности. Кроме того, на Совет возлагалось избрание совместно с Первым отделением (Отделением физико-математических наук) Российской Академии наук директора Обсерватории, заместителя директора и ученого секретаря. Интересно, что за этими должностными лицами сохранялись также обязанности старших астрономов, они должны были уделять достаточно времени научной работе. Замечательно и следующее требование: «все заседания Совета являются открытыми». Вспомнивая об этом, невольно задумаешься, не ушли ли мы назад в управлении астрономическими исследованиями?



Такой вопрос не снимают ни нынешний временный типовый устав Института Академии наук СССР, ни новшества, введенные в самые последние годы...

Естественно, что деятельность Пулковской обсерватории в подборе и подготовке научных кадров была тесно связана с Петроградским (Ленинградским) университетом. В начале 20-х годов основные астрономические курсы для студентов университета читали ведущие астрономы Пулковской обсерватории — С. К. Костинский, А. А. Белопольский, Г. А. Тихов, А. А. Иванов. Из числа студентов университета отбирались наиболее талантливые для пополнения штата Обсерватории. Деятельность Пулковской обсерватории настолько тесно переплеталась с деятельностью Ленинградского Астрономического института, выросшего сначала на основе ее Петроградского отделения вычислительной и имевшего в своем штате ведущих сотрудников Обсерватории, что нередко

«География» советских астрономических обсерваторий, развитие которых Пулковская обсерватория способствовала подготовкой научных кадров (лучи), а также разработкой, заказом и созданием для них новых астрономических инструментов (красные точки)

трудно разграничить их вклад в развитие астрономии в СССР. В течение ряда лет астрофизический отдел Астрономического института возглавлял пулковский астроном И. А. Балановский. Активное участие в его работах принимали Н. И. Днепровский и М. М. Мусселиус. А сотрудники Астрономического института В. Ф. Газе, А. В. Марков, В. Б. Никонов, Н. Г. Пономарев прошли аспирантуру (или стажировку) в Пулково и в дальнейшем не порывали своих научных связей с Обсерваторией.

Особенно много сделала Пулковская обсерватория в воспитании астрономических кадров высокой квалификации для астрономических об-

серваторий, университетов и педагогических институтов Закавказья, Средней Азии, Украины, Сибири и Прибалтики. Многие ученики ведущих пулковских астрономов стали кандидатами и даже докторами наук. Известна и «география» астрономов, прошедших пулковскую школу через аспирантуру или стажировку. Только за 20-е годы в ней прошли практику самых разнообразных астрономических наблюдений и их обработки Б. А. Рябов из Бакинского университета, И. Н. Язев из Сибирского сельскохозяйственного института, Г. М. Баженов из Воронежского педагогического института, М. Ф. Субботин из Ташкентской астрономической обсерватории, Д. Я. Мартынов из Казанской городской обсерватории. А ведь в дальнейшем, особенно в послевоенные годы, стажеров в Пулково стало еще больше. Еще шире «география» пулковских аспирантов: Львов, Киев, Бельцы, Грозный, Баку, Шемаха, Абастумани, Бюракан, Ташкент, Ки-

таб, Ашхабад, Элиста, Томск, Иркутск, Рига, Тарту. Имена ряда пулковских аспирантов и астрономов, начавших свой путь в стенах Пулковской обсерватории, ныне известны в нашей стране и за рубежом. В частности, свои первые шаги в астрономии здесь сделали академик В. А. Амбарцумян, академик АН ТССР О. В. Добровольский, член-корреспондент АН СССР Ю. Н. Парийский, профессор С. К. Всехсвятский. Наконец, нельзя забывать и о том, что в стенах Пулковской обсерватории еще с 20-х годов и поныне регулярно проходят производственную практику студенты многих университетов нашей страны (Ленинградского, Уральского, Казанского, Киевского, Львовского и других).

Пулковская обсерватория сыграла немаловажную роль в появлении и развитии ряда астрономических обсерваторий на юге страны и в Сибири. Еще в 1919 году пулковский астроном А. А. Кондратьев специально выезжал в Ташкент для участия в работе комиссии по передаче Ташкентской обсерватории из Военного ведомства в Наркомат народного просвещения. В 1937 году ленинградские астрономы произвели рекогносцировку местности в районах Крыма и Армении, результаты которой в дальнейшем пригодились при создании Крымской астрофизической обсерватории АН СССР и Бюраканской астрофизической обсерватории АН Армянской ССР. Астроклиматические наблюдения А. В. Маркова способствовали выбору места для строительства Абастуманской астрофизической обсерватории АН Грузинской ССР.

Особое место в развитии астрономии в СССР занимает история научного сотрудничества Пулковской обсерватории с Ташкентской обсерваторией, нынешним Ас-

трономическим институтом АН Узбекской ССР. Всемирно известную еще с 30-х годов службу Солнца этой обсерватории создал В. В. Лавдовский, перешедший впоследствии в Пулково. Именно он разработал методику таких наблюдений Солнца и передал свое детище в достойные руки Ю. М. Слоним. В. В. Лавдовский стал одним из ведущих пулковских специалистов по фотографической астрометрии, пройдя пулковскую школу А. Н. Дейча. В тяжелые годы Великой Отечественной войны в Ташкентской обсерватории получили возможность работать многие сотрудники Пулковской обсерватории. Обе обсерватории и сейчас продолжают сотрудничать в исследованиях по астрометрии и физике Солнца.

Пулковские астрономы В. А. Крат, О. А. Мельников и Н. Н. Михельсон сыграли видную роль в выборе места, создании и оснащении современными телескопами Шемахинской астрофизической обсерватории АН Азербайджанской ССР. Практически все ведущие астрономы этой обсерватории прошли аспирантуру или стажировку в Пулково. В. А. Крат и Н. Н. Михельсон курировали изготовление двухметрового телескопа для Шемахи на народном предприятии «Цейс» (ГДР).

Велик вклад Пулковской обсерватории в оснащение астрономических обсерваторий нашей страны новыми инструментами. Необходимо отметить совместную работу ее сотрудников (и, в довоенные годы, сотрудников Ленинградского астрономического института) с коллективами Государственного оптико-механического завода (позднее Ленинградского оптико-механического объединения — ЛОМО) и Государственного оптического института (ГОИ). Благодаря этому были созданы инстру-

менты для наблюдений звезд и Солнца, а также для астрометрических наблюдений. В конце 40-х годов известный пулковский астроном О. А. Мельников и выдающийся советский телескопостроитель Б. К. Иоаннисиани разработали телескоп АСИ-5 со спектрографом для наблюдений звезд в ультрафиолетовой области спектра. Второй экземпляр этого инструмента передали Бюраканской астрофизической обсерватории АН Армянской ССР.

Еще в начале 30-х годов Пулковская обсерватория организовала и возглавила советскую службу Солнца. Для успешного функционирования этой службы она регулярно занималась оснащением сети станций однотипными инструментами. Первым из них был спектрогелиоскоп. Такие инструменты были установлены не только в Симеизе, но и в Ташкенте и в Харькове. В послевоенные годы совместными усилиями пулковских солнечников и коллектива телескопостроителей ГОМЗа изготовлены и переданы станциям советской службы Солнца менисконовый фотогелиограф системы Д. Д. Максудова и фотосферно-хромосферный телескоп. Интерференционно-поляризационный фильтр (линия H_{α}) к последнему был создан и изготовлен в ГОИ под руководством С. Б. Ифффе и испытан в Пулково. Созданная в 1948 году по инициативе и под руководством М. Н. Гневышева Горная астрономическая станция (вблизи Кисловодска) Пулковской обсерватории не только обеспечила первые регулярные внеатмосферные наблюдения солнечной короны в нашей стране, но и способствовала организации таких наблюдений вблизи Алма-Аты, а также в Монголии и Чехословакии.

Известно, что подготовка

к Международному геофизическому году (1957—58) стимулировала обновление астрономического инструментария. Пулковские астрономы принимали самое деятельное участие в этой работе. Именно к началу МГГ была введена в действие вся сеть фотосферно-хромосферных телескопов АФР-2 с интерференционно-поляризационными фильтрами (линия H_{α}) для советской службы Солнца от Львова до Уссурийска. Практически тогда же по техническим заданиям пулковских астрономов коллектив ГОМЗ создал серию новых горизонтальных солнечных телескопов АЦУ-5, на которых были организованы регулярные измерения магнитных полей солнечных пятен. В это же время по идеям пулковских астрономов В. И. Сахарова и И. Ф. Корбута ГОМЗ создал серию новых зенит-телескопов ЗТЛ-180, которые были установлены в Пулково, Благовещенске и Улан-Баторе (Монголия). Они сыграли важную роль в развитии службы широты. Благодаря усилиям сотрудников Пулковской обсерватории (Д. Е. Щеголев, Л. А. Панаиотов, А. А. Киселев, Б. А. Фираго) оснащалась инструментами сеть станций оптических наблюдений искусственных спутников Земли и разрабатывалась методика наблюдений. В дальнейшем руководить и координировать работу этой сети стал Астрономический совет АН СССР, но пулковские астрономы постоянно приглашались в качестве консультантов и лекторов школ по наблюдениям ИСЗ.

Говоря о роли Пулковской обсерватории в развитии астрономии в нашей стране, нельзя не остановиться на истории создания крупнейших в мире 6-метрового оптичес-

кого телескопа (Земля и Вселенная, 1987, № 6, с. 12.— Ред.) и радиотелескопа РАТАН-600 (Земля и Вселенная, 1976, № 4, с. 2.— Ред.). Их созданию предшествовали важные теоретические разработки и макетирование, проводившиеся в стенах Обсерватории. Поэтому подчеркивая роль предприятий, конструировавших и создававших эти уникальные инструменты, не нужно забывать, что именно Пулковская обсерватория была «колыбелью» телескопов БТА и РАТАН-600. Д. Д. Максудовым, Б. К. Иоаннисиани, О. А. Мельниковым и их учениками были разработаны основные принципы монтировки, оптическая система, методика контроля зеркал и решены другие задачи, связанные с созданием 6-метрового телескопа. Это позволило построить первый макет БТА (телескоп РМ-700), который и ныне успешно используется для астрономических наблюдений на Памире. В дальнейшем 6-метровый телескоп строили на ЛОМО под руководством Б. К. Иоаннисиани, а пулковские астрономы Н. Н. Михельсон, О. А. Мельников, М. А. Соснина и другие постоянно оказывали помощь своими консультациями.

Пулковские астрономы Н. И. Кучеров и Ш. П. Дарчин руководили сетью астроклиматических экспедиций для выбора места установки БТА. В этой работе участвовали десятки сотрудников Пулковской обсерватории. Была разработана комплексная методика астроклиматических исследований и созданы специальные небольшие телескопы, которые в дальнейшем многие годы использовали для работ подобного рода советские астрономические обсерватории.

Душой создания радиотелескопа РАТАН-600 был один из пионеров советской радиоастрономии С. Э. Хайкин, который в 1953 году организовал радиоастрономический отдел Пулковской обсерватории. Под руководством его и Н. Л. Кайдановского к концу 1956 года был создан и введен в действие 100-метровый Большой пулковский радиотелескоп. Это был принципиально новый тип инструмента, который обеспечил рекордное для того времени пространственное разрешение в сантиметровом диапазоне длин волн. Принципы и опыт его эксплуатации стали основой для создания РАТАНа-600, который был сооружен под руководством учеников и соратников С. Э. Хайкина.

Специальная астрофизическая обсерватория СССР, оснащенная телескопами БТА и РАТАН-600 должна объединить усилия всех советских астрономов в изучении самых удаленных небесных объектов в оптическом и радиодиапазонах, служить главной наблюдательной базой для таких исследований.

Я вполне отдаю себе отчет в том, что мне в лучшем случае удалось обозначить лишь контуры того, что сделала Пулковская обсерватория для развития советской астрономии. Однако, надеюсь, что читатели из сказанного почувствовали главное: Пулковская обсерватория не только старейший астрономический центр нашей страны, но и центр (и инициатор!) многих научных исследований по астрономии в СССР.

Торжества в Пулково

150-летию Пулковской обсерватории — Главной астрономической обсерватории Академии наук СССР — была посвящена Юбилейная сессия расширенного ученого совета ГАО АН СССР (10—12 октября 1989 года). Три дня в Большом конференц-зале Обсерватории проходили заседания, на которых звучали приветственные речи, вручались адреса и памятные подарки, зачитывались приветственные телеграммы и, конечно, заслушивались доклады.

Председатель Объединенного научного совета по комплексной проблеме «Астрономия» академик В. В. Соболев открыл Юбилейную сессию. Со славным юбилеем Пулковскую обсерваторию поздравили партийная организация Ленинграда, Отделение общей физики и астрономии АН СССР, Объединенный научный совет по комплексной проблеме «Астрономия», Главное управление по геодезии и картографии при Совете Министров СССР, Астрономический совет АН СССР, Центральный совет ВАГО и ряд отделений ВАГО, многие советские и зарубежные обсерватории, научно-исследовательские институты и университеты, известные советские и зарубежные ученые. Среди гостей Юбилейной сессии были президент Международного астрономического союза профессор Йосихидэ Кодзэ, представители астрономических обсерваторий социалистических стран, Гринвичской обсерватории, Европейской южной обсерватории, обсерваторий США и других стран Запада.

Директор Пулковской обсерватории член-корреспондент АН СССР В. К. Абалакин выступил с докладом о создании, становлении и развитии Пулковской обсерватории. Один из старейших астрономов Пулково член-корреспондент АН СССР М. С. Зверев рассказал об астрометрии — основном направлении работ Пулковской обсерватории. Решению задач фундаментальной астрометрии орбитальными средствами был посвящен доклад М. С. Чубея и В. В. Макарова. Ученый секретарь Обсерватории Ю. И. Витинский охарактеризовал роль Пулковской обсерватории в развитии астрономии в нашей стране. Астрофизические аспекты работы пулковских ученых нашли свое отражение в докладе Ю. Н. Гнедина и в ряде других выступлений. Страницам истории астрономии, связанным с историей Обсерватории, было посвящено несколько докладов (В. С. Горбачко, А. И. Еремеевой, Н. И. Невской и других).

Большой интерес вызвали доклады зарубежных астрономов. Директор Гринвичской обсерватории профессор А. Боксенберг рассказал о Европейских наземных астрономических проектах. Директор Европейской южной обсерватории профессор Х. Ван дер Лаан сообщил об оснащении и основных направлениях наблюдений и исследований, выполняемых в его обсерватории. Сотрудник этой же обсерватории доктор Р. Вест не только дополнил предыдущий доклад, но и продемонстрировал полученные от американских коллег великолепные фотографии Нептуна и его спутников с близкого расстояния, переданные «Вояджером-2».

Многие астрономические учреждения нашей страны (обсерватории и научно-исследовательские институты) ведут свое происхождение от Пулковской обсерватории, связаны с ней теми или иными «родственными» узами. Поэтому среди советских докладчиков были не только астрономы Пулково, но и, например, представители Специальной астрофизической обсерватории АН СССР (Ю. Н. Парийский), Бюраканской астрофизической обсерватории АН АрмССР (Э. Е. Хачилян), Института астрофизики АН ТаджССР (М. Н. Максумов), сотрудники Института теоретической астрономии АН СССР (А. Г. Сокольский с коллегами).

По многочисленным просьбам участников Юбилейной сессии несколько докладов советских и зарубежных астрономов будут опубликованы в «Земле и Вселенной».

Хотелось бы отметить доброжелательную, приятную атмосферу, в которой проходила Юбилейная сессия. Она надолго запомнится всем участникам, искренне благодарным ее организаторам.

Присутствовавшие внимательно прослушали выступивших с воспоминаниями о Пулковской обсерватории, получили удовольствие от просмотра кинофильмов о Пулковской обсерватории, познакомились с Музеем обсерватории, возложили цветы к могиле ее основателя и первого директора Василия Яковлевича Струве (1793—1864).

На заключительном заседании Юбилейной сессии в украшенном прекрасными розами конференц-зале прозвучал Реквием по последнему из великой «астрономической династии» Струве — Отто Людвиговичу Струве (1897—1963). Это музыкальное произведение написал известный советский астроном П. Г. Куликовский в 1976 году

Новые книги к юбилею Пулковской обсерватории

«150 лет Пулковской обсерватории»

Эту книгу (сборник статей) выпустило в 1989 году Ленинградское отделение издательства «Наука». Ответственный редактор — В. К. Абалакин. Книга открывается его статьей «Главной (Пулковской) астрономической обсерватории Академии наук СССР — полтора века: к истории основания».

Астрометрическим исследованиям в Пулково посвящены статьи А. А. Немиро («Пулковские абсолютные определения координат»), М. С. Зверева и Д. Д. Положенцева («Дифференциальная меридианная астрометрия в Пулковской обсерватории»), Н. М. Бранниковой («Работы Пулковской обсерватории в области фотографической астрометрии и звездной астрономии»), В. А. Наумова («Изучение вращения Земли в Пулковской обсерватории»), Л. Д. Костиной и В. И. Сахарова («Изучение движения географического полюса Земли в Пулковской обсерватории»).



О вкладе астрофизиков Обсерватории в исследования Солнца рассказывают В. М. Соболев, Ю. И. Витинский и В. М. Рубашев в статье «Исследования Солнца в Пулковской обсерватории», а также М. Н. Гневышев и В. И. Ма-

каров в статье «Пулковская обсерватория и Служба Солнца в СССР».

Физике звезд и звездных систем посвящена статья В. С. Попова и Д. Е. Щеголева.

Радиоастрономические исследования представлены двумя статьями: «Пулковская школа радиоастрономии» (Ю. Н. Парийский) и «Исследования радиоизлучения Солнца в Пулковской обсерватории» (Г. Б. Гельфрейх).

О проблемах приборостроения рассказывается в статьях «Пулковская обсерватория и 6-метровый телескоп» (Н. Н. Михельсон) и «Астрономическое приборостроение в ГАО АН СССР» (Н. Н. Михельсон, М. А. Соснина, Ю. С. Стрелецкий).

Книга завершается публикациями о библиотеке Пулковской обсерватории (В. Э. Бубневич) и астрономическом музее Главной астрономической обсерватории Академии наук СССР (Д. Е. Щеголев).

Хотя формально эта книга обозначена как «научное издание», круг ее читателей может быть достаточно широк. Большинство статей заинтересует любителей астрономии и особенно любителей истории астрономии.

а исполнил — сотрудник Пулковской обсерватории Марк Зильберман.

К Пулковским торжествам было приурочено проведение большого астрометрического симпозиума «Инерциальные системы координат на небе» (Ленинград, 17—21 октября 1989 года, Симпозиум № 141 Международного астрономического союза). По-

скольку это была исключительно интересная встреча астрометристов многих стран, предполагается опубликовать в «Земле и Вселенной» ряд материалов, знакомящих читателей с проведением Симпозиума и обсуждавшимися на нем проблемами.

Е. П. ЛЕВИТАН

«Звезды Пулково»

Так назвал свою книгу известный ленинградский популяризатор астрономии О. Н. Коротцев. Книга вышла в Ленинградском издательстве в 1989 году и представляет собой адресованные молодым читателям очерки о Пулковской обсерватории и астрономах-пулковцах.



Замысел книги раскрыт в предисловии к ней, которое написал член-корреспондент АН СССР М. С. Зверев. В предисловии подчеркивается стремление автора книги вызвать интерес у любознательного читателя, показать романтику нелегкого труда астрономов-любителей, отдать дань ратному подвигу астрономов, защищавших Пулковские высоты в годы Великой Отечественной войны, увлекательно рассказать о том, зачем нужна астрономия и какую пользу приносит людям изучение звезд и планет.

Внимание читателей привлечет и названия глав книги («Славнейшая из муз Урания», «Главная астрономическая», «Великое испытание», «К вершинам точности», «Планета сюрпризов», «И звезды, и Солнце, и Луна...», «Новое на звездной карте»), и хороший литературный стиль автора, и художественное оформление книги.

Книга О. Н. Коротцева — своеобразный подарок, который автор сделал молодежи к славному юбилею Пулковской обсерватории.

Координатные системы в астрономии

К своему юбилею ГАО АН СССР выпустила сборник статей «Проблемы построения координатных систем в астрономии» в серии «Проблемы исследования Вселенной» (вып. 12). Книга вышла под редакцией члена-корреспондента АН СССР В. К. Абакина; редактор-составитель сборника — А. А. Ефимов, написавший предисловие и выступивший на страницах сборника в качестве автора ряда статей.

Сборник в основном посвящен анализу состояния и обсуждению перспектив развития фундаментальной астрономии, хотя в нем есть и некоторые другие материалы, например, опубликована одна из последних работ К. Ф. Огородникова («О происхождении галактик»).

В сборнике шесть глав.

Первая — «К истории отечественной астрономии» открывается статьей члена-корреспондента АН СССР М. С. Зверева о фундаментальной астрометрии в Пулково. Здесь же есть статьи о Б. П. Герасимовиче и А. Н. Дейче.

Вторая глава («Методология астрометрии») открывается статьей В. В. Витязева и А. В. Кривова, в которой анализируются базовые понятия астрометрии — пространственно-временная система координат (ПВСК) и пространственно-временная система отсчета (ПВСО). Авторы других статей, включенных в эту главу, рассматривают вопросы международного сотрудничества в астрометрии, проблемы ошибок определения координат и т. д.

Третья глава — «Меридианные методы и изучение вращения Земли» — включает рассмотрение комплекса проблем изучения вращения Земли (Я. С. Яцкив), закономерности движения земных полюсов (В. А. Олевский). Особое внимание уделяется возможностям и перспективам оптических меридианных наблюдений (Г. И. Пинигин).

В четвертой главе («Фотографическая и звездная астрометрия») обсуждается роль астрометрии в развитии астрофизики, звездной и внегалактической астрономии.

Пятая глава («Построение координатных систем по измерениям дуг») содержит, в частности, интересную информацию о перспективах развития космической астрометрии (М. С. Чубей, И. И. Канаев и другие), рассматриваются такие космические проекты, как «Гиппарх», «Малая космическая лаборатория» (ИКИ) и другие.



Заключительная глава («Динамика космоса») открывается статьей о создании телескопов с набором специальной аппаратуры для позиционных наблюдений естественных и искусственных небесных тел (Д. П. Дума). Астрометрическим исследованиям Луны посвящена статья Н. Г. Ризванова. В одной из статей этой главы — в статье А. А. Ефимова с соавторами — рассматривается построение астрономической системы координат на квазарах. На базе этой радиоастрометрической системы координат будут определяться координаты оптических небесных объектов (звезд, планет и других объектов).

Читайте в следующем номере «Земли и Вселенной»

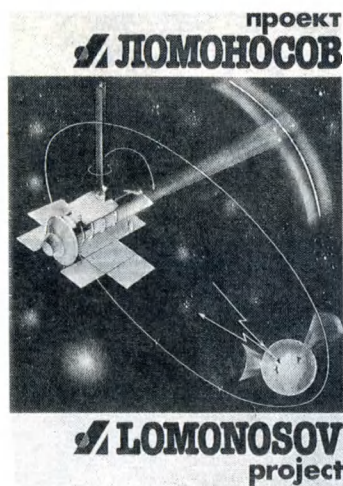
Проект Ломоносов

Сотрудники Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга при МГУ, Научно-производственного объединения имени С. А. Лавочкина и Государственного оптического института имени С. И. Вавилова разработали проект астрометрического космического эксперимента.

Основная цель проекта — создание высокоточной координатной системы всего неба. Будет создан каталог 400 тыс. звезд до 10^m , содержащий сведения о координатах, собственных движениях и параллаксах с точ-

ностью 0,002—0,010". Наземное обеспечение проекта предусматривает создание входного каталога, проведение высокоточных наземных наблюдений звезд и других небесных объектов по специальным программам.

На борту космического аппарата планируется установить телескоп системы Кассегрена с эквивалентным фокусным расстоянием 50 м, диаметром главного зеркала 1 м и безабберационным полем зрения $6'$, или 90 мм. В качестве приемной регистрирующей аппаратуры будут использоваться ПЗС-матрицы из 800×800 элементов, разрабатываемые НИИ телевидения. Телескоп будет иметь систему, обеспечивающую



быструю переориентировку и надежную стабилизацию, дающую возможность выполнения измерений с заданной точностью.

Новые книги издательства «Наука»

«Гармония или трагедия!»

Так А. П. Шицкова и Ю. В. Новиков назвали научно-популярную книгу, посвященную проблеме сохранения среды человеческого обитания, подвергающейся все более сильному воздействию технологии. Книга, вышедшая в 1989 году, состоит из шести глав. Из первой главы читатель узнает, как постепенно обострялись противоречия между человеком и природой (еще жители Древнего Рима, как свидетельствуют исторические источники, жаловались на загрязнение вод Тибра, а римские поселенцы африканских провинций говорили об оскудении земель из-за эрозии почв). Здесь же рассказывается о мероприятиях по охране природной среды в нашей стране и о способах рационального использования природных ресурсов.



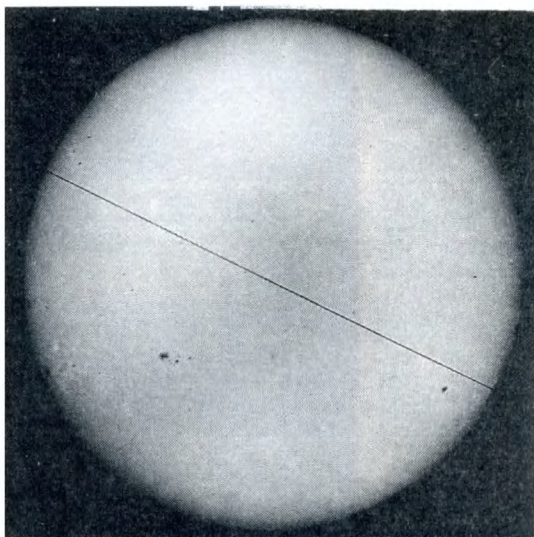
Энергетика и охрана окружающей среды — тема второй главы книги. Авторы анализируют отри-

цательное влияние интенсивного роста традиционных видов энергетики (тепловых, гидро- и атомных электростанций) на среду обитания человека. Подчеркивается необходимость использовать экологически чистые виды энергии — геотермальную, солнечную, энергию ветра, морских приливов и волн. Постоянно возобновляемым перспективным источником энергии может стать и биоэнергетика.

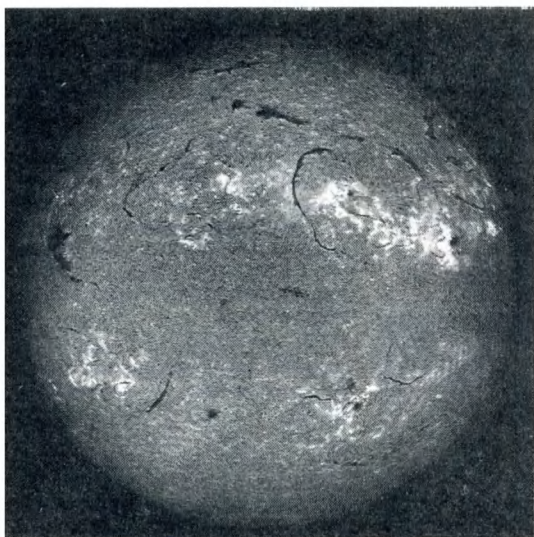
Следующие четыре главы посвящены использованию и охране водных ресурсов, атмосферного воздуха, земель и растительных запасов нашей планеты. Разумный баланс, хорошо продуманная экологическая политика, тщательно разработанная комплексная экологическая программа — вот что сегодня, считают авторы книги, необходимо, чтобы человеческое общество обрело гармонию с природой, а не закончило трагически свое существование.

Информация

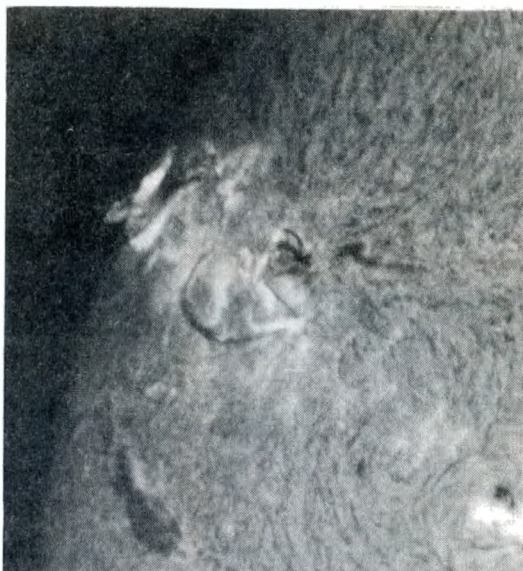
Солнце в августе —
сентябре 1989 года



Фотосфера 28 сентября 1989 года. Диск Солнца с малым количеством пятен — нехарактерная картина в преддверии максимума цикла солнечной активности



Хромосферные структуры в рассматриваемый период отличались богатством и разнообразием. Хромосфера Солнца 21 августа



Окололиimbusовая вспышка

(Снимки С. А. Язева, Байкальская астрофизическая обсерватория СибИЗМИРа СО АН СССР)

Активность Солнца в августе-сентябре 1989 года развивалась довольно причудливо. Буквально с первых дней августа число пятен начало быстро возрастать. Первые две декады августа число Вольфа W колебалось с относительно небольшим размахом около уровня 230, в отдельные моменты достигая значения ~ 280 . Каждый день в этот период на диске находилось от 9 до 12 групп пятен. В начале третьей декады значение W стремительно снизилось до отметки несколько ниже 100, но уже в начале сентября вновь поднялось до очень высоких величин ~ 300 .

В этих, на первый взгляд беспорядочных, скачках, однако, прослеживается повторяемость высоких и низких значений W примерно с месячным интервалом. Ее можно объяснить неравномерностью распределения пятен. На одной части солнечной поверхности концентрация пятен может быть достаточно высокой, в то время как на другой — пятен почти нет. При вращении Солнца это и создает эффект достаточно регулярной смены высокой и низкой активности.

Значительная часть групп стала маловыразительной — небольших размеров и несложной конфигурации, хотя были и исключения. В III декаде августа примерно половина групп представляла собой небольшие скопления пор, а другая половина — простейшие конфигурации небольших пятен. Вообще говоря, на восходящей ветви цикла пятна не отличаются большими размерами, тем не менее такие картины «пустого» диска выглядят в преддверии максимума довольно непривычно.

Можно отметить еще две особенности развития пятенной активности в этот период. Прежде всего — увеличилось количество групп пятен. Ста-

ло достаточно типичным, когда их число превышает 10. Часто пятна образуют длинные, вытянутые по долготе цепочки, которые трудно разделить на составные части. Другая особенность — появление групп пятен в приэкваториальной области на широтах $< 10^\circ$. Это четкий признак того,

что цикл близок к достижению максимума развития.

В. Г. БАНИН
кандидат физико-математических наук,
С. А. ЯЗЕВ

Имена новых спутников Нептуна

НОВЫЕ СПУТНИКИ НЕПТУНА

Название	Обозначение	Радиус орбиты, км	Период обращения, ч	Наклонение орбиты к плоскости экватора планеты, град	Диаметр, км
Протей	1989Н1	117 600	26,9	1	420
Ларисса	1989Н2	73 600	13,3	1	200
Деспина	1989Н3	52 500	8,0	1	140
Галатей	1989Н4	62 000	9,5	1	160
Таласса	1989Н5	50 000	7,5	1	90
Наяда	1989Н6	48 200	7,1	ок. 4,5	50

В октябре 1989 года в Париже состоялось очередное заседание Рабочей группы по номенклатуре планетной системы Международного астрономического союза (МАС) на этот раз в задачу исследователей входила идентификация новых объектов в системе планеты Нептун и присвоение им собственных названий (Земля и Вселенная, 1989, № 2, с. 110.— *Ред.*).

Исходными материалами послужили результаты изучения системы Нептуна космическим аппаратом «Вояджер-2». К моменту начала совещания Рабочей группы было обнаружено шесть новых спутников Нептуна, шесть колец вокруг планеты и имелись детальные изображения двух наиболее крупных спутников — известного еще по наземным наблюдениям Тритона и наиболее крупного из вновь открытых, получившего рабочее обозначение 1989Н1.

Продолжая традицию, Рабочая группа предложила для собственных названий вновь открытых спутников имена из греческой мифологии, связанные с легендами о боге морей и океанов Посейдоне (Нептуне). Наиболее крупный спутник предложено назвать именем сына Посейдона и

Амфитриты — Протей. Среди других: Деспина — дочь Посейдона, Галатей — одна из nereid, Таласса и Ларисса — возлюбленные Посейдона, а также речная нимфа Наяда.

На поверхности Протея были выделены кратеры и крупное (конечно, в масштабах этого сравнительно небольшого спутника) кольцевое образование — бассейн, а также ряд линейных образований типа борозд. Наибольшим разнообразием отличается поверхность Тритона. Кроме кратеров явно ударного происхождения и цепочек кратеров, обнаружены эруптивные центры, полосы темных отложений, разломы, лавовые озера и другие морфологические детали. Работа над идентификацией колец Нептуна и деталей на поверхности крупных спутников с последующим присвоением им собственных названий будет еще продолжена. Окончательное ре-

шение о присвоении тех или иных имен астрономическим объектам примет Генеральная ассамблея МАС, которая состоится в 1991 году.

Выше приводится таблица основных параметров новых спутников Нептуна, данных в том порядке, в котором спутники были открыты. Данные взяты из доклада о результатах пролета «Вояджера-2», представленного Т. Оуэном, Б. Смитом, А. Брахником и другими в октябре 1989 года на международном симпозиуме «Первые результаты миссии Фобос — Марс и будущие космические исследования Марса» (Париж, Франция).

В. В. ШЕВЧЕНКО
доктор физико-математических наук,
член Рабочей группы по номенклатуре планетной системы МАС

Новое о системе Нептуна

Сближаясь со скоростью около 27 км/с с планетой Нептун, автоматическая межпланетная станция «Вояджер-2» с 21 августа 1989 года начала передавать на Землю беспрецедентно подробные изображения этой планеты (Земля и Вселенная, 1989, № 5, с. 14; № 6, с. 17.— *Ред.*).

Получив эти изображения, ученые Лаборатории реактивного

движения НАСА (Пасадена, штат Калифорния, США) сразу же обратили внимание на гигантский, размерами примерно с Землю, район, впоследствии названный

Большим темным пятном (по аналогии с Большим красным пятном на Юпитере). Скорее всего, появление обоих пятен вызвано схожими причинами. На эту мысль наводит тот факт, что отношение размеров пятна на Нептуне к величине поверхности планеты почти точно совпадает с таким же отношением для Большого

красного пятна на Юпитере, да и положения пятен почти одинаковы по широте.

На Юпитере известен пояс подобных пятен — мельче, чем Большое; очевидно, все они — свидетельства мощных антициклональных штормов, «закручивающих» атмосферу в гигантские воронки. Подобное, как теперь уже понятно, происходит и на Нептуне.

Вокруг Большого темного пятна «Вояджер-2» обнаружил скопления клочковатых, тонких, как дымка, белых облаков, напоми-

нающих перистые на Земле. При сравнении последовательных снимков оказалось, что эти облака, как и сопутствующее им сравнительно небольшое темное пятно, с большой скоростью перемещаются из одних широт в другие, вероятно под воздействием мощных струйных течений.

Известный американский планетолог Б. Смит подчеркнул необычность такого явления: ведь получая вдвое меньшее количество энергии от Солнца, чем Юпитер, Нептун все же «способен» проявлять столь мощные динамические процессы.

Еще одна неожиданность: Нептун, возможно, обладает магнитным полем. В пользу подобного утверждения говорит тот факт, что «Вояджер-2» зарегистрировал исходящие от планеты радиопульсы с интервалами около 16 ч. Мощность импульсов была такова, что приборы межпланетной станции «ощутили» их, находясь еще в 7 млн км от Нептуна. По мнению радиоастронома Д. Уорвика, это связано с захватом магнитным полем Нептуна заряженных частиц, извергаемых Солнцем. Затем эти частицы, «навиваясь» на магнитные силовые линии, отдают свою энергию в форме радиоволн. Так как эта эмиссия обладает поляризованностью, связь ее появ-

ления с магнитным полем для специалистов несомненна; молнии ее вызвать не могут.

Однако, почему такой процесс повторяется с периодичностью именно 16 ч, еще предстоит установить. Возможно, это связано с периодом обращения Нептуна вокруг его собственной оси. До сих пор считалось, что продолжительность суток на этой планете должна быть на 1 ч 52 мин больше.

Огромный массив данных, описывающих эту планету и все происходящие там физические процессы, будет еще долгое время обрабатываться специалистами.

25—26 августа 1989 года автоматическая межпланетная станция «Вояджер-2» прошла вблизи Тритона — крупнейшего из спутников Нептуна. Еще на подходе к этому небесному телу она передала данные, значительно дополняющие наши представления о Тритоне. Появление и исчезновение из поля зрения отдельных объектов на поверхности Тритона говорило о том, что он вращается примерно с той скоростью, которую и раньше называли ученые. Его период обращения составляет около 5,9 земных суток и совпадает с орбитальным периодом.

Однако размеры этой «луны» оказались значительно меньше,

чем можно было полагать, опираясь лишь на наземные наблюдения. Если до сих пор в большинстве астрономических таблиц радиус Тритона считался близким к 2200 ± 400 км, то теперь очевидно, что он вряд ли превышает 1380 км.

Поверхность Тритона весьма яркая. Отсюда можно предположить, что спутник покрыт слоем изморози, вероятно, образованной замерзшим азотом. Температура там как раз позволяет это утверждать: она близка всего к 30 К. Правда, в районе южного полюса Тритона в это время стояло лето, и не исключено, что шло сильное испарение газов, которые затем частично переходили в северные полушария спутника, где была зима. Изучение материалов «Вояджера-2» должно показать, чем заполнены открытые там межгорные равнины — туманом, жидкостью или твердым веществом, и каким именно.

Насколько можно судить сегодня, лишь у двух спутников планеты в нашей Солнечной системе — у Титана, обращающегося вокруг Сатурна, и у Тритона, «принадлежащего» Нептуну, есть атмосфера.

По материалам зарубежной печати

Из новостей зарубежной космонавтики

Предстоит новое картографирование Венеры

5 мая 1989 года с мыса Канаверал стартовал многоразовый транспортный космический корабль (МТКК) «Атлантис». Через шесть часов после вывода его на орбиту мощные пружинные толкатели вытолкнули из грузового отсека корабля автоматическую межпланетную станцию (АМС) «Магеллан» (Земля и Вселенная, 1989, № 2, с. 76.— *Ред.*), после чего межорбитальный буксир с твердотопливным двигателем вывел ее с околоземной орбиты в направлении Венеры.

Последние одиннадцать лет (после запуска в августе 1978 го-

да АМС «Пионер-Венера-2» — Земля и Вселенная, 1979, № 4, с. 18.— *Ред.*) в США запуски АМС не осуществлялись. «Магеллан» стал первой межпланетной станцией, запущенной с помощью МТКК. До 1995 года, согласно американской программе исследования планет, намерено осуществить запуски 35 исследовательских станций в околоземное пространство и дальний космос.

Полет «Магеллана» к Венере продлится 15 месяцев. В августе 1990 года АМС должна пройти над северным полюсом планеты. После того, как твердотопливный двигатель замедлит движение станции, она выйдет на эллиптическую орбиту вокруг Венеры с наклоном 86° к ее экватору



и расстоянием от поверхности 250 км в перигее и 8000 км в апогее.

Станция предстоит провести картографирование до 90 % поверхности Венеры. Эта работа будет продолжаться по меньшей мере 243 дня (длительность периода собственного вращения Венеры), что позволит осуществить съемку поверхности планеты между ее северным полюсом и 67° ю. ш. Если АМС сохранит работоспособность, экспедиция

продолжится и будет изучаться район, прилегающий к южному полюсу планеты. Итогом работы АМС «Магеллан» должна стать глобальная детальная карта Венеры (локатор станции сможет различать детали местности размером до 150 м). Для радиолокации будет использована унифицированная параболическая антенна диаметром 3,65 м. Она же используется и для передачи информации на Землю.

Запущен первый астрометрический спутник

В ночь с 8 на 9 августа 1989 года с космодрома в Куру (Французская Гвиана) осуществлен запуск созданного по заказу Европейского космического агентства первого астрометрического спутника «Hipparcos» («Гиппарх»). Название спутника — английская аббревиатура, в переводе обозначающая «спутник высокоточного определения параллакса». Оно ассоциируется и с именем основателя астрометрии греческого астронома Гиппарха (II век до н. э.), который составил один из первых каталогов, включавший приблизительно 850 звезд, разработал теорию видимого движения Солнца и Луны, определил расстояние до Луны, для чего использовал метод астрономического параллакса. Этот же метод будет применен при проведении измерений на спутнике «Гиппарх».

Цель запуска спутника — составление каталога более 100 тыс. специально отобранных звезд яркостью до 13^m с точностью $0,002''$ и карты звездного неба, включающей 400 тыс. звезд, с несколько меньшей точностью. В создании спутника участвовали 35 европейских фирм, их деятельность координировалась фирмой «Матра спасас». Стоимость спутника составила 2,38 млрд франков.

Вывод спутника на геостационарную орбиту должен был исключить рефракцию света, неизбежную в земной атмосфере, и влияние гравитации на приборы, увеличить охват небосвода при съемке. Это позволило бы более точно определять расстояния между небесными объектами, их положение относительно Земли

и Солнца, температуру, а следовательно и возраст. Масса спутника 1130 кг, на нем установлен оптический телескоп системы Шмидта, позволяющий проводить необходимые измерения с точностью (одного измерения) $0,01''$. Его фокусное расстояние 140 см, диаметр входного отверстия 29 см. Два поля зрения $(0,9 \times 0,9)^\circ$, разделенных на небе углом 58° , проецируются в единую фокальную плоскость с помощью сложного зеркала, что обеспечивает возможность измерения истинного угла между двумя звездами. Расстояния до звезд определяются расчетным путем. Спутник должен был, находясь на геостационарной орбите, вращаться вокруг своей оси с периодом 2 ч, чтобы создать стробоскопический эффект для принимаемых звездных световых потоков, позволяющий измерять разность их фаз, необходимую для вычисления расстояния между звездами.

Предполагалось, что за 2,5 года активного существования телескоп произведет съемку каждой из отобранных звезд 60—80 раз, каждый раз в новом ракурсе, это обеспечило бы посылку на Землю 24 тыс. единиц информации в секунду, или 10^4 млрд единиц информации о небесных объектах за расчетные 30 месяцев функционирования.

Высота геостационарной орбиты, на которую должен был быть выведен спутник — 36 тыс. км. Однако, когда после выхода «Гиппарха» на промежуточную орбиту с Земли была подана команда на включение апогейного двигателя, он, видимо из-за неполадок в цепи электропитания, не включился. Предпринятые попытки включить двигатель и перевести спутник с промежуточной орбиты на стационарную ни к чему не привели, он остался на промежуточной эллиптической орбите с параметрами 35 980 км в апогее, 200 км в перигее и накло-

Стоимость экспедиции, включая стоимость самой станции, а также расходы на управление полетом и анализ данных, составит свыше 530 млн долл.

Новая программа исследования Венеры является продолжением глобальных экспериментов по съемке поверхности планеты, проведенных советскими АМС «Венера-15» и «Венера-16» в 1983—1984 годах (Земля и Вселенная, 1989, № 3, с. 18.— *Ред.*).



нием $6,89^\circ$. 14 сентября с помощью двигателей контроля высоты точку перигея удалось поднять до 500 км. Сейчас период обращения спутника составляет 10 ч 37 мин.

В связи с созданным положением руководители программы вынуждены были пересмотреть ее задачи. Проведенные в конце сентября первые измерения показали, что их окончательная точность будет на порядок хуже, чем ожидалось. Кроме того, время активной работы спутника будет существенно меньше запланированного, соответственно будет выполнен меньший объем работы.

Одна из возникших проблем состоит в том, что в январе 1990 года расположение Земли относительно Солнца таково, что на каждом своем витке «Гиппарх» около часа будет находиться в тени и его солнечные батареи не смогут генерировать необходимое количество энергии. Поэтому специалисты предложили юридически отключать часть аппаратуры. Оказалась затруднена и связь со спутником. При нахождении на стационарной орбите постоянная связь с «Гиппархом» осуществлялась бы лишь одной наземной станцией в Оденвальде (ФРГ). В новой же ситуации требуется использование трех наземных станций. Для этого в работе будут участвовать также центры космической связи в Перте (Австралия) и в районе Куру.

«Галилей» летит к Юпитеру

С 1978 года в США реализуется программа «Галилей». Ее цель — детальное исследование атмосферы и магнитосферы Юпитера, а также определение параметров движения спутников планеты и изучение их поверхности. В соответствии с этой программой Лабораторией реактивного движения (Пасадена, штат Калифорния) создана автоматическая станция (АМС) «Галилей», запущенная к Юпитеру 18 октября 1989 года с околоземной орбиты многоразовым транспортным космическим кораблем «Атлантис».

Масса АМС «Галилей» 2719 кг. На борту установлена ядерная энергетическая установка. Полет к Юпитеру будет продолжаться 6 лет, в ходе его запланирован ряд пертурбационных маневров. Скорость станции после запуска с околоземной орбиты составила 30,2 км/с. 15 февраля 1990 года «Галилей» пролетит около Венеры на высоте 14970 км. После этого начнется сближение АМС с Землей. 14 декабря 1990 года «Галилей» пролетит в 950—965 км над Африкой, используя гравитационное поле нашей планеты для выполнения очередного маневра и увеличения скорости полета. После пролета пояса астероидов между Марсом и Юпитером 4 ноября 1991 года АМС пройдет на расстоянии 950 км мимо астероида Гаспра и начнет еще одно сближение с Землей. 14 декабря 1992 года она второй раз пролетит вблизи Земли в 333 км над Южной Африкой. При выходе АМС на траекторию полета к Юпитеру ее скорость составит почти 39 км/с.

31 августа 1993 года «Галилей» осуществит пролет вблизи астероида Ида на расстоянии 950 км и проведет исследование этой малой планеты.

В июле 1995 года, за пять месяцев до сближения с Юпитером, АМС обеспечит закрутку спускаемого зонда перед его отделением от орбитального блока станции. Зонд для исследования атмосферы Юпитера должен осуществить парашютируемый спуск в атмосферу планеты. Масса зонда составляет 339 кг, длина 0,86 м, диаметр 1,2 м. Имеющиеся на зонде аккумуляторные батареи рассчитаны на один час работы. Общая масса полезной нагрузки, находящейся в специальном контейнере, около 28 кг. В число размещенных там приборов входят: устройство для исследования атмосферы Юпитера, масс-спектрометр нейтральных частиц, детектор содержания гелия, нефелометр, радиометр ионного потока, прибор для регистрации зарядов молний и высокоэнергетических частиц. Скорость передачи зондом информации 128 бит/с.

Согласно расчетам, зонд войдет в атмосферу Юпитера 13 декабря 1995 года со скоростью 48—51 км/с. Затем, когда в результате аэродинамического торможения его скорость станет ниже дозвуковой, отделится теплозащитный экран и будет выпущен тормозной парашют, который обеспечит вертикальный спуск в атмосферу Юпитера. Парашют раскроется непосредственно перед достижением облачного покрова планеты. В течение следующих 73 мин зонд спустится ниже облачного покрова на 130—150 км, где давление в 25 раз превышает земное, и разрушится.

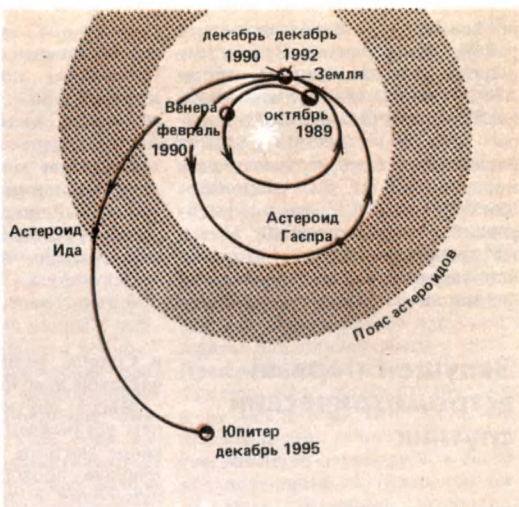


Схема полета автоматической межпланетной станции «Галилей»

В декабре 1995 года, непосредственно перед тем, как отделяемый зонд войдет в атмосферу планеты, орбитальный блок АМС «Галилей» пройдет на расстоянии около 950 км от ее спутника Ио. Находясь в 200 тыс. км от Юпитера, он будет ретранслировать на Землю передаваемую зондом информацию об атмосфере планеты. После этого корректирующая тормозная двигательная установка АМС обеспечит перевод орбитального блока на орбиту вокруг Юпитера с периодом обращения около 23 сут.

С декабря 1995 года до октября 1997 года орбитальный блок «Галилея» будет обращаться по орбите вокруг Юпитера, совершая многократные пролеты на небольших расстояниях от Ганимеда, Европы, Каллисто и используя их поле тяготения для пертурбационных маневров.

Программа исследования Юпитера рассчитана на 22 месяца. Всего предполагается получить около 5000 снимков Юпитера и его спутников. Разрешение передаваемых с борта АМС «Галилей» изображений Юпитера будет на 1—2 порядка выше, чем обеспечивала в конце 70-х годов при пролете этой планеты бортовая аппаратура АМС «Вояджер» (Земля и Вселенная, 1979, № 5, с. 15; 1980, № 1, с. 29.— *Ред.*).

Стоимость программы «Галилей» составляет 1,4 млрд долл.

По материалам зарубежной печати

Загадочные ландшафты Венеры

Мы продолжаем начатую в №№ 5 и 6 за прошлый год публикацию фрагментов из «Атласа Венеры», подготовленного Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР по результатам радиолокационной съемки, выполненной в 1983—1984 годах с помощью космических аппаратов «Венера-15» и «Венера-16» (Земля и Вселенная, 1983, № 3, с. 19—21). На листах карты показаны фрагменты области Тефии и равнины Аталанты.

Фрагмент 6-13 (долгота 105°, широта 78 °с.)

Район в северной части области Тефии, где она переходит в околополярную равнину Лоухи. Ветвящиеся гряды образуют замысловатый рисунок. В центре изображения кратер Клёнова — самый крупный из попавших в зону съемки. Его диаметр достигает 140 км. Внизу у самого края изображения небольшой кратер Радка (диаметр 10 км).

Размеры изображения 1000 км на 680 км. Север — сверху, восток — справа.

Фрагмент 6-34 (долгота 116°, широта 66 °с.)

Область Тефии. Пересеченная местность, тянущаяся с юго-запада на северо-восток — тессера Мешкенет. Примерно в середине она разделена уступом Габии.

Вверху справа кратер Жилова (диаметр 55 км), слева в самом углу — кратер Лафайет (диаметр 45 км). Внизу под кратером Жи-

лова обширный горный массив Мелии высотой свыше 2,5 км. Вокруг на склонах видны потоки лавы. Слева на равнине разбросано множество небольших вулканических куполов.

Фрагмент 7-13 (долгота 167°, широта 79 °с.)

Гряды к востоку от равнины Лоухи. Вверху южная оконечность гряд Юмын-удыр с кратером Руднева (диаметр 30 км). Видна центральная горка и радиояркий выброс, окружающий кратер. Справа от него многочисленные вулканические купола. Яркие пятна — разливы лавы.

Ниже и левее северная оконечность гряд Лукелонг с кратером Дикинсон (диаметр 70 км).

Фрагмент 7-24 (долгота 180°, широта 72 °с.)

Гряды Лукелонг тянутся на юго-запад на 1500 км. Это наиболее впечатляющее образование складчатой природы в зоне съемки, хотя перепад высот не превышает 1 км. Слева от них в середине изображения небольшой кратер Эрика (диаметр 10 км).

Гряды Лукелонг ограничивают с северо-востока равнину Аталан-

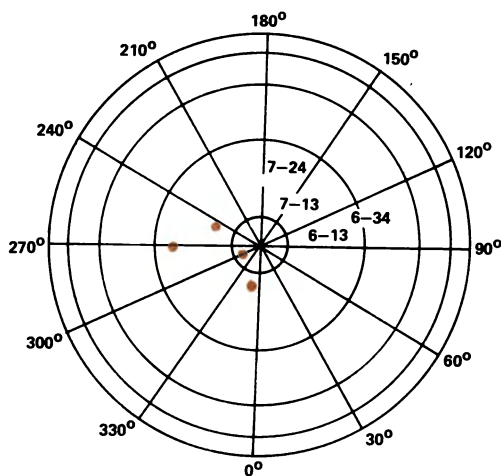


Схема расположения фрагментов карты Венеры (вид с северного полюса планеты). Кружками обозначены центры этих фрагментов, рядом указаны их номера.

ты, край которой виден на изображении. Аталанта — одна из крупнейших равнин — занимает на Венере самое низкое положение. В ее центре высота опускается ниже отметки минус 1 км относительно среднего радиуса поверхности (6051 км).

Материал подготовили

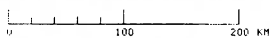
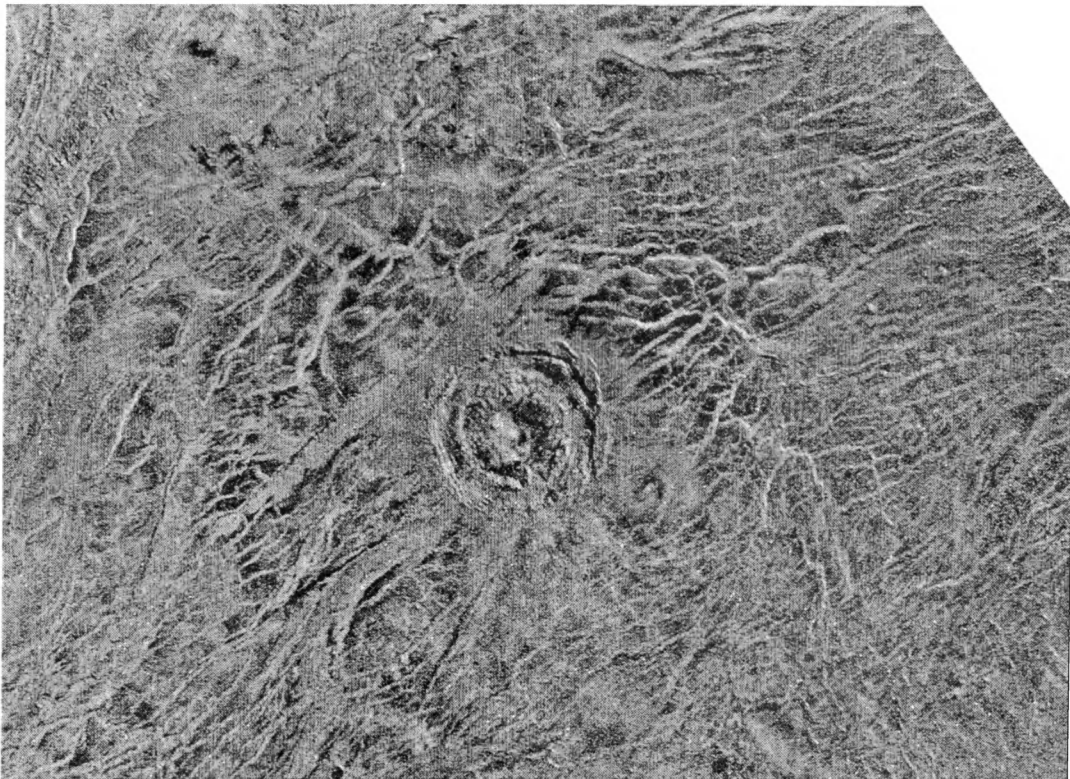
О. Н. РЖИГА

доктор физико-математических наук

А. И. СИДОРЕНКО

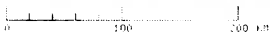
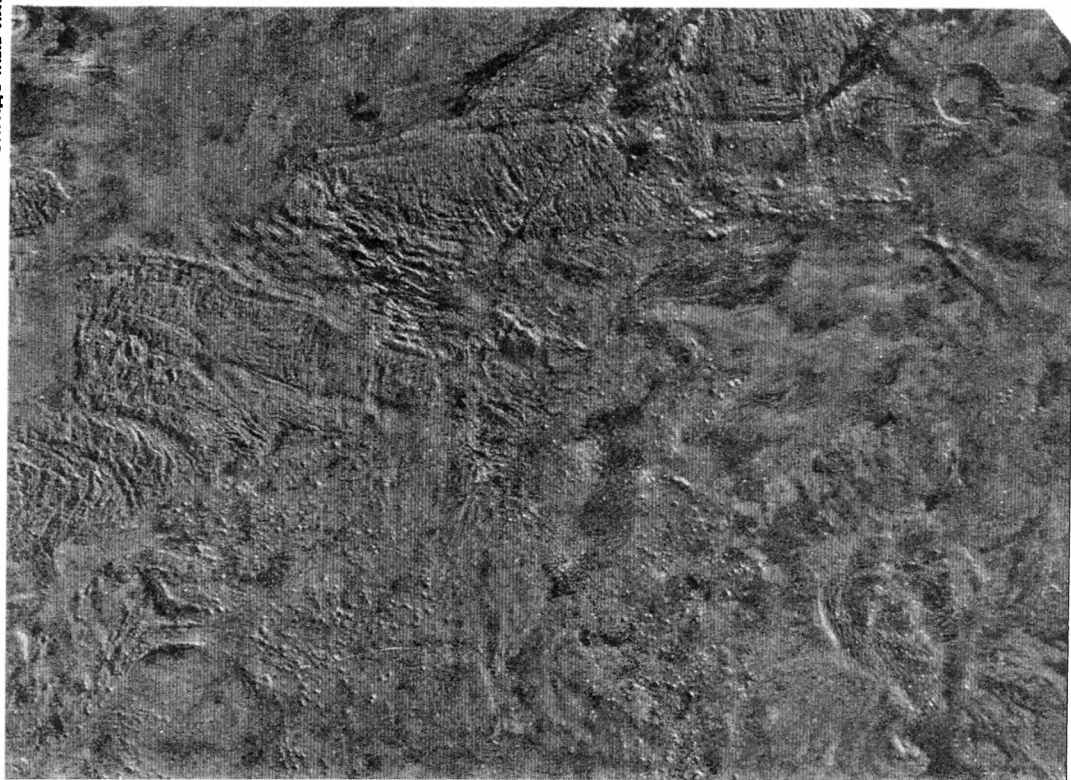
кандидат технических наук

(Институт радиотехники и электроники АН СССР)



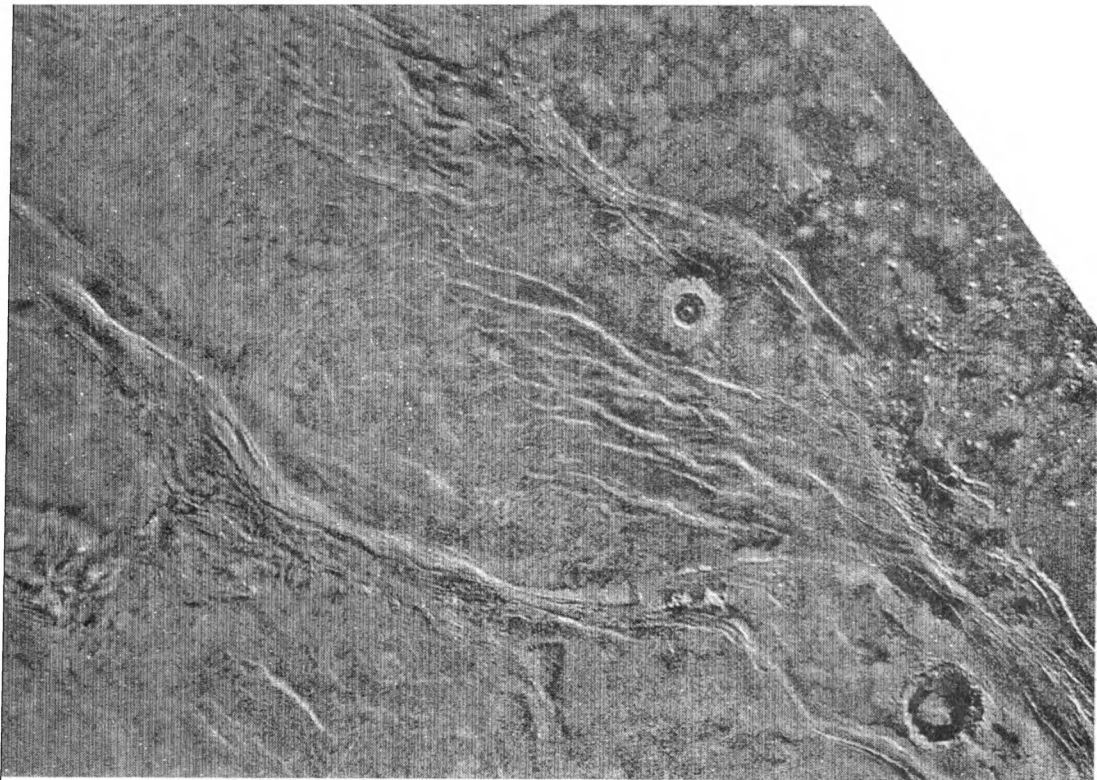
ФОТОПЛАН.

ЛИСТ 6 - 13



ФОТОПЛАН.

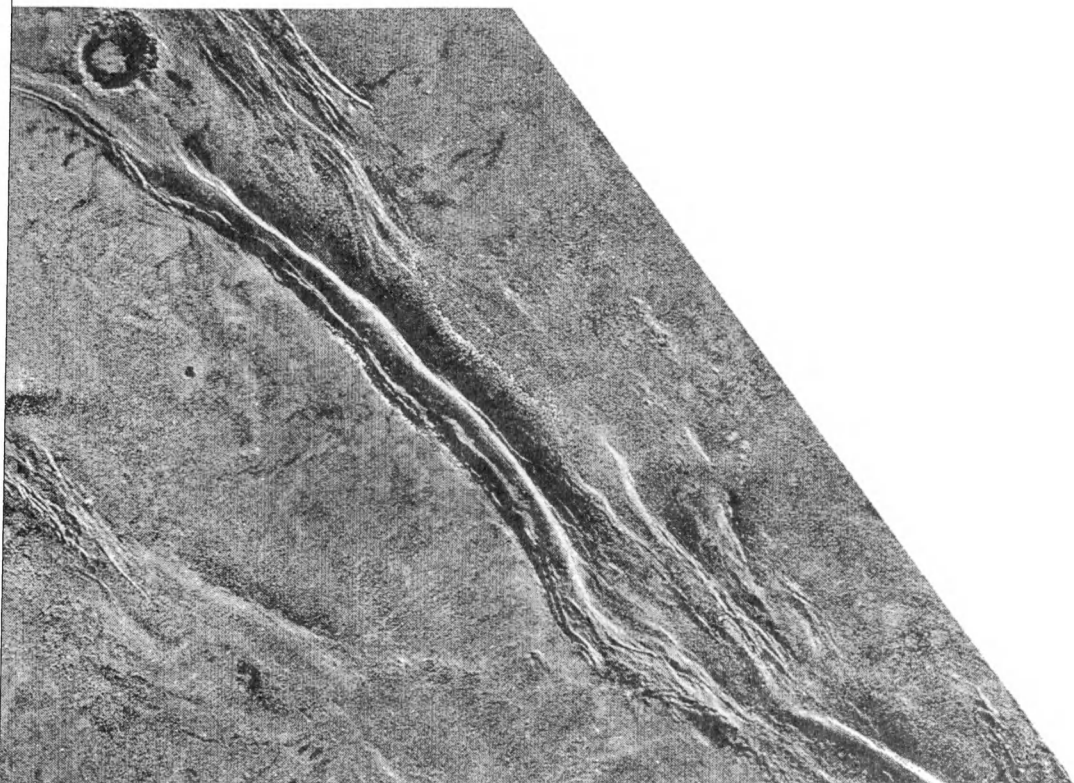
ЛИСТ 6 - 34



ЗАПАДНЫЕ ЛАНДШАФТЫ ВЕНЕРЫ (СМ. СТР. 71)

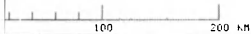
ФОТОПЛАН.

ЛИСТ 7 - 13



ФОТОПЛАН.

ЛИСТ 7 - 24



Из истории науки

Первая французская геодезическая экспедиция в Эквадор

250 лет назад в Южной Америке, на территории нынешнего Эквадора, и на севере Европы, в Лапландии, работали две геодезические экспедиции. Цель экспедиций была одна — окончательно разрешить древнюю проблему: какую форму имеет Земля. В то время одни ученые считали, что она сплющена у полюсов, другие — что вытянута вдоль оси вращения.

Разрешить проблему можно, определив длину градуса меридиана на различных его участках. Если считать, что Земля сплющена у полюсов, то длина градуса меридиана должна быть короче вблизи экватора.

Метод измерения больших расстояний на поверхности Земли — **триангуляцию** — разработал нидерландский астроном и мыслитель В. Снеллиус еще в самом начале XVII века. Метод состоит в том, что сначала с помощью точного эталона меры длины измеряют небольшое расстояние — несколько километров. Это базис триангуляции. Все остальные измерения проводят геодезическими угломерными инструментами. С каждого конца начального базиса измеряются углы между другим его концом и удаленной точкой на поверхности — геодезическим сигналом. Затем инструмент переносится в точку сигнала, и снова измеряются углы с него на базис

и на следующий сигнал. Так на земной поверхности строится сеть треугольников, на краях этой сети расположены пункты, между которыми нужно узнать точное расстояние. Далее, последовательно решая треугольники, находят все расстояния в сети, определяют географические широты ее концов (а вернее, разность широт). Разделив линейное расстояние на разность широт, получают длину одного градуса земного меридиана.

Во Франции первые градусные измерения провел Ж. Пикар в 1669—70 годах, для чего он усовершенствовал угломерные инструменты того времени, соединив их со зрительной трубой и поставив на окуляр нитяной микрометр. Согласно его измерениям, длина градуса меридиана на дуге Париж — Амьен составила 111 212 м, что только на 17 м меньше истинного значения. Ж. Пикар предполагал, что Земля может быть и не абсолютно шарообразной, но ее радиус — 6372 км — он смог вычислить только при этом упрощении.

Крупномасштабные геодезические измерения во Франции были предприняты в 1683 году под руководством директора Парижской обсерватории Дж. Д. Кассини, они закончились только через 35 лет, уже после его смерти. Что касается измерительных работ, то,

надо полагать, они были плодотворны. Длина одного градуса меридиана на дуге Париж — Дюнкерк составила 111 015 м, а к югу от Парижа — 111 282 м, что как будто указывало на вытянутость Земли к полюсам.

Результат явно противоречил теоретическим положениям, обосновывавшим сплюснутость Земли. Такого мнения придерживался Х. Гюйгенс, бывший долгое время президентом Парижской Академии наук, а также И. Ньютон, который даже оценил величину сжатия, основываясь на законе тяготения. Но были и иные мнения.

Дж. Д. Кассини считал Землю вытянутой; впрочем, он отрицал и теорию тяготения Ньютона, называя ее «английской выдумкой» (Земля и Вселенная, 1976, № 1, с. 60.— Ред.). Той же точки зрения придерживался и его сын Ж. Кассини, тоже директор Парижской обсерватории по праву наследования, под руководством которого и были закончены измерения, давшие желаемый ему результат.

Тем не менее дискуссия продолжалась. Сторонники сжатой Земли справедливо указывали, что точность измерений недостаточна, чтобы уверенно зафиксировать незначительную разницу в длине градуса меридиана на короткой дуге его, расположенной внутри Франции. Вопрос можно решить, отмеча-

ли они, лишь с помощью градусных измерений на удаленных дугах, выбрав одну в районе экватора, а другую — как можно ближе к полюсу. В 1734 году Парижская Академия наук получила Королевский указ, предписывающий провести такие работы. Указ был издан по инициативе военноморского министра — проблема не рассматривалась только как теоретическая, от нее ожидали пользы для навигации.

Академия сформировала две экспедиции. 16 мая 1735 года эквадорская экспедиция, в состав которой вошли академики Л. Годен, П. Бугер, Ш. М. де ла Кондамин и восемь человек вспомогательного персонала, включая врача и ботаника, отбыла из Ла-Рошели. Посетив ряд портов и островов, экспедиция прибыла в южноамериканский порт Картахену, где уже несколько месяцев ее ожидалось два испанских морских офицера Хорхе Хуан де Сантасилья и Антонио де Ульоа. Согласно указу испанского короля, им вменялось в обязанность «ассистировать во всех работах французской миссии и сохранять записи о них». Экспедиция пересекла Панамский перешеек и 10 марта 1736 года прибыла в эквадорский порт Манту, а затем в Кито — столицу Эквадора. На своем долгом пути из Ла-Рошели ученые выполнили множество астрономических определений различных типов.

Рассматривая рисунки из книги Хорхе Хуана «Астрономические и физические наблюдения» (1748 год), нетрудно заметить, как сильно астрометрические инструменты той эпохи отличаются от современных. Тогда еще не могли изготавливать точно разделенные круги небольшого диаметра, поэтому вынуждены были использовать разделенные дуги очень

больших радиусов. Например, сектор, с которым Бугер и Кондамин наблюдали прохождение звезд через меридиан вблизи зенита, имел радиус 3,84 м и разделенную дугу в 30° . Большой радиус позволяет применить длиннофокусный телескоп, в то время единственно доступный исследователям. Второй сектор был еще большим — с радиусом 6,4 м.

Для измерения углов между геодезическими сигналами использовались квадранты с разделенной дугой 90° . Это были уже своего рода «универсальные инструменты», которые использовались в двух положениях. В вертикальной позиции с их помощью измеряли превышения сигналов, можно было измерять и высоты светил. Телескоп, жестко скрепленный с разделенной дугой, наводили на объект, а считывание производили по нити отвеса. В горизонтальной позиции на дугу устанавливали другой, подвижной телескоп. Телескопы наводили на два геодезических сигнала и измеряли угол между ними. Кондамин имел два квадранта, один радиусом 1 м и другой — похотный — 0,3 м. Бугер работал с квадрантом 0,8 м, Годен — 0,67 м. Все наблюдатели тщательно исследовали свои инструменты, выявляли источники ошибок и подробно описывали методы исследований.

В сентябре 1736 года экспедиция выбрала линию для базиса триангуляции к северу от Кито, и в течение месяца шли его измерения с помощью сделанных из железа эталонных туазов (1 туаз = 0,94904 м). Работа выполнялась двумя группами, двигавшимися с разных концов базиса, расхождение их измерений составило 8 см при длине базиса 12 225 м. В процессе работы накапливался опыт (в первый день изме-

рили только 80 м, в последние проходили чуть ли не по километру). Впоследствии на краях базиса построили две пирамидки.

Как всегда, геодезисты не упускали возможности проводить и другие наблюдения. Они, например, наблюдали затмение Луны 19 сентября 1736 года, определяли высоту Солнца в зимнем (1736 года) и летнем (1737 года) солнцестоянии, получив величину наклона экватора к эклиптике. Разница между результатами Хорхе Хуана и Кондамина составила всего $8''$. Самыми обычными были определения широт селений, где они останавливались, определения магнитных склонений, высот пунктов над уровнем моря, горизонтальной рефракции по наблюдениям восходов и заходов светил, длины секундного маятника (Кондамин первым обнаружил, что горные массивы вызывают отклонения отвеса). Выполнялись также специальные опыты для определения скорости звука. Нельзя не сказать и о работе ботаника в эквадорской экспедиции, впервые описавшего хинное дерево.

С нашим подходом к ученым, которых мы разделяем по их узким специализациям, довольно трудно обозначить специальности членов экспедиции. С некоторым ограничением Бугера можно назвать астрономом. Кондамина до экспедиции скорее всего посчитали бы химиком, по крайней мере это было его предпочтительным занятием. Здесь он, используя свои химические познания, провел первые научные исследования хинина и каучука. Он определял также состав минеральных вод, пытался извлечь экстракт корицы, добывал из руд ртуть для пополнения барометров. Словом, время зря не тратили: Кондамин и Вергун единственный раз воспользова-

лись трехдневным отпуском, да и то Кондамин пишет об этом с некоторым смущением: «...приняли приглашение на великолепный и блестящий праздник в то время, которое не могло быть потрачено с пользой из-за задержки оборудования».

Годена можно считать инженером. Во время пребывания в Эквадоре он по просьбе местных властей создал проект отвода русла реки Писке, чтобы достать со дна реки золото (один из мулов каравана с ценностями, идущего из Лимы в Картахену, сорвался здесь с подвесного моста). Но когда работа шла уже к завершению, бурный ливень в горах поднял уровень воды, и поток смыл плотину и разрушил отводный канал. Это место находится вблизи ныне действующей советско-экваторской Геодинамической станции на экваторе.

Когда члены экспедиции, следующие от побережья разными путями, 10 июня 1736 года собрались в Кито, они еще не знали, в каком направлении от города развернуть триангуляционные работы. Разведка показала, что южное направление удобнее. Триангуляционные работы начались в августе 1737 года и длились два года. Обе группы наблюдали на одинаковых сигналах, но в разное время. Были и небольшие отличия в цепи треугольников. Так, Годен и Хорхе Хуан не рискнули подняться высоко на вулкан Пичинча, на склоне которого расположен Кито. Вторая же группа потеряла на нем мно-

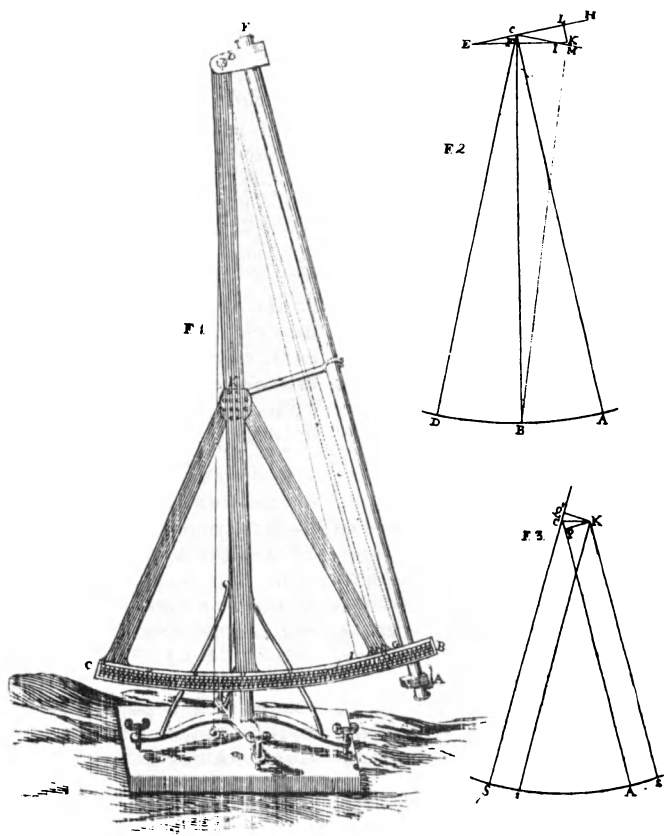
го времени, двигаясь среди снегов и туманов, и с большими усилиями завершила наблюдения, перебравшись на километр ниже, только спустя четыре месяца после начала работ. После первых трудных наблюдений геодезисты уже не пытались выбирать для сигналов высокие и удаленные точки. Максимальная дистанция между сигналами отмечена в самом начале с той же Пичинчи — 41 км.

Подробное описание геодезических сигналов и порядок работы на них даны в книге Антонио Ульоа «Историческое описание путешествия в Южную Америку» (1748 год), а в «Дневнике путешествия в Эквадор» (1751 год) Кондамин с увлечением описывает трудности работы и пути их преодоле-

ния. Сеть триангуляции располагалась в зоне междуандского коридора: в этом месте высочайшие горные вершины Южноамериканских Анд образуют две параллельные цепи, а между ними лежит узкое, вытянутое по меридиану плато со множеством высоких гор и глубочайших ущелий. Каньоны с крутыми склонами здесь самое обычное явление, а капризы погоды совершенно непредсказуемы. Иной раз приходилось два дня добираться до сигнала, расположенного в 20 км по прямой, а его разнесло ветром на части или — и такое бывало — он разрушен местными жителями.

В своей книге Кондамин с гордостью отмечает, что среди местных жителей члены экспедиции приобрели

Рисунки из книги Хорхе Хуана «Астрономические и физические наблюдения» (а — сектор для астрономических наблюдений, б — квадрант для геодезических измерений)



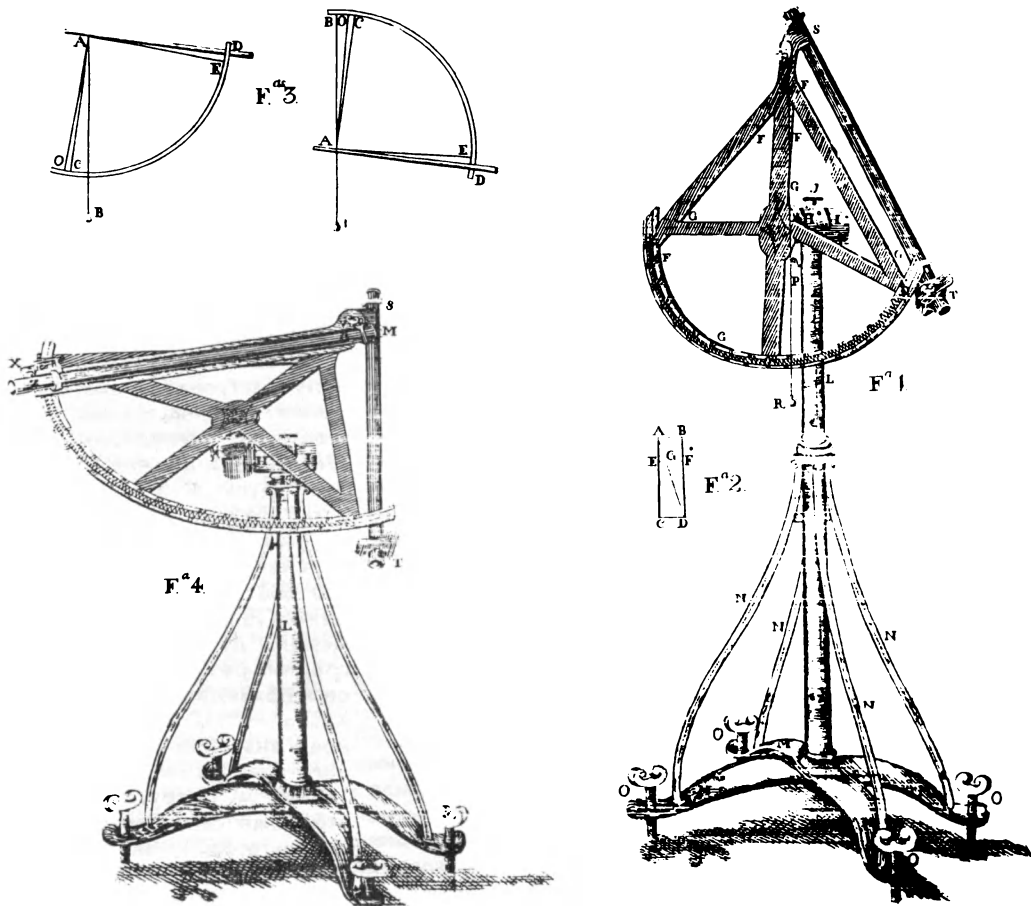
а)

известность и прочную репутацию выдающихся личностей. Такая слава сохраняется за ними в Эквадоре и теперь, спустя 250 лет. И все же отношения с местными жителями, а порой и с властями, иногда сильно осложнялись. Сразу после прибытия экспедиции местные власти возбудили против французов дело о контрабанде. Тогда же Антонио Ульоа поссорился с губернатором, который послал отряд стражников арестовать его. Антонио пришлось укрыться в представительстве иезуитов (иезуиты, как это ни странно, были активными помощниками экспедиции и выступили посредниками в примирении). Случались кражи — у бота-

ника украли часть гербария, у Кондамина перед последним отъездом из Кито похитили все бумаги, из которых потом, правда, почти все вернули за обещанное вознаграждение. Но самым печальным фактом было убийство в сентябре 1739 года врача экспедиции Сениергеса.

12 сентября 1738 года, когда в Эквадоре заканчивались измерения первого градуса, прибыли письма из Парижа — от академика А. Клеро и П. Мопертюи — с информацией о работе северной экспедиции. В Лапландии была измерена дуга в $57^{\circ}28,5''$ на средней широте $66^{\circ}20'$ и определена длина градуса меридиана —

111 949 м. Разница результатов этого измерения и измерения Пикара в Париже составила 737 м. Таким образом, проблема формы Земли была разрешена — наша планета сплюснута у полюсов. Теперь южной экспедиции оставалось лишь уточнить эту форму, вычислить сжатие Земли по наблюдениям на разных широтах. По иронии судьбы, северной экспедиции просто повезло. Дело в том, что истинное значение длины градуса меридиана в этих северных широтах — 111 524 м, так что ошибка превысила 400 м (будь она в другую сторону, вопрос о форме Земли еще долго оставался бы нерешенным...).



В октябре 1739 года в Эквадоре начался новый этап работы — **астрометрический**. Наблюдения дали значительный разброс результатов на обоих секторах. Так, по наблюдениям Бугера и Кондамина разность зенитных расстояний звезды в разные ночи достигала $10''$. Однако они все же провели сеанс наблюдений на южном конце сети до января 1740 года и перебрались на северный, где Бугер выбрал весьма примечательное место для наблюдений среди пирамид Кочаски (Земля и Вселенная, 1987, № 3, с. 76.— Ред.).

Хорхе Хуан и Антонио Ульоа провели один сеанс наблюдений вместе с Годеном, а затем в августе-сентябре 1740 года еще один — с помощью сконструированного ими телескопа, жестко укрепленного на вертикальной стене. А затем в работе наступил длительный перерыв — до марта 1744 года, вызванный военными обстоятельствами. В Европе началась война, вошедшая в историю под названием «войны за австрийское наследство». У тихоокеанских берегов Южной Америки появилась английская эскадра. Хорхе Хуан и Антонио Ульоа как морские офицеры были отозваны в Лиму.

Лишь в мае 1740 года французы смогли, наконец, начать вычисления. Работа эта весьма трудоемкая, хотя и не очень сложная. Существует хороший контроль: измеренная длина второго базиса должна совпасть с вычисленной по измерению первого базиса. Кондамин получил разницу около 2 м, Хорхе Хуан и того меньше — 0,6 м. Впоследствии Кондамин сравнил расстояние между двумя крайними общими сигналами у себя и у Хорхе Хуана, на расстоянии 229 км разница составила 12,5 м.

В астрометрической части работ исследователи стол-

кнулись с большим разбросом в наблюдениях. Бугер и Кондамин потратили много времени и усилий, прежде чем получили удовлетворивший их результат. Кондамин провел в Кито и специальные наблюдения, в которых определялось влияние метеоусловий на астрометрические измерения. В течение 9 месяцев (с марта по декабрь 1741 года) Бугер провел на южном краю сети 6 серий наблюдений, каждый раз усвершенствуя свой сектор. Доказав, что разброс результатов происходит из-за самого инструмента, не обладавшего необходимой жесткостью и стабильностью, он сумел усвершенствовать и укрепить инструмент. Чтобы избавиться от необходимости учитывать плохо известные астрономические коррекции, было решено вести наблюдения одновременно на двух концах сети. Для этого пришлось построить еще один сектор радиусом 2,5 м.

Осенью 1742 года начался завершающий этап наблюдений экспедиции. Бугер закончил работы в Кочаски в январе 1743 года и отбыл во Францию кратчайшим путем — через Картагену, — даже не известив своего коллегу. Кондамин закончил наблюдения в марте 1743 года и тоже выехал на восток. Вместе с первым эквадорским ученым Педро Мальдонадо, географом и естественным испытателем, много помогавшим экспедиции, он спустился вниз по Амазонке и в феврале 1744 года прибыл во Французскую Гвиану. Опасаясь, что материалы экспедиции и его дневники могут пропасть при пересечении Атлантики (время было военное), Кондамин долго не решался двинуться дальше. Наконец он решился отплыть из Суринама на корабле нейтральной страны и появился в Париже в феврале 1745 года, на восемь месяцев позднее Бугера.

Хорхе Хуан и Антонио Ульоа в начале 1744 года снова появились в Кито, где проводили свои последние наблюдения до мая 1744 года. Хорхе Хуан прибыл в Европу без особых приключений в октябре 1745 года, тогда как Антонио Ульоа участвовал по пути в двух сражениях, где были потоплены испанские корабли, прибыл во Французскую Канаду и здесь все-таки попал в плен к англичанам. В качестве пленника его доставили в Англию... и он был принят в члены Королевского общества. В истории войн, пожалуй, найдется не так уж много примеров истинного уважения к научным заслугам противника. Ведь и Педро Мальдонадо, тоже гражданин враждебной страны, смог примерно в это же время приехать из Франции в Англию, и ему там оказали такие же почести. Но этот визит стал для него роковым — в Лондоне он простудился и умер в 1748 году.

Каждый из участников экспедиции возвращался на родину своим путем и каждого в дороге подстерегали трудности и опасности. И только когда все возвратились в Европу, наступило время оглашения окончательных результатов экспедиции. Результат Кондамина: измерена дуга в $3^{\circ}07'01''$ или в 348 882,6 м. Длина одного градуса меридиана, приведенная на уровень моря, 110 606 м. Результат Бугера — 110 600 м. Испанцы измерили дугу в $3^{\circ}26'53''$, их средний результат — именно он и приведен в книге Хорхе Хуана — 110 643 м. Истинное значение длины одного градуса меридиана — 110 582 м. Нетрудно видеть, что даже самый худший из результатов эквадорской экспедиции намного точнее, чем измерения, проведенные во Франции Кассини или выполненные во время северной экспедиции в Лапландии. Там ошибка состави-

ла 425 м. Это сравнение еще раз подчеркивает заслуги участников эквадорской экспедиции, их титанические усилия не были напрасны, тем более, что результаты получены как писал в своем дневнике Кондамин, в «напрасном ожидании и постоянном крушении надежд на скорый отъезд».

В 1748 году Хорхе Хуан и Антонио Ульоа опубликовали в Мадриде пятитомный отчет об экспедиции в Эквадоре. Хорхе Хуан выполнил его физическую и астрономическую части, а Ульоа сделал географические, этнографические, социологические описания. Кроме того, они выпустили труд под названием «Секретные записки», который из-за своей политической направленности был похоронен в архивах почти на восемь десятилетий. Бугер издал в 1749 году книгу «Форма Земли, определенная по наблюдениям Бугера и Кондамина», а спустя два года вышла книга Кондамина «Измерения трех первых градусов меридиана». В том же году были опубликованы его дневники. Это увлекательная научно-популярная книга. Ее научная и литературная стороны настолько совершенны, что книгу можно поставить в один ряд с произведениями современных мастеров этого жанра — французов Г. Тазиева и Ж.-И. Кусто.

До сих пор на Астрономической обсерватории Кито хранится встроенная в фундамент главного телескопа мраморная плита, на которой выгравированы основные этапы и итоги работ экспедиции, в плиту также вмонтирован эталон длины секундного маятника в Кито.

На концах первого базиса триангуляции были построены пирамиды, а на них (кроме имен королей и министров) указано, что здесь французские академики при содействии испанских офицеров измерили расстояние между пирамидами. Точный



текст надписи был темой продолжительного спора между испанцами и французами, и спор, к сожалению, закончился разрушением пирамид в 1747 году.

Потом пирамиды отстроили вновь и торжественно открыли в дни столетнего юбилея экспедиции. Однако в новом тексте надписи на пирамидах испанские наблюдатели не упоминались вовсе, еще слишком свежи были воспоминания о войне с Испанией за независимость Латинской Америки. А между тем Хорхе Хуан и Антонио Ульоа заслуживали признания и не только благодаря своим научным заслугам. Их книга «Секретные записки» была издана в разгар войны за независимость и послужила острым публицистическим оружием в этой борьбе.

Прошло еще сто лет. В Эквадоре побывала вторая французская геодезическая миссия, повторившая работу первой. В память этого события перед Астрономической обсерваторией Кито поставлен обелиск, и в надписи на нем испанские ученые признали, наконец, равноправное положение среди остальных участников первой французской экспедиции в Эквадор. А в 20 км от Кито, на линии экватора, воздвигли монумент

Аллея со скульптурными портретами участников первой французской геодезической экспедиции. На заднем плане монумент, поставленный на линии земного экватора в честь этой экспедиции

геодезистам, ставший символом Эквадора. В наши дни, к 250-летию экспедиции, здесь построен мемориально-туристический комплекс. Старый памятник заменили новым, такой же формы, но гораздо большим и внутри его разместили этнографический музей. В комплекс входят планетарий и Астрономическая обсерватория, принадлежащие Эквадорскому астрономическому обществу. К памятнику ведет широкая аллея со скульптурными портретами всех участников эквадорской экспедиции, ступившей на эту землю 250 лет назад.

В. А. ЮРЕВИЧ
кандидат физико-математических наук
Астрономический совет
АН СССР

Солнце продолжает бушевать

В марте 1989 года на Солнце продолжались вспышки весьма высокой интенсивности, которая, возможно, побьет «рекорды» за все время регистрации подобных явлений. По наблюдениям, проводившимся под руководством астрономов М. Эббота и П. Макинтош из обсерватории Боулдер (штат Колорадо, США), никаких признаков затухания такая активность весной 1989 года не проявляла.

Пик солнечной деятельности в ее 11-летнем цикле ожидается в течение 6—12 месяцев после этого периода. Однако максимальные показатели, зарегистрированные в период Международного геофизического года (в 1957 году), уже достигнуты. Гигантская вспышка на Солнце, произошедшая 10 марта 1989 года, привела к резкому изменению состояния магнитного поля Земли, последовали крупные нарушения радиосвязи и серия полярных сияний, охватившие многие районы. Источником вспышек сначала была активная группа из 75—100 солнечных пятен, появившихся 6 марта на восточной части диска светила. Еще две серии вспышек последовали 9 и 10 марта, причем первая из них была беспрецедентно сильной.

Вспышка 10 марта возникла как раз в тот момент, когда породившая ее группа пятен находилась на видимом диске Солнца. Изверженные заряженные частицы вызвали мощную геомагнитную бурю, разразившуюся 12—13 марта и сопровождавшуюся яркими полярными сияниями в обоих полушариях Земли (Земля и Вселенная, 1989, № 4, с. 12.— *Ред.*).

Активность Солнца специалисты измеряют по числу пятен. До сих пор рекордным был 1957 год, когда таких образований в среднем за месяц на поверхности светила было 250. К середине марта 1989 года этот показатель уже приближался к 200.

Известно, что скорость вращения поверхности Солнца в районе его полюсов меньше, чем около экватора. Этот эффект объясняется тем, что ближайшая к нам звезда представляет собой не твердое тело, а сгусток газообразной плазмы. Однако до сих пор никто не измерял скорость вращения материи, лежащей под поверхностью светила, в его глубинах.

Недавно такие исследования провел астрофизик К. Либбрехт из Калифорнийского технологического института (США). Он наблюдал на солнечной обсерватории Биг-Бэр (южная Калифорния). Ему впервые удалось экспериментально доказать, что скорость вращения солнечной материи изменяется как с гелиографической широтой, так и с глубиной подповерхностей точки.

Установлено, что внутренняя область Солнца (около $\frac{2}{3}$ его объема), вращаясь сравнительно однородно, совершает один полный оборот примерно за 27 суток. У внешней же его части (до глубины 200—210 тыс. км) период вращения в зависимости от близости к полюсам, составляет от 25 до 36 суток.

Ускорение вращательного движения по мере приближения к центру начинается в районе высоко турбулентной зоны конвекции, где тепловая энергия светила активно передается от разогретых недр к более холодной поверхности. «Проникнуть» во внутренние области Солнца К. Либбрехт сумел путем анализа «акустических мод» — звуковых волн, проникающих все тело светила. Такие волны вызывают колебания на поверхности Солнца, причем амплитуда колебаний зависит от глубины, затронутой соответствующей звуковой волной.

Таким образом, скорость осциллирующего газа может быть вычислена по доплеровскому сдвигу солнечного излучения в видимой области спектра. А это, в свою очередь, позволит определить частоту и скорость звуковых волн, отраженных от солнечной поверхности. Зная скорость распространения звуковых волн, следующих с запада на восток (то есть в том направлении, в котором светило вращается), и сравнив ее со скоростью волн, движущихся в противоположную сторону,

можно определить скорость вращения различных подповерхностных слоев Солнца.

New Scientist, 1989, 122, 1659

Еще один пояс астероидов!

Вопрос о том, существует ли пояс астероидов между Юпитером и Сатурном и если да, то насколько он стабилен, давно занимает ученых, в частности и потому, что гипотетический «срыв» того или иного астероида с его орбиты нередко привлекался для объяснения катастроф в геологической истории Земли.

В 1973 году астрономы М. Лекер и Ф. Франклин из Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики в Кембридже (США) произвели вычисления, которые показали, что орбиты астероидов, находящихся между Юпитером и Сатурном, обладают большой стабильностью.

Вычисления охватили период, в течение которого Юпитер обошел вокруг Солнца 500 раз. Исследователи сделали вывод: существует не один, а два пояса, в пределах которых расположены стабильные орбиты для малых планет: один — в 1,35 расстояния Юпитера от Солнца, а другой — в 1,45 этого расстояния.

Однако в 1989 году те же ученые совместно с присоединившимся к ним научным сотрудником семинарии Св. Иоанна в Бостоне (США) П. Сопером, используя более совершенный математический аппарат и ЭВМ с большим быстродействием, пришли к иному заключению. На этот раз они рассчитали 135 гипотетических орбит для астероидов на период времени, достигающий 40 тыс. оборотов Юпитера вокруг Солнца.

В результате ученые пришли к выводу, что гравитационное воздействие Юпитера и Сатурна в такой мере должно влиять на малые планеты, что ни одна из них не может оставаться на своей орбите дольше нескольких миллионов лет.

Очевидно, любой астероид по прошествии такого времени должен быть выброшен из пределов своего пояса. При этом, если он пересечет орбиту Юпитера, то направится в сторону Солнца, а

если его путь скрестится с орбитой Сатурна, то ему предстоит уйти во внешнее пространство и вообще покинуть нашу Солнечную систему.

Icarus, 1989, 79, 223
New Scientist, 1989, 123, 1672

Ионный полярный «дождь»

Известно, что электроны солнечного происхождения обладают способностью «навиваться» на силовые линии магнитного поля Земли и, следуя по ним, проникать в полярные области планеты. Там они «высыпаются» в атмосферу в виде полярных электронных «дождей». Специалисты предполагают, что такая же судьба и ионов солнечного происхождения, но до сих пор существовало лишь одно наблюдение, подтверждающее это.

Патрик Т. Ньюэлл и Чин Мэн из Лаборатории прикладной физики имени Джона Гопкинса (Лорел, штат Мэриленд, США) обнаружили и другие подобные случаи; например, анализируя данные двух ИСЗ, находившихся на полярной орбите, они обратили внимание на зарегистрированный ими 10 декабря 1983 года крупный рой положительных ионов на высоте около 800 км над полюсами. Поток ионов был примерно в десять раз больше, чем во время первого наблюдения ионного полярного «дождя».

Не совсем ясно, как частицам солнечного ветра удается проникнуть сквозь границу земной магнитосферы. Высказывают предположение, что эти частицы, облетев планету, достигают ее поверхности с другой стороны, где барьер, возможно, слабее. Поскольку «быстроходным» электронам легче производить подобный маневр, чем медленным ионам, ионный «дождь» наблюдается значительно реже электронного.

Science News, 1988, 134, 15

Озон, азот и грозы

До недавнего времени считалось, что тропосферное озоновое загрязнение — проблема лишь больших городов. Однако в отдельных сельских районах США летом начали также отмечаться случаи повышения содержания Оз. В июне 1988 года силами нескольких организаций США был выполнен эксперимент, в котором формирующие тропосферный озон окислы азота изучались с самолета-лаборатории (определялась концентрация окислов азота во время гроз на высотах до 9,1 км).

Картина резко изменялась во время грозы, когда насыщенный окислами азота воздух начинал подниматься в верхнюю тропосферу и распространяться на большие пространства. Конвективные потоки при грозах «засасывают» загрязняющие вещества в более высокие слои тропосферы. Но дело не ограничивается лишь простым перераспределением загрязняющих веществ, процесс ведет к резкой интенсификации образования озона в верхних слоях. При этом количество Оз, создаваемого окислами азота, увеличивается по мере падения их концентрации. Прибавка озона объясняется более низкой температурой высоких слоев по сравнению с температурой у земной поверхности. Срок жизни молекулы окислов азота в охлажденном воздухе по меньшей мере в 10 раз больше, а потому она может дольше участвовать в реакциях, производящих озон.

Образовавшийся в значительных объемах озон может постепенно опускаться к подстилающей поверхности, загрязняя и те районы, которые удалены от промышленных источников.

По мнению исследователей, вызываемое грозами перераспределение окислов азота происходит каждый раз, когда конвективные грозовые образования проходят над крупным городом. Это можно было наблюдать, например, летом 1988 года на Среднем Западе США.

EOS Transactions, American Geophysical Union, 1988, 69, 36

Семинар директоров и лекторов планетариев

12—16 декабря 1989 года в Московском планетарии, отмечаящем своей 60-летие (Земля и Вселенная, 1989, № 6, с. 61), собрались на Всесоюзный семинар директора и лекторы нашей страны. Семинар открыл директор Московского планетария О. В. Сизухин, который после краткого приветственного слова попросил председателя Ученого совета Московского планетария профессора В. Г. Курта продолжить заседание.

Известный популяризатор астрономии К. А. Порцевский, много лет возглавлявший Московский планетарий, выступил с интересным докладом об истории создания, работе и проблемах главного планетария Советского Союза. Участники семинара познакомились с образцами новой демонстрационной техники, прослушали лекции и программы («Проблема поиска внеземных цивилизаций», «Космос Максимилиана Волошина»). О новейших достижениях космонавтики, астрономии, астрофизики, внегалактической астрономии, космологии и философских вопросах науки о Вселенной собравшимся рассказали ведущие специалисты в этих областях науки. На заседании, посвященном обмену опытом работы, было уделено внимание учебной работе планетариев с молодежью, развитию астрономических кружков при планетариях, а также таким формам работы, как организация тематических вечеров и проведение театрализованных новогодних представлений с использованием астрономических сюжетов.

Группа директоров планетариев (Ленинградского, Волгоградского и других) выступили с инициативой создать Ассоциацию планетариев, которая будет координировать действия планетариев и организовывать взаимопомощь в их работе. Семинар решил поддержать эту инициативу.

У местных планетариев много проблем, большинство которых, разумеется, невозможно было решить на семинаре. Несмотря на это, проведение семинара оказалось очень полезным.

Восстанавливая страницы истории

Очерк третий. Василий Витковский



Василий Васильевич Витковский (1856—1924)

С двух сторон я приходил к необходимости изучить письма крупнейшего русского и советского геодезиста и астронома Василия Васильевича Витковского (1856—1924). С одной стороны, он был другом Н. П. Долгорукова, поддерживал с ним

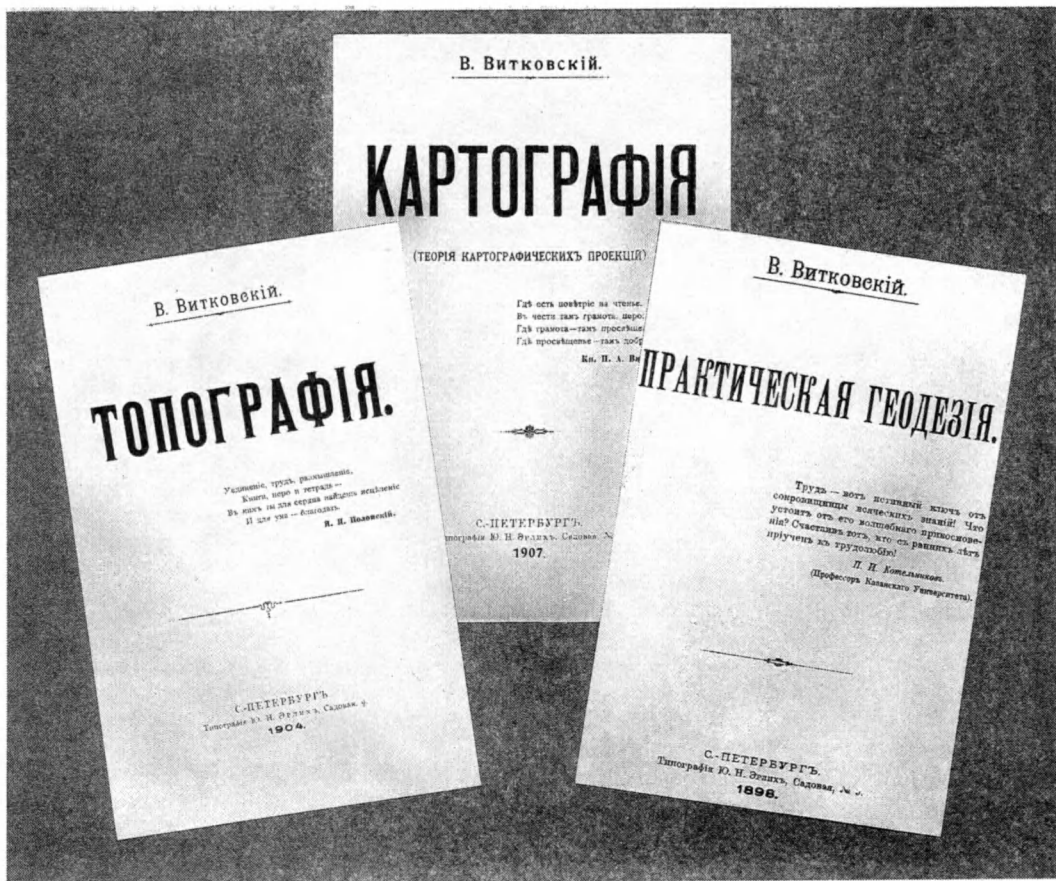
самые тесные отношения и в его архиве могли быть письма Долгорукова и дневниковые записи, относящиеся к нему. С другой стороны, М. А. Вильев специально подчеркивает, что именно В. В. Витковский привлек его внимание к теории движения Луны. В архиве М. А. Вильева (Ленинградское отделение Архива АН СССР) сохранились два очень интересных письма к нему В. В. Витковского. Оба они написаны весной 1917 года, в обоих ставятся конкретные вопросы лунной теории, оба побудили М. А. Вильева выполнить специальные расчеты и вывести формулы для решения поставленных Витковским отнюдь не тривиальных задач.

ОТЕЦ РУССКОЙ ГЕОДЕЗИИ

Кем же был В. В. Витковский, какой след он оставил в истории науки? Окончив геодезическое отделение Академии генерального штаба, пройдя трехлетнюю практику на Пулковской обсерватории (там-то он и познакомился с Н. П. Долгоруковым), В. В. Витковский стал выдающимся русским геодезистом, учителем нескольких поколений русских, а затем советских геодезистов. Он составил капитальные курсы: «Практическая геодезия» (1898, 1911), «Картография» (1907), «Топография» (1904, 1915, 1928, 1940).

Но В. В. Витковский был к тому же и астроном. Он являлся действительным членом Русского астрономического общества и Русского общества любителей мирозведения, опубликовал ряд работ по различным вопросам астрономии. В последние годы жизни он написал «Курс общей астрономии», который однако не успел подготовить к печати при жизни. После смерти Витковского оглавление и небольшие отрывки из этого курса были опубликованы в журнале «Геодезист» (1926, №№ 3—6).

Тот же журнал поместил сообщение об организации в Ленинграде Топографо-геодезического кружка памяти В. В. Витковского, поставившего своей целью сбор и публикацию неизданных трудов ученого. Кое-что кружку удалось сделать. Так, в



1927—1930 годах были изданы мемуары В. В. Витковского «Пережитое». Но повествование в них доходило только до 1915 года. В 1928 году кружок выпустил третье издание «Топографии» под редакцией одного из ближайших учеников Витковского Я. И. Алексеева (позже, в 1940 году, вышло еще одно издание, на этот раз под редакцией профессора А. В. Граура). Готовили к переизданию и «Практическую геодезию».

ПОИСКИ АРХИВА ВИТКОВСКОГО

Что же стало с громадным архивом ученого? Как сообщалось в журнале «Геодезист» (1926, № 3—4), члены кружка в феврале 1925 года с превеликими трудностями упаковали этот архив в 26 ящиков, общим весом в 300 пудов (около 5 тонн) и перевезли из Лесного, где находилась дача В. В. Витковского, в Ленинград, а затем отправили в Москву, в Военно-топографическое управление (ВТУ). Руководил этой перевозкой Я. И. Алексеев.

Чтобы разыскать архив Витковского, я

Титульные листы трудов В. В. Витковского

связался с некоторыми сотрудниками ВТУ, занимавшимися историей науки. Ответ был неутешительный: сейчас, в 80-е годы, архив Витковского в ВТУ нет и никто не знает, где он.

Начались поиски в государственных архивах. Но ни в Центральном архиве Министерства обороны СССР в Подольске, ни в Центральном государственном архиве Советской Армии, ни в Военно-историческом архиве фонда Витковского не оказалось.

Лишь в отделе рукописей Государственной библиотеки имени В. И. Ленина удалось разыскать небольшой фонд В. В. Витковского — всего 32 единицы хранения. Там были письма к Витковскому известных геодезистов А. И. Аузана и И. С. Свищева, пулковского астронома А. С. Васильева, известного популяризатора науки Я. И. Перельмана и некоторых других лиц. На мой вопрос, откуда попали в отдел рукописей



Группа членов Топографо-геодезического кружка памяти В. В. Витковского у дома, где жил и работал ученый (Ленинград, Б. Объездная, д. 16). Вторая половина 20-х годов. (Дом не сохранился)

эти материалы, мне ответили, что их сдал в середине 50-х годов А. Н. Шилов.

И тут я вспомнил, что тогда же в «Историко-астрономических исследованиях» было опубликовано довольно много писем к В. В. Витковскому пулковского астронома А. М. Жданова и известного русского геодезиста Д. Д. Гедеонова, работавшего на рубеже веков в Ташкенте. Академик АН УзССР В. П. Щеглов, опубликовавший письма Гедеонова, сообщал в другой статье, что фотокопии этих писем он получил от полковника Н. И. Шилова. Письма Жданова к Витковскому передал Ю. Г. Перелю для опубликования все тот же Н. И. Шилов.

В свое время я хорошо знал Николая Ивановича Шилова. Военный геодезист, он не раз выступал с научными докладами на собраниях Московского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества. Если бы я тогда, в начале 50-х годов,

мог предвидеть, что спустя 35 лет меня заинтересует судьба архива Витковского!

Выяснилось, что Н. И. Шилов опубликовал и еще одно письмо к В. В. Витковскому — известного математика и механика А. Н. Крылова. И так, Н. И. Шилов принимал действенные меры к тому, чтобы сделать достоянием научной общественности письма различных ученых к В. В. Витковскому. Нужно разыскать А. Н. Шилова, который сдал часть писем к Витковскому в Ленинскую библиотеку. Вновь обращаюсь в отдел рукописей. Мне ответили, что письма из фонда Витковского сдала Шилова Алла Николаевна в 1955 году, ее адрес сообщить мне не могут без ее согласия, а записанный в отделе рукописей ее телефон принадлежит теперь другим людям.

Пришлось обратиться в адресный стол. И хотя я не знал ни года, ни места рождения Аллы Николаевны, я подал заявку и получил ответ. Через два-три дня я уже сидел в уютной квартире Аллы Николаевны и слушал ее рассказ.

— Отец умер скоропостижно в июне 1954 года. Видимо, он намеревался опубликовать и остальные письма к В. В. Витковскому, но не успел. Все, что осталось после смерти отца, я сдала в отдел рукописей Библиотеки имени Ленина. Где находится



Могила В. В. Витковского

основной архив Витковского, я не знаю. Единственное, что могу Вам предложить, это копию письма отца к директору Пулковской обсерватории А. А. Михайлову.

В этом письме, написанном в сентябре 1953 года, Н. И. Шилов предлагал А. А. Михайлову передать ему для публикации фотографии писем А. М. Жданова к В. В. Витковскому. Очевидно А. А. Михайлов передал это Ю. Г. Перелю, в то время — ученому секретарю Комиссии по истории астрономии Астрономического совета АН СССР, и тот напечатал письма А. М. Жданова в только что начатом издании — в первом выпуске «Историко-астрономических исследований»¹.

Я стал расспрашивать о судьбе архива Витковского старых геодезистов. Один из учеников Василия Васильевича, генерал-майор в отставке Ф. Я. Герасимов рассказал:

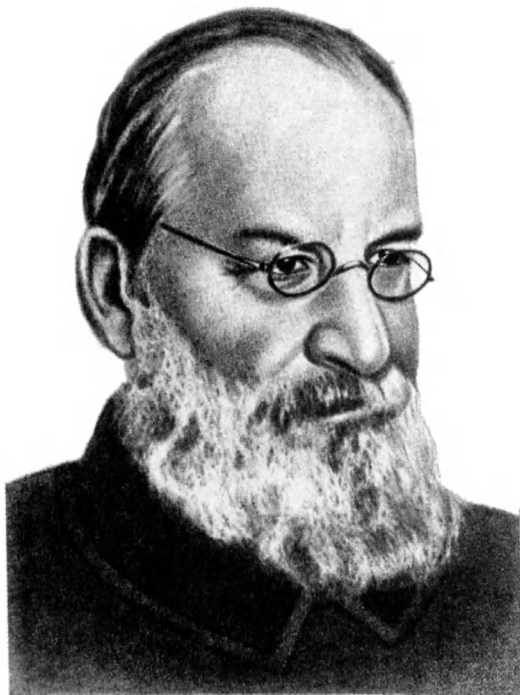
— Архив Витковского хранился в большом кованом сундуке, который стоял в коридоре ВТУ. Во время войны его отпра-

вили в Ташкент, но обратно он, по-моему, не вернулся. Ищите в Ташкенте.

Об этом кованом сундуке мне рассказали также Б. С. Кузьмин и А. А. Тимофеев. Но ведь Н. И. Шилов имел доступ к архиву Витковского в начале 50-х годов, то есть после войны. Значит, в Ташкенте мог остаться только сундук, а архив привезли в Москву в другой таре.

И тут я нашел весьма интересное упоминание в биографической книге В. М. Картушина «Василий Васильевич Витковский», выпущенной в 1956 году (к столетию со дня рождения ученого) Геодезиздатом. Говоря о громадной рукописи «Курса общей астрономии» (в ней было 1669 страниц!), Картушин замечает: «Печально то, что эта рукопись (как, впрочем, и весь архив В. В. Витковского) доступна крайне узкому кругу лиц». В другой биографической книге о В. В. Витковском, написанной В. А. Баринковым и изданной в «Научно-биографической серии АН СССР» в 1973 году, о судьбе архива Витковского ничего не говорится.

¹ Письма А. М. Жданова представляют немалый интерес для истории отечественной небесной механики. Они написаны Ждановым, когда он проходил практику у одного из основателей неклассической небесной механики шведского астронома Г. Гюльдена.



Академик Алексей Николаевич Крылов (1863—1945)

Да, поздно я взялся за это дело. Уже нет в живых ни В. М. Картушина (очевидно, знавшего, где находится архив), ни В. А. Барина, ни геодезиста Н. Ф. Булаевского, который содействовал Н. И. Шилову в публикации писем из архива Витковского и которого я тоже в свое время хорошо знал.

В последние годы жизни В. В. Витковский преподавал в Военно-инженерной академии, впоследствии переведенной в Москву и носящей теперь имя В. В. Куйбышева. Там же защищал кандидатскую диссертацию Н. И. Шилов. А вдруг архив Витковского передали туда? Звоню начальнику академии генерал-полковнику Е. С. Колибернову. Он переадресовал меня двум своим сотрудникам. Те попросили два-три дня для выяснения. Спустя некоторое время сообщили, что архива Витковского в академии нет.

В голову начали закрадываться тревожные мысли. Один из старых геодезистов,

с которым я беседовал, так прямо и сказал: «Наверное, растащили этот архив». А. Н. Шилова со слов ее матери, работавшей раньше в библиотеке ВТУ, рассказывала, что оттуда выносили и сдавали в макулатуру большие пачки бумаг. Неужели архив В. В. Витковского, представляющий громадную ценность для истории нашей науки, погиб? Если да, то кто виновен в этом?

В. В. ВИТКОВСКИЙ И А. Н. КРЫЛОВ

И вдруг отдельные письма В. В. Витковского начали обнаруживаться. Во время пребывания в Ленинграде в июне 1988 года я обнаружил в фонде академика А. Н. Крылова (Ленинградское отделение Архива АН СССР) интереснейшую переписку между В. В. Витковским и А. Н. Крыловым по вопросу об отклонении падающих тел к востоку и по меридиану в результате вращения Земли. Несколько писем Витковского оказались в фонде Д. О. Святого в архиве Географического общества СССР.

В. В. Витковский был человеком очень пытливым. В частности, он любил сравнивать изложение одного и того же вопроса в курсах и руководствах разных авторов и нередко находил в них противоречия и ошибки.

В письме к А. Н. Крылову от 28 октября 1910 года В. В. Витковский предлагает задачу об отклонении падающего тела к востоку и к югу на вращающейся Земле. Выведенные им формулы он применяет к опытам по бросанию тел с высоты 158,5 м, проведенным в 1831 году немецким экспериментатором Рейхом во Фрейбурге (широта 51°). Для отклонения к востоку Витковский получил величину 27,6 мм, что было в полном согласии с значением, приведенным в «Аналитической механике» Д. К. Бобылева (в то время это был самый подробный курс теоретической механики на русском языке), а также с самим экспериментом. Но для уклонения к югу Витковский получил совершенно неправдоподобную величину 268 мм, тогда как по Бобылеву должно было быть уклонение к северу и на ничтожную величину $7 \cdot 10^{-6}$ мм!

А. Н. Крылов не оставил письма Витковского без ответа. 4 ноября 1910 года он дал подробный вывод дифференциальных уравнений движения падающего тела, отличающийся от вывода Бобылева, и получил уклонение к югу, равное для опытов Рейха $4,44 \cdot 10^{-3}$ мм.

12 ноября 1910 года В. В. Витковский поблагодарил А. Н. Крылова за присланное решение и «за ценные указания на Лапласа и Гаусса. Благодаря этим указаниям я узнал, что Ольберс полагал, как я, что

тела должны падать на юг, а Гаусс, как Вы, объяснял, в чем дело. Теперь все мне сделалось ясным, но... Ваша формула для уклонения по меридиану не согласна с формулой Бобылева...»

Несмотря на то, что «все ему сделалось ясным», В. В. Витковский спустя пять лет, 24 октября 1915 года, снова обращается к А. Н. Крылову с тем же вопросом, приводит свою прежнюю неверную формулу для уклонения к югу и просит объяснить, в чем ошибка ее вывода. Никакого намека на переписку 1910 года в письме нет, все начинается «от нуля». Витковский вновь указывает на ошибочность формулы для уклонения к востоку, приводимой в «Астрономии» Н. Я. Цингера (там вместо коэффициента $1/3$ стоит $1/2$, то есть уклонение завышено в 1,5 раза). Затем Витковский приводит формулы для уклонения вдоль меридиана Д. К. Бобылева и французского механика П. Аппеля, чей курс «Трактат по теоретической механике» трижды переиздавался во Франции и был издан в России в переводе Безрукова. «Итак, позвольте обратиться уже к Вашему великодушию. Не найдете ли Вы возможным справиться в других книгах, которых у Вас больше по этой части, чем у меня, или, еще лучше, может быть на досуге сами придумаете вывод уклонения, которое все же должно быть к югу (так мне кажется)».

А. Н. Крылов, избранный незадолго до этого членом-корреспондентом Российской академии наук (до его избрания в академии оставалось полгода), не сделал в своем ответе ни малейшего замечания о том, что он уже сообщал Витковскому подробный вывод формул уклонения падающего тела в переписке 1910 года. «По отношению к Вашему выводу отклонения падающих тел к югу,— пишет он,— необходимо ввести поправку, а именно: ускорение g , направленное к надиру, не есть ускорение, сообщаемое притяжением Земли, а отличается от него на величину центростремительного ускорения $f = \omega^2 R \cos \varphi$, направленного в плоскости параллели» (здесь ω — угловая скорость вращения, R — радиус Земли, φ — широта). И Крылов изящно показывает, что именно эта ошибка и привела Витковского к его неверной формуле.

Конечно, может вызвать удивление тот факт, что оба ученых «забыли» о своей переписке 1910 года по этому же вопросу, хотя со стороны А. Н. Крылова это могло быть актом простой вежливости. Но самое интересное, пожалуй, состоит в том, что как раз в это время, осенью 1915 года, 22-летний М. А. Вильев, только что окончивший Петроградский университет, работал над глубоким исследованием той же самой задачи. Его труд «Исследование траектории свободно падающего в пустоте тела» был представлен 20 января 1916 года академиком О. А. Баклундом для публикации в «Известиях Академии наук» и в мае того же года был опубликован. В нем М. А. Вильев дает гораздо более точный вывод компонент отклонения к востоку и к югу, чем А. Н. Крылов, и в известном нам примере с опытами Рейха по его формулам отклонение к югу получается $4,52 \cdot 10^{-2}$ мм — ровно в 10 раз больше, чем по формулам Аппеля и Крылова. (Это не погрешность,— М. А. Вильев учел члены более высоких порядков.) В примечании к VIII тому собрания сочинений А. Н. Крылова редактор тома Н. И. Идельсон прямо указывает на этот труд Вильева как на самое подробное и тщательное исследование вопроса.

Кто натолкнул М. А. Вильева на тему этого исследования? А может быть, это тоже был В. В. Витковский? Таких данных у нас нет, М. А. Вильев в двух своих публикациях на эту тему на Витковского не ссылается. И тем не менее, такая возможность вполне реальна.

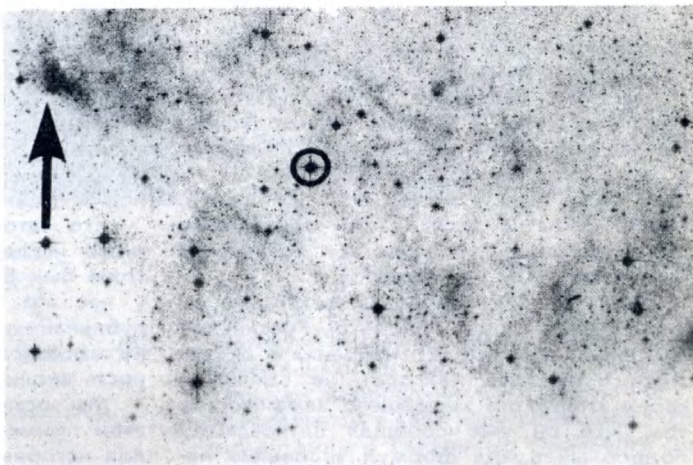
Мы остановились столь подробно на этом примере, чтобы показать, как много для истории отечественной науки мог бы дать архив В. В. Витковского. Надо постараться найти этот архив, если он все же сохранился.

В. А. БРОНШТЭН
Кандидат физико-математических наук

Астрономия с телескопами Шмидта и Максутова

В 1930 году в Гамбурге Б. Шмидт, эстонец по происхождению, сконструировал рефлектор со сферическим зеркалом, в котором для исправления сферической аберрации он применил стеклянную пластинку особой формы. Пластинка имела диаметр меньший, чем зеркало — это определяло размер входного отверстия телескопа — и устанавливалась на двойном фокусном расстоянии от зеркала. Позже, в 1941 году, Д. Д. Максутов в Ленинграде изобрел телескоп, в котором сферическая аберрация устранялась мениском, имеющим две сферические поверхности различного радиуса кривизны. Телескопы Шмидта и Максутова достаточно светосильны, широкоугольны и обладают большим полем зрения, причем звезды имеют отличные изображения по всему полю, что является непревзойденным достоинством этих камер. Приемником излучения в них служат только фотографические материалы, так как электронные приемники таких больших размеров пока еще не изобретены.

В первые годы телескопы Шмидта и Максутова не получили большого распространения, но в 1960—1970 го-



дах положение изменилось. В настоящее время работают несколько десятков камер Максутова и камер Шмидта, включая разновидности последнего — супер-шмидт и бекер-шмидт. Примерно 20 из них имеют размеры зеркала более 50 см.

Наблюдения с телескопами Шмидта и Максутова важны для астрономии. Благодаря светосиле и большому полю они применяются для создания атласов звездного неба. Фотографирование избранных областей неба в эти телескопы позволяет производить обзоры неба, необходимые для обнаружения новых небесных объектов разных типов и для

Новая волокнистая туманность в области Южного полюса Галактики. Туманность обнаружена на снимках, полученных с помощью 122-сантиметрового телескопа Шмидта на обсерватории Сайдинг Спринг. Стрелка указывает на деталь, видимую на оригинальном астрономическом негативе; другие детали и волокна выявляются только на копии астронегатива, где изображения усилены способом контрастного копирования, предложенным Д. Малином

подсчета звезд (последнее дает возможность уточнить сведения о строении Галактики). Ценно то, что снимки получаются «глубокими»



(на негативах видны очень слабые звезды). Они служат, например, для отождествления радиоисточников. Рефлекторы с гигантскими зеркалами не годятся для выполнения такого рода обзоров: поле зрения у них малое (например, у 5-метрового рефлектора — 20') и для фотографирования всей небесной сферы потребовались бы тысячи лет.

Первый из современных атласов неба был сделан на обсерватории Маунт Паломар на 122-сантиметровом телескопе Шмидта. Наблюдения производились с 1949 по 1959 годы и охватили область неба от Северного полюса мира до склонения $\delta = -33^\circ$. Масштаб снимков $67''/\text{мм}$, размер фотопластинок 36×39 см. Каждая область фотографировалась дважды, в красных и в синих лучах. Предельно слабые звезды имели соответственно 20^m и 21^m . Негативы были скопированы на фотобумагу

Туманность Ориона. Снимок получен на 122-сантиметровом телескопе Шмидта. а) обычный отпечаток с негатива; б) отпечаток получен с применением нерезкой маски. Выявляется большое количество деталей, даже в центральных областях, сильно передержанных на оригинальном негативе

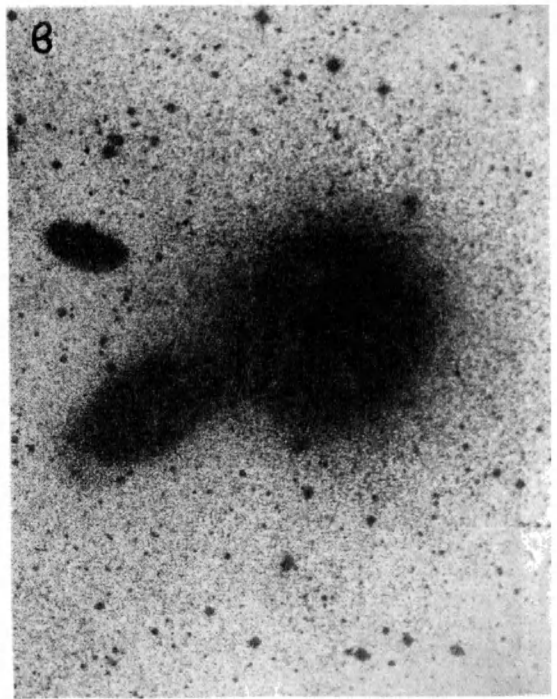
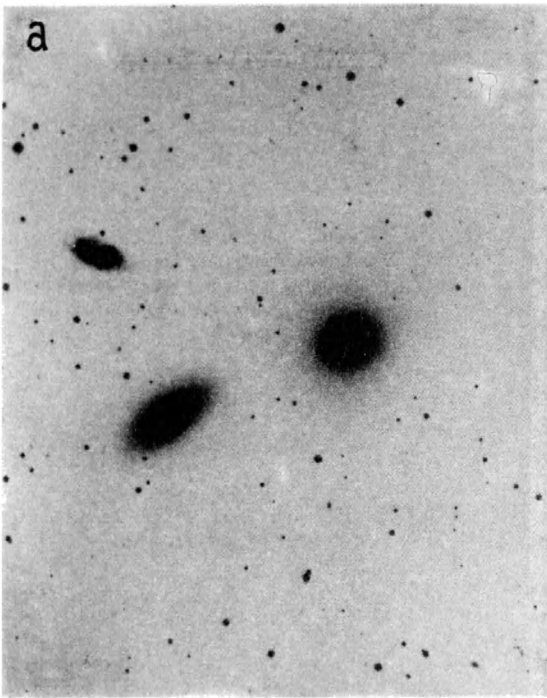
и наборы копий продавались обсерваториям.

Карты Паломарского атласа содержат изображения около 500 млн звезд и 50 млн галактик. Анализируя снимки этого атласа, Б. А. Воронцов-Вельяминов в Москве (ГАИШ) открыл новый вид небесных светил — взаимодействующие галактики; они интенсивно изучаются теперь на многих обсерваториях. Открыто много туманностей, галактик, скоплений.

Сейчас ведутся работы по составлению нескольких но-

вых фотографических атласов неба. Один из атласов Южного полушария неба — «Быстрый голубой обзор» — уже закончен. В будущем тиражирование атласов предполагается делать на лазерных дисках, без применения фотографических материалов. Кроме создания атласов, на многих крупных телескопах ведутся наблюдения с целью открытия квазаров, карликовых и взаимодействующих галактик, скоплений и сверхскоплений галактик, а также переменных, новых и сверхновых звезд и более двадцати других видов небесных объектов.

Большое значение приобретают обзоры неба, производимые с помощью объективной призмы, когда регистрируются спектры сотни тысяч слабых звезд. Спектрограммы получаются с низкой дисперсией, однако позволяют выполнять разнообразные исследования сла-



бых объектов. На Абастуманской астрофизической обсерватории АН ГССР Е. К. Харадзе и Р. А. Бартая произвели классификацию спектров 100 тыс. звезд. На других обсерваториях сделаны определения лучевых скоростей звезд, исследуется красное смещение галактик. Выявлено более тысячи новых галактик с избытком ультрафиолетового излучения (первооткрывателем которых был Б. Е. Маркарян).

Началось применение телескопов Шмидта и Максудова и в исследованиях по фотографической астрометрии. Американские астрономы В. Лейтон, К. Муррей и другие определили собственные движения и средние параллаксы большого числа звезд, и точность оказалась высокой. В 1985 году начаты повторные съемки северного неба на Паломарском телескопе Шмидта; сравнение старых и новых снимков одного и того же участка неба по-

Галактика NGC 3379 в созвездии Льва. а) обычным способом полученный отпечаток с астронегатива; б) отпечаток получен путем фотографического усиления копии негатива. Предел снимка увеличился на 5^m . (Д. Малин, обсерватория Сайдинг Спринг)

зволит выявить перемещение звезд по небесной сфере, определить собственные движения множества слабых звезд. Полагают, что использование зеркально-линзовых систем фундаментально расширит программы астрометрических наблюдений.

Какие проблемы волнуют астрономов сейчас в связи с использованием телескопов Шмидта и Максудова? Расскажем о некоторых из них.

Один «глубокий» снимок размером 36×36 см, полученный на крупном телескопе, содержит 10^5 — 10^6 изображений небесных объектов

(за ночь с одним телескопом можно получить до десяти таких снимков). Для каждого объекта можно измерить его координаты, профотометрировать изображение, исследовать морфологию протяженных объектов — галактик и туманностей. Очевидно, что в полном объеме информация, зарегистрированная фотослоем, снимается только с помощью быстродействующих измерительных машин, соединенных с ЭВМ. И в 1970-х годах стал быстро расти интерес к конструированию измерительных комплексов. Созданы программы для автоматического решения многих задач. Например, на негативах ведется автоматическое выделение галактик среди звезд, переменных по блеску объектов, подсчеты звезд, выделение на спектральных снимках звезд с эмиссионными линиями или другими особенностями. Быстродействие машин составляет 10^4 — 10^6 отсчетов в секунду. Однако, пока неясно,

ДААННЫЕ О НЕКОТОРЫХ ТЕЛЕСКОПАХ, УСТАНОВЛЕННЫХ В СССР И ЗА РУБЕЖОМ

Начало работы	Размеры, см	Место установки
1948	122/186/301	Маунт Паломар (США)
1950	50/67/120	Алма-Ата (СССР)
1956	70/90/210	Абастумани (СССР)
1958	50/71/200	Крым (СССР)
1960	140/203/410	Таутенбург (ГДР)
1960	100/130/213	Бюракан (СССР)
1967	80/120/240	Рига (СССР)
1972	100/135/306	Ла-Силла (Южная Америка)
1973	122/183/307	Сайдинг Спринг (Австралия)

Примечание: во втором столбце указаны характеристики телескопа — диаметр отверстия, диаметр зеркала и фокусное расстояние.

каким образом следует проверять результаты, выданные машиной, хотя необходимость проверки очевидна; так, в задаче по определению красного смещения в спектрах галактик установлено, что если в измеряемых изображениях отношение «сигнал/шум» меньше 5, ошибочными оказываются 50 % результатов.

Высокоточные измерения блеска светил по их изображениям на негативе представляют собой не решенную до конца проблему. Многие вопросы пока еще не имеют ответа: как лучше учитывать влияния фона (свечения ночного неба), возможна ли точная фотометрия тех звезд, которые слабее звезд-стандартов, имеющих на данном негативе? Остро не хватает информации и о слабых (слабе 17^m) звездах-стандартах с уверенно определенными звездными величинами. Для пополнения числа этих стандартов требуются наблюдения на телескопах с зеркалом диаметром не менее 4 м, но известно, что для решения такой «технической» проблемы наблюдательное время на больших телескопах отводится неохотно.

Серьезные проблемы ставит перед астрономами эксплуатация телескопов и методика фотографирования. Так, Р. Вест (США) провел модернизацию 1-метрового телескопа Шмидта, установленного в Южной Америке. Он заменил кассетную часть и систему гидирования. Теперь автоматически вносятся различные поправки, учитывающие вращение поля и дифференциальную рефракцию. Только в этом случае изображения звезд на пластинке получаются идеально круглыми и запечатлеваются слабейшие звезды и галак-

тики, можно делать многочасовые экспозиции. Фотографическая обработка, фотопечать при тесном контакте негатива и позитива, совмещение негативов помогают извлечь большую информацию из негатива.

Первостепенное значение для широкоугольных телескопов с большим полем имеет вопрос о приемниках изображения. Успех наблюдений нередко может определяться качеством и количеством фотоматериала, имеющегося у астронома. Гиперсенсбилизация пластинок, способы их фотографической обработки, измерений негативов тщательно изучаются в обсерваториях. Сейчас применяются средне- и мелкозернистые фотоматериалы, внедряются новые эмульсии. Использование эмульсии типа Кодак IIIa-j позволило увеличить глубину снимков на одну звездную величину: при этом объем исследуемой части Вселенной возрастает примерно в четыре раза. В скором времени, возможно, будут производиться фотоэмульсии для астрономии с микрокристаллами галоидного серебра, что позволит более эффективно улавливать фотоны. Работы фирм-изготовителей фотомате-

риалов имеют огромное значение.

Астрономы заботятся об улучшении каждого звена цепи «астроклимат — телескоп — приемник излучения — калибровка снимка — измерения негатива — вычисления — обсуждение результатов». И сравнительно небольшие телескопы Шмидта и Максудова (в соединении с современной измерительной техникой и ЭВМ) предоставят астрономам беспрецедентные возможности в открытии и исследовании слабейших небесных тел Вселенной.

О. Д. ДОКУЧАЕВА
кандидат физико-математических наук
Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга

Описательная астрономия и гуманитаризация образования

Е. П. ЛЕВИТАН
кандидат педагогических наук

«Из достойных изучения естественных вещей на первое место, по моему мнению, должно быть поставлено изучение устройства Вселенной. Поскольку Вселенная все содержит в себе и превосходит все по величине, она определяет и направляет все остальное и главенствует над всем.»

ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЙ

(Из «Посвящения "Диалога" великому герцогу Тосканскому», 1632 год)

ПРЕСЛОВУТАЯ ОПИСАТЕЛЬНОСТЬ

Всякий раз, произнося имя Галилея, каждый вспоминает полные драматизма страницы истории астрономии — истории многовековой борьбы науки и религии. История преподавания астрономии в советской школе — это тоже история борьбы за право астрономии быть самостоятельным школьным предметом, борьбы астрономической общественности и тех, кому выпало решать, чему и как нужно учить в школе. Эта борьба парадоксальна по своей сущности в наше время и в нашей стране. За ее ходом читатели «Земли и Вселенной» могли следить на протяжении последних 25 лет: рубрика «Астрономическое образование» появилась в самом первом номере журнала (№ 1, 1965).

К сожалению, в рядах защитников астрономии очень часто не было единства, что, конечно, ослабляло их позиции, хотя споры, в основном, велись «по делу» (о принципах, программах, учебниках и так далее). Обычно в этих спорах слово «описательная» в приложении к слову «астрономия» имело пренебрежительно-ругательный оттенок.

Считалось неприличным говорить о необходимости описательной астрономии в условиях абсолютной математизации небесной механики, теоретической астрофизики, астрометрии и так далее. Плурализм мнений появился недавно, а раньше насыщение формулами школьного курса астрономии почти всеми рассматривалось как один из показателей его добротности и связи с современностью.

Я тоже, не устояв перед напором рати рецензентов, включил в свои учебники для школы и ПТУ более чем достаточно формул, сложных физических понятий, задач, упражнений и тому подобного, хотя и попытался строго дифференцировать «материал для всех» и «материал для интересующихся астрономией». Несмотря на это, мои учебники обзывали «описательными», признавая, однако, что они легче и доступнее других... А пока «мудрецы» спорили о том, быть ли курсу астрономии описательным или неописательным, «простаки» решили, что самостоятельный курс астрономии в школе вообще не нужен! Я далек от той мысли, что спасение школьной астрономии **сегодня** зависит от содержания обучения,

программ и учебников по астрономии. Проблема, как известно, значительно сложнее и связана с изменением всей структуры среднего образования. Но именно в русле изменения этой структуры имеет смысл обратить внимание на некоторые важные аспекты описательной астрономии. Однако прежде, во-первых, кратко рассмотрим, чем располагает сейчас методика обучения астрономии, и, во-вторых, отметим некоторые новые общепедагогические подходы и тенденции.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБУЧЕНИЯ

Методика обучения астрономии складывалась постепенно в течение длительного времени. В гимназиях дореволюционной России преподавали довольно обстоятельный курс космографии (по 2 часа в неделю на протяжении учебного года), в основном содержащий «математическую географию» (элементы сферической и практической астрономии) и «описательную астрономию» (элементарный обзор астрономических представлений того времени)¹. В советской школе несколько десятилетий курс астрономии был похож на курс космографии, хотя делались попытки придать ему научно-атеистическую направленность. Только к концу 60-х годов в результате долгих и бурных дискуссий удалось отстоять фундаментальную методологическую идею: школьный курс не должен быть уменьшенным общим курсом университетов и пединститутов, его основу должна составлять система знаний о строении и эволюции Вселенной (астрофизика, космогония, космология). Таким образом, суть идеи заключалась в том, чтобы сделать курс школьной астрономии общеобразовательным и преимущественно мировоззренческим, излагая материал в нем не поверхностно, а с опорой на знания учащихся по математике, физике, химии и так далее. Это и стали пытаться делать авторы учебников по астрономии.

Второй по значимости идеей следует считать идею гуманизации и гуманитаризации школьной астрономии, многим в момент ее выдвижения (в начале 80-х годов) казавшуюся по меньшей мере странной, а

сейчас... ставшую очевидной!² Суть гуманизации и гуманитаризации астрономии заключалась в том, что в настоящее время нельзя факты, проблемы, теории и гипотезы современной астрономической науки излагать абстрактно, отвлеченно от личности человека, насущных проблем людей, глобальных проблем человечества (в частности, экологических). Как известно, цель гуманизации — приближение к личности человека, а гуманитаризации — к общественному бытию, осознанию культурных ценностей и отходу от технократизма и естественной ограниченности. Гуманитарный потенциал астрономии — науки, неразрывно связанной с общественной культурой, нельзя преувеличить. Именно в нем заложена возможность развития и воспитания личности учащихся, формирования их активной гражданской жизненной позиции. Вот почему воплощение этой идеи позволило бы не только резко повысить образовательный и воспитательный потенциал школьной астрономии, но и оказало бы немалое воздействие на развитие мышления учащихся, их творческой активности, формирование интереса к учебе (недопустимо снижающегося в последние годы).

С этой точки зрения курс школьной астрономии должен рассматриваться в тесной связи и взаимодействии с другими учебными предметами. Его место на вершине пирамиды школьных знаний как **курса завершающего не только (и не столько!) физико-математическое образование учащихся, но и их философское и экологическое образование, нравственное и эстетическое воспитание.** Подчеркнем, что развиваемая концепция предусматривает, во-первых, постепенное формирование основных понятий астрономии и космонавтики на протяжении всех лет учебы детей в школе. Во-вторых, само обучение астрономии должно осуществляться на основе достижений психологии и педагогики (в частности, с использованием теории оптимизации учебно-воспитательного процесса).

ПРАКТИКА СЕГОДНЯШНЕГО ДНЯ

Время для ликвидации курса астрономии в школе выбрано очень неудачно не

¹ Связавшись по телефону перед началом учебного года с директорами только что созданных двух московских гимназий, я выяснил, что там пока даже не предусматривается астрономия в учебных планах! Но разве не следовало бы именно в этих новых советских учебных заведениях (гимназиях и лицеях) организовать преподавание астрономии?

² Плодотворная разработка идеи гуманизации и гуманитаризации естественнонаучных предметов (прежде всего физики) содержится в работах академика АПН СССР В. Г. Разумовского и профессора Л. В. Тарасова (Советская педагогика, № 7, 1988; Физика в школе, № 4, 1989).

только потому, что эта акция выглядит по меньшей мере необъяснимой на фоне достижений астрономии и космонавтики (вспомните хотя бы «космические» исследования кометы Галлея и Нептуна, реальные перспективы создания лунных баз, экспедиций на Марс и так далее), но и потому, что благодаря усилиям многих специалистов удалось, наконец, немало сделать ценного в помощь учителям и учащимся.

Особенно впечатляет прогресс в решении проблемы **школьного учебника**. Во-первых, значительно улучшился стабильный учебник (можно без преувеличения говорить об историческом вкладе Бориса Александровича Воронцова-Вельяминова в развитие астрономического образования в СССР). Во-вторых, изданы **три пробных учебника**, а следовательно, впервые появилась возможность предложить учителям и учащимся на выбор четыре учебника! Созданы не только **слайды и учебные диафильмы**, но и **учебные кинофильмы** по астрономии; Центральное телевидение регулярно проводит **учебные передачи** по астрономии, **учебные лекции** по астрономии читаются в ряде планетариев страны. Выпущен ряд хороших научно-популярных книг для младших и старших школьников. Опубликованы книги и множество методических статей в помощь учителям. Возрастают тиражи **астрономических календарей** («Школьный астрономический календарь», «Астрономический календарь ВАГО»). Учителя астрономии и интересующиеся старшеклассники составляют значительную часть читателей «Земли и Вселенной» и раздела «Любителям астрономии» в журнале «Наука и жизнь».

Особое значение имело создание **небольшого курса астрономии для средних ПТУ**, обеспеченного оригинальным учебником и специальными методическими руководствами. Это открыло путь к получению астрономических знаний учащимся, которые завершают свое среднее образование не в школе, а в ПТУ.

Возрастают масштабы **внешкольной работы** с детьми по астрономии, проводимой юношескими секциями ВАГО, домами и дворцами пионеров и школьников, станциями юных техников и так далее. Читатели «Земли и Вселенной» знают о первых шагах **аэрокосмического образования**, концепция развития которого предусматривает изучение основ астрономии, как одной из базовых наук. Об интересе школьников к астрономии и космонавтике свидетельствует успешное проведение радиоконкурсов, олимпиад, слетов юных астрономов и космонавтов. Ясно, что необходимо всемерно поддерживать и развивать интерес ребят к науке о Вселенной. Это очень старая и

очень важная мысль: еще Авиценна говорил, что чуть ли не самое главное, чтобы ребенок смотрел на звезды.

Итак, сделано все-таки немало, и мы не столь богаты, чтобы пренебречь тем, что удалось создать ценой огромного труда и значительных затрат!

НОВОЕ «ПОДТВЕРЖДЕНИЕ» НЕНУЖНОСТИ АСТРОНОМИИ?

Все сказанное свидетельствует о том, что по существу научно обосновано и создано **приоритетное направление в области одной из частных дидактик**. Подобных направлений в советской педагогической науке не так уж и много. Разумеется, можно и нужно делать значительно больше, но для этого необходимо время. А есть ли оно? Ведь «**дамоклов меч**» интеграции физики и астрономии опускается все ниже и ниже, несмотря на противодействие астрономической общественности (СПАК и ВАГО). Характерно, что ненужность астрономии по-разному «обосновывается» ее явными и косвенными (то есть не ведающими что творят и задевающими астрономию, не замечая того) противниками. Сначала оперировали, так сказать, арифметическими категориями (1 час в неделю — мало; свыше 20 учебных предметов в школе — много, и так далее). Но вот недавно я обратил внимание и на лексико-графический подход, который применен к анализу содержания школьного образования член президиума АПН СССР, профессор филологического факультета МГУ Ю. В. Рождественский («Учительская газета» от 29 августа 1989 года).

Под руководством Ю. В. Рождественского в МГУ подготовлен словарь терминов всех школьных предметов («информационно-поисковый тезаурус»). Казалось бы, полезное и уж во всяком случае совершенно безобидное дело. Однако и здесь астрономии не повезло. Систематизировав около 40 тысяч лексических единиц, исследователи следующим образом обозначили ведущие разделы образования:

1. Язык и словесность (поэзия и проза).
2. Гуманитарные науки (история, география, обществоведение).
3. Математика.
4. Физическая культура.
5. Мусические искусства (музыка, изобразительное искусство, танец).
6. Практические искусства общего характера (домоводство, экономика семьи и воспитание детей, начальные правовые знания, гигиена и домашняя медицина, основы военных знаний).
7. Естественные науки (биология, химия, физика).

8. Философия и этика.

Поскольку Ю. В. Рождественский и его коллеги интересовались содержанием образования в Древнем Египте, средневековых европейских университетах, русских гимназиях, то странно, почему они не заметили там астрономию. К сожалению, они не нашли места для астрономии ни среди естественных наук, ни среди наук гуманитарных, основы которых нужно изучать в советской школе, чтобы «дать нашему школьнику глубокое образование»... Едва ли при таком подходе будут когда-нибудь изжиты те недостатки в преподавании естественных наук, которые совершенно справедливо охарактеризовал Ю. В. Рождественский: «Школьники заучивают понятия, а на вопрос "почему" ответить не могут. Глубинные, причинные связи, философская сторона образования по-прежнему остаются у нас обойденными». Убежден: игнорирование астрономии, непонимание ее фундаментальной роли в культуре и системе наук в дальнейшем только усугубит эту ситуацию и едва ли когда-нибудь сделает советского школьника действительно «широко образованным человеком». А последствия астрономической безграмотности, включающей, в частности, обиденное представление о целях освоения космоса, могут быть самыми различными: от невежественных представлений о простейших астрономических явлениях до требования сократить ассигнования на фундаментальные научные исследования и космонавтику.

«ГУМАНИТАРИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ — ЭТО СТУПЕНЬ К ГУМАНИЗАЦИИ ОБЩЕСТВА»

В конце XX века, отмеченного небывалым расцветом естественных наук (астрономия, биология, физика, химия) и различных областей техники (включая, конечно, ракетно-космическую), наметилась явная тенденция к гуманизации и гуманитаризации всей системы образования. «Интеллектуал, приученный к постоянному анализу, но не имеющий гуманитарной базы,— пишет ректор Московского физико-технического института, член-корреспондент АН СССР Н. В. Карлов (ему же принадлежит формула, вынесенная в подзаголовок статьи),— неизбежно будет проецировать свое технократическое миропонимание на социальное и строить упрощенные модели. В сочетании с ригоризмом и экстремизмом, которые нередко присущи молодости, подобный взгляд может привести к крайним (в ту или иную сторону) выводам, и это опасно. Это очень опасно для общества!

Равно как опасен и уход в замкнутый технизм, технократизм» («Московская правда» от 27 августа 1989 года).

Слова Н. В. Карлова подкреплены многообещающим начинанием: в учебный план и расписание занятий МФТИ уже включены курсы по истории философии, истории религии, два литературных курса и другие (причем студентам дано право выбора любого из них), переосмыслению подвергается преподавание обществоведческого цикла. Отраднo, что в недавно утвержденном положении о вузе пересмотрена цель высшего образования. В новом документе подчеркивается, что сейчас в первую очередь требуется не массовая подготовка специалистов, а «реализация потребности личности в интеллектуальном, культурном и нравственном развитии». Наполнение всех учебных предметов «человеческим содержанием» будет способствовать преодолению технократического мышления и, возможно, снизит вероятность чудовищных просчетов при разработке всякого рода грандиозных технических проектов.

Все сказанное о высшем техническом образовании имеет непосредственное отношение к среднему и среднему специальному образованию, представляющим собой определенные ступени в системе непрерывного образования.

Хочется заметить, что теоретическое обоснование необходимости гуманизации и гуманитаризации образования можно найти также в интересных и далеко не тривиальных выступлениях академика Б. В. Раушенбаха («Вопросы философии», № 4, 1989 год; «Коммунист», № 8, 1989 год), который пишет о важности целостного восприятия мира — чувственно-эмоционального и естественно-технического. Ясно, что чувственно-эмоциональное, духовное восприятие мира формируют у человека прежде всего философия, религия, литература, искусство. Источник естественно-технического восприятия — науки о природе и современная техника во всем ее многообразии. Астрономия — тоже одна из наук о природе, но, имея объектом своего исследования строение и эволюцию Вселенной, она способна формировать не только естественно-техническое восприятие мира, но и чувственно-эмоциональное. Этим обусловлена исключительная роль астрономических знаний в образовании и воспитании.

В ПОРЯДКЕ ПОСТАНОВКИ ПРОБЛЕМЫ

Что же касается астрономии как учебного предмета в общеобразовательной школе или ПТУ, то ее следует рассматривать как предмет, находящийся на стыке предметов естественного и гуманитарного цик-

лов. Похоже, что сейчас, в связи с гуманитаризацией образования, астрономию нужно будет еще больше приблизить к последнему, хотя, конечно, речь идет не о возвращении к описательной части курса «космографии». Сделать это не так просто, как может показаться на первый взгляд. Предметом дискуссии мог бы даже стать вопрос о названии обязательного курса или «курса по выбору» («Астрономия», «Познание Вселенной», «Вселенная и человек», «Твоя Вселенная...»). Но дело, разумеется, не в названии!

Наблюдая современный астрологический бум (Земля и Вселенная, 1989, № 6), понимаешь: ликвидация астрономической безграмотности — это не стопка одной из дыр в «образованности» и «воспитанности» выпускников нашей школы, а решение важной социально-культурной проблемы, напрямую связанной с происходящей сейчас во всех сферах нашей жизни перестройкой. И уж если серьезно говорить об интеграции естественных предметов (в младших классах) и физики и астрономии (в старших), то астрономия должна быть **осью интеграции, ее главным стержнем**, а не придатком в виде чужеродных параграфов или отдельных примеров, на которые мало кто будет обращать внимание. Осуществить интеграцию физики и астрономии, включающую научно обоснованное органическое слияние учебного материала, пока еще не может никто.

Школьные курсы естествознания, географии, истории, физики должны быть буквально насыщены астрономическим материалом, обогащаящим их и делающим более интересными, современными, возвышенными. Изучая различные предметы, учащиеся будут на прогулках, экскурсиях, уроках и практических занятиях приобретать различные знания по астрономии и космонавтике (ориентировка по небесным светилам, объяснение наблюдаемых небесных явлений, космические скорости, достижения в исследовании космоса и так далее). В этом суть концепции постепенного и непрерывного формирования основных астрономических и космонавтических понятий, против которой, кажется, никто не возражает, но внедрение которой в практику преподавания слишком затянулось по разным причинам. Используя же эти предложения, мы добьемся, что в содержании образования Вселенная, согласно Галилею, будет главенствовать над всем.

Однако стоящая перед обучением астрономии важнейшая педагогическая задача — **воспитание у молодых людей чувства личной ответственности за сохранение уникальной природы Земли и разумной жизни**

на ней — не может быть решена как-то между прочим, походя. Необходимо выделить хотя бы 20—30 учебных часов на очень компактный, обзорный, заключительный курс астрономии (или заключительный раздел курса «Физика и астрономия», как это было сделано в средних ПТУ), чтобы в его рамках (параллельно повторению материала по физике) достаточно обстоятельно обсудить с учащимися преимущественно на философско-гуманитарном уровне интересующие их проблемы мироздания. Взяв за основу **исторический подход** к изложению учебного материала, можно будет познакомить учащихся с мифологическим восприятием древними народами картины мироздания;

зарождением астрономии и астрологии; основными вехами истории изучения Земли, Луны, планет, Солнца, Галактики и Вселенной;

мнимым и действительным влиянием на Землю и людей Луны, Солнца, планет; развитием представлений о жизни и разуме во Вселенной;

развитием представлений об эволюции небесных тел и Вселенной, о прошлом и будущем Вселенной;

обоснованием необходимости дальнейшего освоения космоса.

Очевидно, что могут быть различные варианты реализации такого гуманитаризованного курса астрономии в учебниках, аудиовизуальных пособиях, компьютерных программах, циклах лекций, беседах, дискуссиях. Но исходные принципы можно сформулировать уже сейчас:

1. Курс в целом и любой урок должны быть непосредственно обращены к учащемуся и интересны ему.

2. Нельзя допустить «засушивания» материала (весь чувственно-эмоциональный потенциал астрономии и вся красота предмета ее изучения обычно удивительным образом бесследно исчезают на разных стадиях процесса обучения!).

3. Надо четко разграничивать твердо установленные факты и теории от гипотез и предложений.

4. В обучении астрономии не должно быть вопросов, «закрытых» для обсуждения (например, учащимся нужно объяснить, что такое «гороскоп»; реальные ли «неблагоприятные по геофизическим факторам дни»; что известно науке о «посещении» Земли инопланетянами в далеком прошлом; что достоверно известно и что мы пока не знаем о НЛО; могут ли существовать другие вселенные и так далее). Многолетнее стыдливое умалчивание всего этого на уроках астрономии в конечном итоге обезоружило молодых людей перед хлынувшим сегодня

на них со страниц массовых газет и журналов, экранов телевизоров потоком околонучной или откровенно антинаучной информации.

...Тысячи лет назад красота, гармония и симметрия Космоса явились животворными источниками возникновения и становления не только эстетики, но и этики. Позднее это было фактически забыто. Но сегодня, когда люди постепенно приходят к пониманию того, что красота и доброта спасут мир, гуманитарные аспекты астрономического образования приобретают глобальный характер и поэтому будут представлять интерес для всех стран.

Не обольщаю себя тем, что читатели «единодушно» согласятся со мной. Нормально иное: одни соглашаются, другие — возражают, и готовы к дискуссии. Будут и такие, кто, вероятно, упрекнет автора в том, что некоторые идеи он уже прежде высказывал в своих публикациях. Это верно, но в данном случае повториться нужно было, во-первых, для того, чтобы показать преемственность старых и новых идей. Во-вторых, известно, что человек, убежденный в своей правоте, никогда не теряет надежду быть услышанным, а может быть, даже и когда-нибудь понятым и поддержанным.

Аэрокосмическое образование

Радиошкола: новые задания

Предлагаем участникам конкурса «Вперед, на Марс!» задания последнего тура в этом учебном году

Тур IX

Задание 26

Какие цели и задачи могли бы стоять перед будущей экспедицией на Марс? Обоснуйте участие людей в подобной экспедиции.

Задание 27

Перечислите всех космонавтов и астронавтов, побывавших в космосе более двух раз.

Назовите десятиерых участников космических экспедиций, проводивших на орбите наибольшее количество времени по сумме всех полетов.

Задание 28

Определите возможные даты и максимальную продолжительность солнечного затмения (Землей) для стационарного спутника Земли.

Задание 29

Постройте на контурной карте с прямоугольной (меркаторской) проекцией пять трасс полета искусственных спутников Земли (ИСЗ), движущихся по круговым орбитам с наклоном $i = 60^\circ$. В первом случае задана высота орбиты $H_1 = 1000$ км, в остальных четырех — известны периоды обращения спутников: $T_2 = 12$ ч, $T_3 = 24$ ч, $T_4 = 30$ ч, $T_5 = 48$ ч.

Задание 30

Как изменятся параметры орбиты ИСЗ, движущегося по круговой орбите с наклоном $i = 60^\circ$ и высотой $H = 1000$ км,

если двигатель сообщит импульс $\Delta V = 10$ м/с 1) вдоль радиуса-вектора, направленного от центра Земли к ИСЗ, 2) вдоль направления движения (на разгон), 3) против движения (на торможение), 4) перпендикулярно плоскости орбиты?

В заключение предлагаем участникам конкурса прислать текст любимейшей песни или стихотворение на космическую тематику (можно собственного сочинения) (за что будет начислено до 5 баллов).

Ответы направлять не позднее 31 января 1990 года по адресу: 113326, Москва, Радио, передача «На космических орбитах».

*Ведущий Всесоюзной
радиошколы
«Юный космонавт»
профессор
Г. А. ПОЛТАВЕЦ*

Любительское телескопостроение

Алван Кларк



Алван Кларк (1804—1887)

8 марта 1804 года в местечке Ашфилд (Массачусетс, США) родился Алван Кларк, которому суждено было стать одной из самых значительных личностей в истории телескопостроения.

До 17 лет Кларк работал поденщиком. Имея достаточно много свободного времени, он стал обучаться живописи, и когда переселился в Бостон, уже имел профессию художника-портретиста.

Прошло много лет. Однажды Кларк, наблюдая за тем, как его старший сын шлифует зеркало для телескопа-рефлектора, заинтересовался этим и стал помогать сыну.

Услышав о необыкновенных качествах нового 15-дюймового рефрактора Гарвардской обсерватории, Кларк попросил Дж. Ф. Бонда, одного из пионеров астрофотографии, разрешить ему посмотреть в телескоп. Это короткое наблюдение стало поворотным пунктом в жизни художника. Позже он писал: «Я достаточно знал предмет, чтобы заметить и определить характер ошибок фигуры 15-дюймового объектива с первого взгляда, хотя эти ошибки и были малы. Это вселило в меня надежду и мужество для первого шага, особенно когда я узнал, что этот объектив стоит 12 тыс. долларов».

Воодушевленный новой идеей, Алван Кларк переоборудовал свою студию в мастерскую для полирования старых объективов с тем, чтобы улучшать их качество. Там же он изготовил первые объективы диаметрами 5,25 и 8 дюймов. Кларк начинал во времена, когда на рынке безраздельно господствовали европейские фирмы по изготовлению астрономических приборов. Испытав свои первые объективы, Кларк убедился, что они не хуже — а может быть и лучше! — европейских.

В 1859 году Кларка приглашают в Англию, где он знакомится с лордом Россом и Джоном Гершелем. Восторженные отзывы английских астрономов о телескопах и наблюдениях Кларка стали известны на континенте, а вскоре достигли и бе-

регов Америки. Кларка уже не устраивала старая мастерская, и в 1860 году он организовал небольшую фирму «Кларк и сыновья». В 1861 году Э. Барнард заказал фирме Кларка 18,5-дюймовый объектив. Задача была по-настоящему сложной, и, чтобы выполнить заказ, Кларк продает свой старый дом и покупает участок в Кембридже, где строит первую американскую фабрику астрономических приборов.

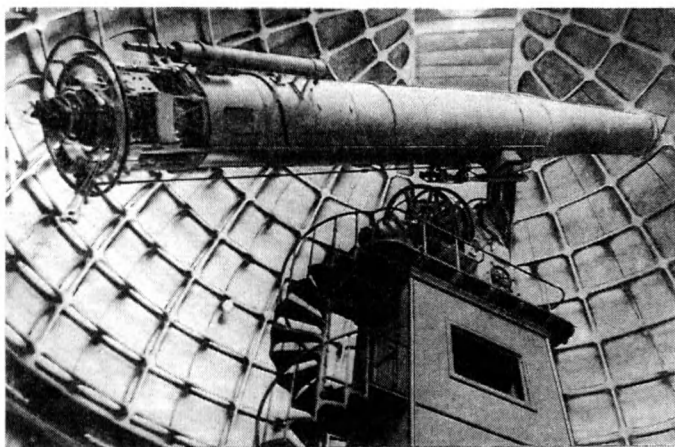
По проекту Кларка, для испытаний объективов по искусственным звездам под фабрикой устроен тоннель длиной 96 м, где вибрации, пыль и температурные колебания сведены к минимуму. Чтобы испытывать телескопы по звездам, была построена обсерватория с вращающимся куполом. Повзрослевшие сыновья Джордж Бэссет Кларк и Альян Джордж Кларк принимали активное участие в шлифовке и испытаниях оптики, в изготовлении механики телескопов. Во время испытаний 18,5-дюймового рефрактора младший сын Кларка — Алван Джордж — открыл близ Сириуса его слабый спутник, подтвердив предположение Ф. Бесселя о том, что неправильности в собственном движении Сириуса вызваны «темным» спутником. За это открытие Кларк-младший получил приз Французской академии наук.

Из-за гражданской войны

между Севером и Югом 18,5-дюймовый объектив так и не попал к своему заказчику — Э. Барнарду. Он был установлен на обсерватории Чикагского астрономического общества для наблюдений планет и двойных звезд.

В 1870 году федеральное правительство через С. Ньюкома обратилось к Кларку с предложением взяться за строительство 26-дюймового рефрактора для Военно-морской обсерватории. Кларк тогда уже был признанным авторитетом в телескопостроении. Ньюком говорил: «Его гений в этой области не имеет себе равных». В 1871 году фирма получила два диска для шлифовки кронового (положительного) и флинтowego (отрицательного) компонентов объектива. Уже через год с небольшим начались испытания нового произведения Кларка. Возможности этого объектива блестяще продемонстрировал А. Холл, открыв два спутника Марса.

В 1884 году директор Пулковской обсерватории Отто Струве обратился к Ньюкому с просьбой помочь в переговорах с Кларком об изготовлении 30-дюймового объектива для пулковского экваториала. Чтобы познакомиться с фабрикой Кларков, О. Струве предпринял путешествие в Америку и был крайне удивлен простотой оборудования. Хорошо принятый Кларком, он решил на заключение контракта. Монтровку телескопа заказали Рейпсольду. Вплоть до 1941 года этот крупнейший тогда телескоп-рефрактор мира с большим успехом работал, и на нем были выполнены самые тонкие наблюдения. Впрочем, первенство телескоп удерживал не-



долго, так как Кларки вскоре построили еще один 30-дюймовый телескоп для французской обсерватории в Ницце, а еще немного погодя — 32,7-дюймовый телескоп для Медонской обсерватории, который в 1891 году был дополнен 24,4-дюймовым фотографическим рефрактором.

Наиболее известными телескопами Кларков стали 36- и 40-дюймовые рефракторы Ликской и Йеркской обсерваторий в США. В трехвековой борьбе за место под солнцем между рефракторами и рефлекторами Ликский и Йеркский рефракторы остались крупнейшими теперь уже, видимо, навсегда. Звезда крупных рефракторов закатилась.

Справедливости ради надо сказать, что до революции русское правительство заказало английской фирме «Грэбб и Парсонс» еще один крупный рефрактор с объективом в 41 дюйм, а также рефлектор того же диаметра. Рефрактор должен был стать крупнейшим в истории.

900-миллиметровый рефрактор Ликской обсерватории

Советское правительство подтвердило заказ. Но многочисленные трагедии и неурядицы начала XX века привели к тому, что объектив так и остался в мастерской фирмы, монтровка была доставлена в Пулково, где погибла в 1941 году, а купол, подготовленный к отправке, простоял в доке два десятилетия, постепенно проржавел и был отправлен на переплавку.

Что касается Алвана Кларка, то в атмосфере всеобщего уважения и славы он умер в возрасте 83 лет, до последних дней сохраняя ясность ума и продолжая заниматься любимым делом.

И. И. СТАНКЕВИЧ
(357400 Железноводск
Ставропольского края,
ул. Маршала Крылова,
д. 36, кв. 5)

Бермудский треугольник, или Как рождаются легенды



«Эта область занимает особое место среди нерешенных загадок Земли. Здесь бесследно исчезло множество кораблей и самолетов — большинство из них после 1945 года. Здесь же в течение последних 26 лет погибло более тысячи человек. Однако при поисках не удалось обнаружить ни единого трупа и ни одного обломка...» Это отрывок из книги американского автора Чарльза Берлитца «Загадки Бермудского треугольника», которая за короткое время в 70-х годах стала бестселлером.

Время от времени и до сих пор, усиливая мрачную славу этой океанской акватории, в прессе появляются сообщения с интригующими заголовками: «Очередная жертва Бермудского треугольника», «Снова загадки Бермудского треугольника», «Катастрофа в Бермудском треугольнике». Напомним, что Бермудским треугольником с некоторых пор стали называть район Атлантики между Бермудскими островами,

полуостровом Флорида и островом Пуэрто-Рико.

Чарльз Берлицц и его последователи видят причину гибели судов и самолетов в этом районе прежде всего в необычности, неповторимости его природных особенностей, но допускают и действия сил не только природных. Чего стоят, например, комментарии к разбирательству причин нашумевшей в свое время катастрофы пяти

Загадочные и сверхъестественные явления, которые фантастика приписывает Бермудскому треугольнику. Под дном океана находятся сильные магнитные источники; «из синих дыр» направляются лазерные лучи; волны разбушевавшегося моря излучают инфразвук; в воде плавает множество чудовищ; летающие тарелки захватывают самолеты, их также втягивают черные дыры



Рисунок В. М. КАЛИШЕВИЧА

бомбардировщиков-торпедоносцев типа «Эвнджер». Это звено самолетов военно-морских сил США совершало 5 декабря 1945 года обычный тренировочный полет из авиабазы на Флориде к Багамским островам. Радиосвязь с торпедоносцами внезапно прервалась, а потом исчезли и они сами. Поиски не дали никаких результатов. Берлицц приводит в своей книге фразу, якобы произнесенную одним из членов аварийной комиссии: «Самолеты исчезли так же безвозвратно, как если бы они улетели на Марс». Берлицц делает вывод: «Этими словами он намекнул на захватывающую дух космическую стихию и, возможно, нападение НЛО». И, развивая мысль дальше, пишет, что в Бермудском треугольнике вполне могут появляться инопланетяне. К тому же именно в районе Бермудского треугольника, продолжает он, некогда существовала Атлантида. Достигнув высокого уровня развития, атланты изобрели некие кристаллы, концентрирующие большие запасы энергии. Впоследствии, после погружения острова под воду, кристаллы оказались на океанском дне, и по сей день оказывают влияние на компасы и прочие навигационные приборы самолетов и морских судов.

Во второй своей книге «Без следа», также посвященной тайнам Бермудского треугольника, Берлицц приводит эхограмму, полученную с одного из океанских рыболовных траулеров. На ней просматриваются контуры подводной горы, напоминающей по очертаниям египетскую пирамиду. Не правда ли, сенсация! Однако при тщательном просмотре современных навигационных карт никакой подводной возвышенности в координатах, указанных Ч. Берлиццем, не обнаружено. Безусловно, мы имеем здесь дело со случаем регистрации «ложного дна», образованного звуко-рассеивающими морскими организмами.

Искусственные сооружения в пределах Бермудского треугольника, считает Берлицц, встречаются не только в глубоководной части акватории, но и в более доступных человеку мелководных районах, например вблизи Багамских островов — в пределах Большой и Малой Багамских банок, рассеянных глубоководными проливами и проходами. Именно с ними связывают чаще всего таинственные и необычные явления. Заметим, что с Багамских островов началось европейское освоение Американского континента — на одном из островов архипелага, Сан-Сальвадоре, высадился 12 октября 1492 года Христофор Колумб.

Существует множество легенд о неведомых морских чудовищах, обитающих в багамских водах. Берлицц приводит рассказ профессионального водолаза, который ле-

том 1968 года якобы видел легендарное багамское чудовище — «луску», с обезьяньей мордой и длинной шеей. Считают, что обитают эти чудовища в Синих дырах, или Синих ямах. Энтузиасты подводного плавания Джейн и Барни Крайлы, посетившие Багамы и написавшие увлекательную книгу «За подводными сокровищами» (М.: Географгиз, 1958), поинтересовались у багамского шкипера: «Что же такое Синяя яма?». «Никто не знает, что она собой представляет, эта Синяя яма,— ответил шкипер.— Она полна всяких животных. Это самые большие животные, которых вы когда-либо встречали. Эта Синяя яма спускается до дна Земли...»

Синие дыры, или ямы, объявленные Берлиццем «не поддающимися исследованию», на деле оказались подводными карстовыми пещерами, которые образовались еще в эпоху оледенения, когда рифовые сооружения находились над уровнем океана. Затем они оказались затопленными. Английский биолог Ч. Шеппард в книге «Жизнь кораллового рифа» (Л.: Гидрометеоздат, 1987) пишет, что в подводных пещерах обитает много рыб, в том числе акулы, мурены, ядовитые рыбы-зебры, но каких-то неизвестных науке мифических животных никто там никогда не видел.

Но еще больше поражают воображение рассказы об искусственных сооружениях на морском дне в багамских водах. Одно время много говорили о подводной дороге из каменных блоков. Ж.-И. Кусто в своей книге «В поисках Атлантиды» (М.: Мысль, 1986) приводит рассказ своего сына Филиппа, который сам осмотрел эту дорогу и был убежден, что она — дело рук человеческих: «Нет сомнений, что только искусные строители могли обтесать такие блоки под прямым углом и пригнать их друг к другу. Блоки изготовлены из материала, не имеющего ничего общего со скальным основанием, состоящим из осадочных пород...».

Еще одна из особенностей вод Багамских островов — их необычайный белесоватый оттенок. Описывая полет исчезнувшего звена торпедоносцев, Берлицц привел фрагмент переговоров между пилотами. Один из них якобы сказал другому: «Кажется, что мы... опускаемся в белые воды...» Океанские воды над Багамскими банками, действительно, имеют белый цвет, но объясняется это обилием микроскопических частиц арагонита (ромбовидной разновидности углекислого кальция).

Берлицц описывает довольно много случаев гибели судов в водах Багамских островов и авиакатастроф над архипелагом. Пожалуй, наибольший резонанс вызвало исчезновение около двадцати лет назад аме-

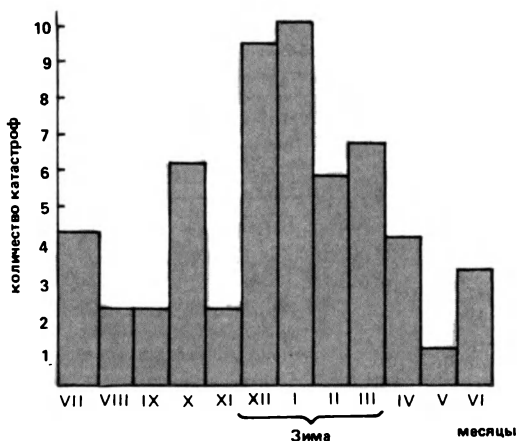
риканского военного самолета С-119. Поиски не дали никаких результатов. Время гибели С-119 совпало с полетом космического корабля «Джемини-4» с космонавтами Д. Макдивиттом и Э. Уайтом. Над Карибским морем космонавты якобы обнаружили неопознанный летающий объект с распростертыми в разные стороны «длинными руками». Это обстоятельство дало журналистам обильную пищу для предположений о причине гибели самолета. В конце концов была высказана и такая точка зрения: наиболее вероятная причина исчезновения самолета С-119 над Багамскими островами — захват его НЛО...

Одним словом, Багамские острова окружены ореолом таинственности. И кстати сказать, долгое время это служило хорошим прикрытием наркобизнесу: именно здесь, на островке Норман-Ки, обосновался кокаиновый барон Карлос Ледер, который позднее оказался в тюрьме одного из американских городов.

Свои версии о причине гибели судов и самолетов в Бермудском треугольнике выдвигают не только журналисты, но и ученые. Например, в газете «Известия» от 4 декабря 1976 года было опубликовано интервью с заведующим кафедрой Московского инженерно-строительного института профессором А. И. Елькиным, который высказал гипотезу: крушения самолетов в этой акватории Атлантики связаны с лунно-солнечными приливами. Моменты воздушных катастроф укладываются в определенную закономерность — они совпадают со временем новолуний или полнолуний и нахождением Луны вблизи перигея, а также с моментами наибольших значений прецессионных сил. По-видимому, в такие моменты в районе Бермудского треугольника лунно-солнечные приливы могут вызвать под океанским дном движение ионизированной магмы, а оно порождает магнитные аномалии. В результате могут выйти из строя обычные гирокомпасы, часы, электрические и электронные приборы, что и происходило в самолетах и на кораблях.

Чехословацкий геолог профессор З. Кукал в своей книге «Загадка Бермудского треугольника» (М.: Прогресс, 1988) просуммировал все те природные явления, которые могут быть особенно опасны для судов и самолетов, оказавшихся в районе Бермудского треугольника. Среди них он особенно отмечает сильные водяные вихри и смерчи, а также большие депрессии на поверхности моря.

Интересно рассмотреть выводы, сделанные главным оппонентом Ч. Берлитца и его сторонников — Л. Д. Куше, который в прошлом был летчиком-инструктором, а теперь



Статистическая оценка 57 наиболее известных случаев исчезновений самолетов и судов в Бермудском треугольнике и прилегающих к нему районах. Гистограмма показывает, что больше всего самолетов и судов исчезает в зимние месяцы (декабрь — март). Именно в это время года здесь бушуют сильные штормы

трудится в справочном отделе библиотеки Аризонского университета. Л. Д. Куше проанализировал практически все случаи гибели судов и самолетов в пределах Бермудского треугольника и ближайших к нему акваторий. Возможно, читателям известна его книга «Бермудский треугольник. Мифы и реальность» (М.: Прогресс, 1988). Рассматривая по отдельности все случаи катастроф, Куше сначала приводит относящийся к ним точный текст Берлитца, а затем — документальные свидетельства, предоставленные ему спасательными службами, очевидцами, членами комиссий по расследованию катастроф, международной страховой компанией Ллойда и так далее. В итоге оказалось, что не менее 80 % случаев катастроф, перечисленных Берлитцем и его сторонниками, произошли совершенно в других местах. В самом деле, какое отношение к Бермудскому треугольнику имеет гибель немецкого барка «Фрея»? Он вышел в свое последнее плавание из порта Мансанильо на западном (тихоокеанском) побережье Мексики, а отнюдь не из кубинского Мансанильо в Карибском море, как утверждал Ч. Берлитц. Барк погиб на вторые сутки после выхода из порта... в Тихом океане. Или знаменитая бригантина «Мэри Селест», о гибели которой много писали больше ста лет назад

и которую Берлицц считал тоже жертвой Бермудского треугольника.

Некоторые суда, как удалось доказать Куше, ошибочно включены в список погибших. В октябре 1973 года в прессе появилось сообщение, что в старом Багамском проливе исчезло американское рыболовное судно «Линда». А спустя три недели «Линда» благополучно вернулась в свой порт. Оказывается, судно было задержано кубинскими властями по подозрению в пособничестве кубинским контрреволюционерам. После расследования и полного оправдания экипаж освободили, но на это ушло время. В прессе, конечно, появилось соответствующее сообщение, но Берлицц и его сторонники не пожелали внести коррективы в трагический список судов — жертв Бермудского треугольника.

Итак, значительная часть случаев гибели судов и самолетов в Бермудском треугольнике оказалась фальсифицированной. И все же остается много реальных случаев. Чем они объясняются? Прежде всего штормами и ураганами. Акватория Бермудского треугольника — арена действия тропических циклонов и циклонов умеренных широт. Наиболее опасны, конечно, тропические циклоны: имеющие силу урагана и перемещающиеся со скоростью курьерского поезда, они несут самые большие беды и разрушения. Тщательный анализ показывает, что почти все трагедии в Бермудском треугольнике произошли не в тихую и безветренную погоду, как пишет Берлицц и его сторонники, а во время ураганов или штормов.

Американский автор П. Мичелмор в повести «Вахта в "треугольнике дьявола"» («Вокруг света», 1982, № 3) упоминает случай, когда верящие в легенды о Бермудском треугольнике все же не смогли воспользоваться для подтверждения этих легенд авариями судов и самолетов. Не смогли, потому что люди проявили самообладание и находчивость. В повести рассказывается о пилоте легкого двухмоторного самолета Д. Экли, который совершал перелет с полуострова Флорида на Багамские острова. В 40 милях от берега загорелся правый мотор самолета. Не сумев сбить пламя, пилот вынужден был «приводниться». Он успел выбросить надувной плотик и перебрался на него из тонущего самолета. Затем зажег из туго скрученной рубашки факел и стал ждать. Экли знал, что в Центре контроля за полетами в Майами обязательно обнаружат его исчезновение и направят поисковый самолет или вертолет. Действительно, через час над его плотиком завис вертолет, и Д. Экли был спасен. Но не проявил ли он самообладания и мужества, появилось бы еще одно сенсационное сообщение о катастро-

фе в Бермудском треугольнике.

Особенность природы, динамики вод в этой атлантической акватории во многом обусловлена могучим океанским течением Гольфстрим. За сутки оно способно унести обломки кораблекрушения на 100—200 миль — вот почему в самом Бермудском треугольнике не сохраняется никаких следов разыгравшихся здесь трагедий. Американский метеоролог Р. Симпсон пишет также об опасном действии смерчей для небольших судов.

Существуют и другие точки зрения. Например, советский океанолог профессор В. Н. Степанов считает, что причиной гибели самолетов и судов в Бермудском треугольнике может быть вмешательство инопланетян. «Этот вывод,— пишет В. Н. Степанов,— и для меня самого оказался столь же неожиданным, каким он будет у читателя. Такое заключение появилось как логическая связь изучения и анализа множества фактических материалов, имеющихся в литературе» («Можно ли объяснить одну из тайн века и другие тайны», газета «Советская культура», 21 мая 1989 года)...

Одно время высказывали предположение, что понижение поверхности океана в районе Бермудской акватории — это своего рода гигантские природные вогнутые зеркала, собирающие в пучок отраженные от воды солнечные лучи. Попадая в фокус этих лучей, самолеты якобы сгорают дотла. Но дело в том, что морская вода главным образом поглощает солнечную энергию, а не отражает ее (при высоте Солнца 50—90° и безоблачном небе отражается около 3 % солнечного излучения). Если принять, что депрессии на поверхности океана имеют диаметр порядка сотен миль, то в фокусе сосредоточивается ничтожно малая энергия...

И все-таки природа Бермудского треугольника таит еще некоторые загадки, правда, совершенно не имеющие отношения к катастрофам.

Вот что пишет итальянский океанолог профессор Э. Манн-Боргезе: «Атлантические угри, подобно участникам некой международной организации, ежегодно собираются в Саргассовом море около Бермудских островов, приплывая отовсюду — из рек Европы и Америки. Здесь, в океане, в скоплении плотных плавучих водорослей, окруженном океанскими течениями, в этой ужасной ловушке, где нити растений и водорослей захватывают корабли в свои неразрушающиеся сети, они плавают и мечут икру». Действительно, почему угри стремятся в Бермудский треугольник? И каким «компасом» они пользуются? Это пока никому не известно.

Столь же загадочно происхождение саргассовых водорослей, которые узорчатым ковром выстилают акваторию в районе Бермудского треугольника. Эти свободно плавающие водоросли, видимо, когда-то вели «оседлый» образ жизни. Как они стали плавающими, для биологов остается загадкой.

Итак, Бермудский треугольник отнюдь не самый опасный для мореплавания район Мирового океана. Через его акваторию по оживленным морским путям ежегодно осуществляется не менее 150 тыс. рейсов, причем относительное число кораблекрушений и авиакатастроф здесь невелико. Не случайно, например, всемирно известная компания Ллойда не повысила сумму страховых взносов для судов, пересекающих Бермудский треугольник. Что же касается природных условий в этом районе, то они достаточно хорошо изучены: никаких особых сейсмических или магнитных явле-

ний здесь не обнаружено. Конечно, этот сложный район привлекателен для метеорологов и гидрофизиков, но сомневаюсь, что здесь когда-нибудь будут открыты таинственные явления... Бермудская акватория не входит в число промысловых, и если бы не загадки с угрями и плавающими водорослями, ею едва ли сильно интересовались бы биологи.

Но почему Бермудский треугольник все же пользуется устойчивой репутацией таинственного и загадочного морского района? Скорее всего, людям просто хочется, чтобы чудеса происходили, а пресса порой очень умело подогревает это желание.

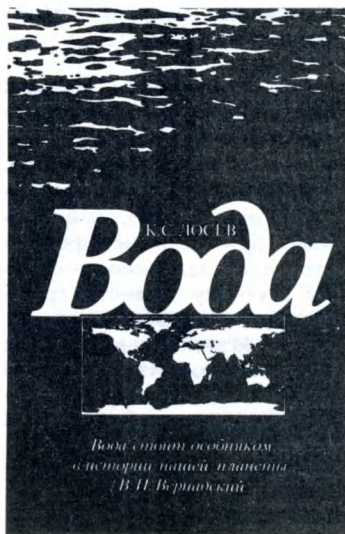
В. И. ВОЙТОВ
доктор географических наук
Институт океанологии АН СССР

НОВЫЕ КНИГИ

Дающая жизнь

Научно-популярная книга К. С. Лосева «Вода» (Гидрометеоиздат, 1989) посвящена природным водам Земли — уникальному явлению в Солнечной системе, благодаря которому на нашей планете существует жизнь. В десяти главах книги собран обширный материал — от происхождения воды до проблем ее потребления. Читатель узнает и о гидросфере Земли, и о круговороте воды в природе, обеспечивающем сушу пресной влагой, и о неустанной работе воды, создающей месторождения полезных ископаемых, пласты горных пород, разнообразнейшие формы рельефа.

Автор знакомит читателя с необыкновенными свойствами обыкновенной воды, тончайшей пленкой обволакивающей нашу плане-



ту. Если бы вода не обладала, например, способностью уменьшать свою плотность при затвер-

дении за счет увеличения объема, гидросфера Земли очень быстро могла бы превратиться в гигантскую глыбу льда. Из-за огромной теплоемкости воды морские течения и крупные реки долго сохраняют свое влияние на окружающие территории: течение Гольфстрим делает Мурманск незамерзающим портом, а текущие с юга на север сибирские реки отепляют свои прибрежные области.

Тема заключительных глав книги — воздействие человека на гидросферу, приведшее в последние десятилетия к острым экологическим проблемам. Здесь можно прочесть о мероприятиях, которые нацелены на оздоровление водной среды — это и очистительные сооружения, и качественно иное размещение искусственных водохранилищ, и разработка и внедрение «сухих» технологий, снижающих водопотребление промышленных предприятий, и, наконец, отказ от большей части крупных гидротехнических проектов и проектов переброски рек.

Поверхностное решение

РУБЕН ТАРОСЯН

Я бы не начинал работу по утилизации ядовитых клубней, если бы знал, что мне не дадут ее закончить. Все надеялся, что мои заслуги перед жителями Лады позволят мне не участвовать в уборке урожая на подшефном спутнике. Мои заслуги действительно немалые. Ведь именно я разработал теорию феррозамещения белка, с помощью которой планета смогла преодолеть экономический кризис, последовавший вслед за экологическим. Экологический кризис на Ладе, как и на всех ближайших планетах, был связан с несоответствием применявшихся видов транспорта местным флоре и фауне. Основная сложность была связана с выхлопными газами. Эту проблему на каждой планете решили по-разному. Большинство пошло по пути селекции экологически безвредного биологического транспорта. Так появились резвые верховые сорконожки и подсолнухивеликаны, тянувшиеся к светилу и доставлявшие желающих с работы домой и обратно в городах, построенных вокруг гигантских клумб. На планетах с суровым климатом вывели морозоустойчивых быстроногих аллигаторов, заглатывающих и выплевывающих пассажиров на остановках.

Для человека, родившегося на Ладе, эти способы передвижения не являются приемлемыми. Неспроста о нас говорят, что мы учимся водить машину раньше, чем

ходить, да и название нашей планеты происходит от марки одного старинного автомобиля. Поэтому у нас на планете не отказались от автотранспорта, а вывели специальную придорожную траву, поглощающую все выхлопные газы. Но возникла новая проблема. Она заключалась в том, что придорожные растения гибли на корню из-за резонанса с шумами кузнечно-прессовых цехов автомобильных заводов. Производство автомобилей прекратили, и грандиозный объем их импорта привел экономику планеты к кризису.

Выход из этого кризиса был найден не без моего участия. На одном из спутников не было никакой растительности, кроме грибов. Росли они быстро, имели самые причудливые формы, что дало возможность одному шутнику вывести грибы в виде автомобильных запчастей. Использовать их было невозможно из-за низкой прочности, к тому же они часто оказывались червивыми. Вот тут-то и пригодилась разработанная мною теория феррозамещения. В результате полива автогрибных плантаций ферроактивными растворами или, как их называли агрономы, железными удобрениями, структура растений менялась из белковой в металлическую. И вот каждую осень жителей Лады командируют на уборку урожая. Собрать его нужно точно в срок, потому что перезревшие детали-пере-

ростки приводят к поломкам и авариям.

Круг замкнулся. Не был бы я автором теории феррозамещения, то и не мог бы надеяться на освобождение от уборочной. Не было бы разработанной мной теории феррозамещения — не было бы массовой уборки. Раз на раз не приходится. В прошлом году освободили, а в этом пришлось отработать две недели. Обидно. Ведь год-то неурожайный — колесчатые валы градом побило.

Теперь сельскохозяйственные работы позади. Вечером уже буду дома, а завтра, наконец-то, я смогу вновь исследовать возможность применения придорожных клубней.

На соседнем спутнике урожай еще не собран. Надо бы проработать еще недельку на свежем воздухе. Что за странная мысль! Я должен продолжать свои занятия по биохимии клубней. Но ведь всего неделю, а химия и биохимия никуда не денутся. Какое мне дело до соседнего спутника? У меня своя работа...

Почему наш биокосмолет поворачивает? Неужели мы летим на этот спутник? Поработать всего одну неделю.

Все ясно! Это не мои мысли. Это телепатическое излучение с спутника. Увидели биокосмолет и решили захватить нас на сельхозработы.

Что делать? Телепатические излучения свободно



Рисунок А. ХОРЬКОВА

проходят через обшивку из мускульной ткани и уже достигли биокибернетического автопилота. Попробовать железные удобрения? Обшивка станет металлическим экраном. Но тогда она потеряет эластичность и космолет не сможет маневрировать. Значит, надо воздействовать на автопилот. Интересно, что у него в мозгах? Найдется ли супермикроскоп у бортинженера? Какое архаичное слово «бортинженер». Так и ассоциируется с эрой металлических космолетов. Какие они инженеры? — обыкновенные ветеринары-массажисты.

— Капитан,— подобное обращение всегда льстит стюарду,— Вы знаете, что мы попали в телепатическую ловушку? Нас хотят посадить на спутник.

— Какой ужас! То-то я задумался о неубранном урожае. Что делать? Автопилот уже наверное...

— Достаньте супермикроскоп. Я посмотрю, что там у него.

...А микроскопы у них хорошие, быстро настраиваются. И так... И так, телепатическая команда поступает в блок исходных модулей. Вот он. Дальше в блок абсолютных модулей. Значит, на-

до заблокировать этот переход. Разрушить белок связи блоков... А как? А как? Микродозой свинца. Чудесно. Микродозы свинца имеются в клубнях придорожных посадок. Это я установил еще до отъезда.

— Капитан, у Вас найдется придорожный клубень?

— Да. В грузовом отсеке партия рассады.

— Несите скорее, у нас мало времени. Минуты стоят недели. И захватите мне микроанализатор.

Бегают он быстро. Уже мчится обратно.

Кошмар! В рассаде нет свинца.

— Капитан, в грузовом отсеке есть заправленный автомобиль?

— К сожалению, все не заправлены.

— Скорее заправьте и заведите хотя бы один, положите рассадку под выхлопную трубу и через минут десять принесите пару клубней.

Десять минут спокойствия... десять минут спокойствия...

— А теперь позовите мне бортмеханика по пищеварению и кровоснабжению.

— Одну минуту.

— Дежурный механик систем жизнеобеспечения, пилот второго класса, дипломант конкурса...

— Меня не интересуют Ваши титулы. Эти два клубня надо срочно включить в ра-

цион. Форсировать пищеварение и направленным кровоснабжением воздействовать на коммутацию мозговых блоков.

— Сейчас сделаю.

От меня уже ничего не зависит. Идет стюард. Приветливо улыбается:

— Летим на Ладу.

— Прекрасно,— отвечаю я и тут же ловлю себя на мысли о том, что ничего прекрасного в этом нет. Проблема утилизации придорожных клубней, ради которой я торопился на Ладу, уже мной решена — они могут быть использованы для блокировки биокибернетических устройств от телепатических воздействий. Можно бы и поработать недельку на уборке урожая. Почему же, ре-

шив проблему, я не ощущаю ни радости, ни облегчения? Может быть, от сомнительной целесообразности этого решения, или от того, что само решение лежало на поверхности? Использовать клубни для того, чтобы автопилоты поглупели. Вот если бы поумнели... К тому же я ведь где-то читал о связи кризиса древнеримской цивилизации с использованием свинцовых водопроводных труб. Кстати, сажали когда-нибудь картофель вдоль автодорог? Интересно, как это влияло? Вернусь на Ладу, пороюсь в библиотеках, но сначала обследуется новым автомобилем.

Информация

Новые данные об ускорении Фобоса

Спутники Марса — Фобос и Деймос — с момента их открытия А. Холлом в 1877 году постоянно находятся под пристальным вниманием ученых. Исследование этих спутников помогает уточнению гипотез о происхождении и развитии Солнечной системы. Особое значение придается изучению изменений орбит Фобоса и Деймоса. Предметом многочисленных дискуссий стало выявленное ускорение орбитального движения Фобоса, из-за чего расстояние от него до планеты постепенно уменьшается. Наиболее вероятной причиной такой эволюции орбиты служат приливы не полностью упругого тела Марса, вызываемые притяжением спутника. Теория приливов Марса, разработанная Д. А. Бернсом, позволяет оценить, через какое время Фобос должен упасть на Марс.

Достоверность картины эволюции орбиты Фобоса возрастает не только с повышением точности измерения координат спутника, но также с ростом интервала времени, на котором ведутся наблюде-

ния. После работ советского ученого В. А. Шора и англичанина Э. Т. Синклера, опубликованных в 1972—1978 годах, наличие ускорения орбитального движения Фобоса стало бесспорным. Однако значения ускорения получились существенно различными. Согласно крайним из них, время, оставшееся до падения Фобоса на Марс, оценивается от 20 до 70 млн лет.

Теория приливов основана на ряде допущений и предположений о физических свойствах Марса, поэтому вывод о предстоящей через несколько десятков миллионов лет «смерти» Фобоса хотя и вероятен, но все же остается гипотезой. Так как этот промежуток времени во много раз меньше времени существования Солнечной системы, кажется удивительным и маловероятным тот факт, что человечество успело застать Фобос «в живых».

Что касается Деймоса, то его ускорение или замедление определяется неуверенно.

Понятно стремление исследователей уточнить величину орбитального ускорения Фобоса. Также ясно, что для этого нужны новые, более точные наблюдения. После изучения спутников Марса с помощью американских космических аппаратов «Маринер-9» (1971—1972) и «Викинг-1» и «Викинг-2» (1976—1980) точность данных об ускорении Фобоса уве-

личилась, но не сильно, так как высокоточные космические измерения проводились на небольших интервалах времени, а весь период едва охватывал 10 лет.

Во время подготовки международного проекта «Фобос» в 1988 году сотрудники ряда обсерваторий мира выполнили новые фотографические наблюдения спутников Марса. Было сделано около 2 тыс. измерений координат спутников, что составило 20 % от всех наблюдений с момента их открытия. Большая часть наблюдений 1988 года, примерно 1,2 тыс., сделана сотрудниками Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга в обсерватории на горе Майданак (УзССР).

До сих пор координаты спутников измерялись на фотопластинках относительно диска Марса. Измерения, выполненные в ГАИШе, уникальны не только по своей высокой точности (около 0,12") и интенсивности, но также и по методике — координаты спутников отсчитывались не относительно Марса, как обычно, а относительно звезд. Такая методика позволяет эффективно использовать измерения координат спутников для решения актуальной астрометрической задачи — моделирования систем небесных координат.

Космический аппарат «Фобос-2» получил прекрасные изоб-

ражения Фобоса. С их помощью удалось с высокой точностью определить координаты спутника Марса. Кроме того, другим методом выполнялись оригинальные измерения положения Фобоса. В процессе сближения КА с Фобосом велись высокоточные наземные радиотехнические измерения траектории аппарата. По изменению траектории определялись координаты Фобоса. Точ-

ность таких измерений составляет около 1 км, что примерно в 200 раз выше, чем в случае фотографических наблюдений.

В итоге обработки всех данных были получены наиболее точные на сегодняшний день параметры орбиты Фобоса. В частности, коэффициент орбитального ускорения спутника оказался равным $1,596 \cdot 10^{-10}$ радиан/сут², что соответствует уменьшению боль-

шой полуоси орбиты на 1,85 см в год. Относительно времени существования Фобоса остается некоторая неопределенность. По вычислениям, это время может составлять от 30 до 50 млн лет.

Н. В. ЕМЕЛЬЯНОВ

доктор
физико-математических наук

«Земля и Вселенная» занимает особое место среди научно-популярных журналов. На его страницах Вы найдете материалы на самые разнообразные темы — от новейших представлений о строении и эволюции Вселенной до советов любите-

лям астрономии и телескопостроения.

Если Вы не успели оформить подписку с 1-го номера 1990 года, напоминаем, что Вы можете сделать это начиная с любого следующего номера.

Журнал выходит 6 раз в год.

Стоимость одного номера — 65 копеек, годовой подписки — 3 рубля 90 копеек.

Индекс 70336.

Ф.СП-1	<p style="text-align: center;">Министерство связи СССР "Союзпечать"</p> <p>АБОНЕМЕНТ на 70336 <small>индекс издания</small></p> <p style="text-align: center; color: green;">Земля и Вселенная</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">на 19 год</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">месяцам</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td><td style="width: 12.5%;">10</td><td style="width: 12.5%;">11</td><td style="width: 12.5%;">12</td> </tr> </table> </td> <td style="text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><small>Количество комплектов</small></td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	на 19 год	месяцам	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td><td style="width: 12.5%;">10</td><td style="width: 12.5%;">11</td><td style="width: 12.5%;">12</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><small>Количество комплектов</small></td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> </table>	<small>Количество комплектов</small>											
на 19 год	месяцам																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td><td style="width: 12.5%;">10</td><td style="width: 12.5%;">11</td><td style="width: 12.5%;">12</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><small>Количество комплектов</small></td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> </table>	<small>Количество комплектов</small>															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																		
<small>Количество комплектов</small>																													
	<p>Куда _____ <small>почтовый индекс</small> _____ <small>(адрес)</small> _____</p> <p>Кому _____ <small>(фамилия, инициалы)</small></p>																												
<p style="text-align: right;">ДОСТАВочная КАРТОЧКА</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <tr> <td style="width: 25%;"><small>ПВ</small></td> <td style="width: 25%;"><small>место</small></td> <td style="width: 25%;"><small>литер</small></td> <td style="width: 25%;"><small>на</small> 70336 <small>(индекс издания)</small></td> </tr> </table> <p style="text-align: center; color: green;">Земля и Вселенная</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <tr> <td style="width: 15%;"><small>Стоимость</small></td> <td style="width: 15%;"><small>подписки</small></td> <td style="width: 15%;"><small>руб.</small></td> <td style="width: 15%;"><small>коп.</small></td> <td style="width: 15%;"><small>Количество</small></td> <td style="width: 15%;"><small>Комплектов</small></td> </tr> <tr> <td></td> <td><small>пере- адресовки</small></td> <td><small>руб.</small></td> <td><small>коп.</small></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">на 19 год по месяцам:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td><td style="width: 12.5%;">10</td><td style="width: 12.5%;">11</td><td style="width: 12.5%;">12</td> </tr> </table>		<small>ПВ</small>	<small>место</small>	<small>литер</small>	<small>на</small> 70336 <small>(индекс издания)</small>	<small>Стоимость</small>	<small>подписки</small>	<small>руб.</small>	<small>коп.</small>	<small>Количество</small>	<small>Комплектов</small>		<small>пере- адресовки</small>	<small>руб.</small>	<small>коп.</small>			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<small>ПВ</small>	<small>место</small>	<small>литер</small>	<small>на</small> 70336 <small>(индекс издания)</small>																										
<small>Стоимость</small>	<small>подписки</small>	<small>руб.</small>	<small>коп.</small>	<small>Количество</small>	<small>Комплектов</small>																								
	<small>пере- адресовки</small>	<small>руб.</small>	<small>коп.</small>																										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																		
	<p>Куда _____ <small>почтовый индекс</small> _____ <small>(адрес)</small> _____</p> <p>Кому _____ <small>(фамилия, инициалы)</small></p>																												

Ледяные вулканы на спутниках Урана

Группа астрономов из Корнеллского университета (США) завершила обработку 7 тыс. изображений, полученных с борта американской автоматической станции «Вояджер-2» в то время, когда она сближалась с системой Урана в январе 1986 года.

Исследователи выявили необычный факт: на спутниках Урана — Ариэле и Миранде существуют вулканы, извергающие... лед. Это первый такой пример в Солнечной системе. На каждой из этих «лун» Урана отчетливо различаются по нескольку ледя-

ных полей, подобных земным лавовым, истекающих из кратеров, увенчивающих горы. Можно полагать, что этот лед образован смесью обыкновенной замерзшей воды с охлажденными до твердого состояния метаном и аммиаком.

Что именно вызвало сами извержения, пока еще неясно. Однако установлено, что водно-метаново-аммиачный лед обладает большей текучестью, чем обычный лед на Земле. Так как температура на поверхности Ариэля и Миранды близка к -205°C , такая смесь должна быть достаточно пластичной, чтобы медленно стекать по склонам гор и достаточно плотной, чтобы «языки» льда сохраняли единство.

В то же время замерзшие вместе вода, метан и аммиак имеют меньший удельный вес, чем окружающие породы, и вследствие

этого могут «всплывать» на поверхность по глубинным разломам в коре небесного тела. Некоторые ледяные «языки» на Ариэле удивительно напоминают лавовые поля в земных рифтовых долинах Восточной Африки. В таком районе на спутнике Урана лед, извергнутый из многих горных расщелин, объединился, образовав ледниковое поле, простирающееся на большое расстояние от своего вулканического источника.

Earth Science, 1989, 42, 1,

Вулканы не умирают

До недавнего времени все вулканы мира подразделяли на действующие, «спящие» и угасшие. Однако эта классификация подвергается сейчас пересмотру. Сотрудник Управления геологиче-

ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ ОФОРМЛЕНИЯ АБОНЕМЕНТА!

На абонементах должен быть проставлен оттиск кассовой машины.

При оформлении подписки (переадресовки) без кассовой машины на абонементах проставляется оттиск календарного штампа отделения связи. В этом случае абонемент выдается подписчику с квитанцией об оплате стоимости подписки (переадресовки).

Для оформления подписки на газету или журнал, а также для переадресования издания бланк абонемента с доставочной карточкой заполняется подписчиком чернилами, разборчиво, без сокращений, в соответствии с условиями, изложенными в каталогах Союзпечати.

Заполнение месячных клеток при переадресовании издания, а также клетки «ПВ—МЕСТО» производится работниками предприятий связи и Союзпечати.

ской съемки США Р. Тиллинг (Менло-Парк, штат Калифорния) указывает, что отсутствие активности в течение столетий и даже тысячелетий еще не говорит о «смерти» вулкана. Сильнейшие катастрофы (например, извержение Везувия в 79 году н. э.) связаны как раз с деятельностью вулканов, которые считались замершими навсегда. Наоборот, чем длительнее период покоя, тем вероятнее мощное извержение, приводящее к выбросу гигантских масс геологической породы.

Из 600 действующих вулканов Земли ежегодно извергаются примерно 50, причем половина из них считается «новодействующими». В нашем столетии самыми тяжелыми в этом отношении оказались 80-е годы, когда мощно извергались вулканы Сент-Хеленс, Руис-дель-Невадо, Эль-Чичон (Мексика) и Галунгтунг (Индонезия).

На склонах или вблизи потенциально опасных вулканов в настоящее время проживает не менее 360 млн. человек, причем значительная часть в Огненном поясе, окружающем Тихий океан, и в странах, где нет экономических, научных и иных возможностей для изучения существующей угрозы и принятия превентивных мер. Так, извержение вулкана Невадо-дель-Руис (Колумбия) в ноябре 1985 года, небольшое по масштабам, привело к гибели под селевыми потоками около 22 тысяч человек. В то же время при извержении Сент-Хеленс в 1980 году, более крупном событии, погибло лишь несколько человек.

New Scientist, 1989, 121, 1648

Вулканы и озон

Р. Саймондс (Мичиганский технологический институт, Хафтон, США) и М. Рид (Университет штата Орегон, Корваллис, США) проанализировали химический состав газов, выбрасываемых в атмосферу при извержении вулканов. Оказалось, что среди хлор- и фторсодержащих газов больше всего выделяется хлористого и фтористого водорода.

Ежегодный выброс хлористого водорода из вулканов в воздушное пространство составляет $(0,4 \div 11) \cdot 10^6$ т, фтористого водо-

да — $(1,6 \div 6) \cdot 10^6$ т. Около 10 % этих газов выделяется при извержениях взрывного (взрывного) типа, выбросы которых достигают стратосферы.

Количество бромсодержащих веществ, поступающих в атмосферу в результате человеческой деятельности, сравнительно невелико — всего несколько тысяч тонн в год. Однако окислы брома сильнее чем хлористые вещества разлагают стратосферный озон. В ходе реакции с участием окиси брома и окиси хлора молекулы озона могут уничтожаться даже в отсутствие солнечного излучения. Существует также цикл реакций с участием BrO и ClO , создающий окись ClO , которая, вероятно, истощает озоносферу весной над Антарктикой.

Среди важнейших веществ подобного рода находится соединение CF_2ClBr (галон 1211) и CF_3Br (галон 1301). Первые сравнительно длительные и детальные измерения их содержания в атмосфере были выполнены в 1987 году международной группой метеорологов, возглавляемой О. Н. Сингом (Институт аэронамики имени Планка, ФРГ). Метеобаллоны с измерительными приборами одновременно запускались в Хайдарабаде (Индия) и Гапе (Франция); с их помощью на высотах до 34 км были собраны образцы воздуха. Анализ показал, что содержание CF_2ClBr в стратосфере с начала 80-х годов возрастает примерно на 12 % ежегодно. Рост концентрации CF_3Br составляет около 5 % в год. CF_3Br значительно эффективнее разлагает молекулы озона, чем любой хлорфторуглерод антропогенного происхождения.

Nature, 1988, 334, 593

Есть ли вода на Луне?

До сих пор следов воды на Луне не обнаружено. Если она когда-либо и была там, то давно уже должна испариться в космическое пространство.

Однако полной уверенности в этом у специалистов пока нет. Дело в том, что в полярных районах Луны, в глубоких кратерах, куда никогда не заглядывает солнце, лед мог бы сохраниться и до наших дней. Именно эти районы станут объектом изучения в начале 1992 года, когда к Луне

отправится специальная автоматическая станция, разрабатываемая частным американским Институтом космических исследований, расположенным в Пристоне. Станция выйдет на лунополярную орбиту и сможет «осматривать» всю поверхность нашего естественного спутника.

Ученые преследуют не только чисто научные цели сравнительной планетологии. Если лед на Луне найдется, это значительно облегчит создание там постоянной обитаемой базы. Помимо питьевой и бытовой воды, лед поставит будущим астронавтам водород, служащий, как известно, частью горючего для ракет. Именно Луна с ее меньшей, чем у Земли, силой тяготения может оказаться идеальным «космодромом» будущего.

Программа «Аполлон» в свое время показала, что из пород, образующих лунную поверхность, кислород добывать можно. Если же на естественном спутнике будет найден и водород, доступный для разработки, лунным поселенцам вообще не нужно будет доставлять с Земли ракетное топливо, и расходы на исследование космоса значительно снизятся.

Работы частного института станут предшественником для плана НАСА послать в 90-ых годах к Луне свой космический зонд с аппаратурой на борту, обладающей способностью различать там объекты поперечником всего 1 м (разрешающая способность приборов Института космических исследований США составляет лишь около 30 м).

К 1993 году НАСА представит правительству США подробный план изучения Луны с участием астронавтов. Предварительные проекты предполагают создание там постоянной базы, на которой сначала будут жить и работать четверо астронавтов в течение 30 суток, затем срок пребывания постепенно будет продляться до одного года. За это время все здания и сооружения базы должны быть достроены. На пятый год существования базы на ней будут жить от 8 до 10 человек, а к десятому году число исследователей составит уже 12. К этому времени здесь будет полностью налажена добыча кислорода из местных материалов и производство окислительных средств для ракетного топлива.

New Scientist, 1989, 123, 1673

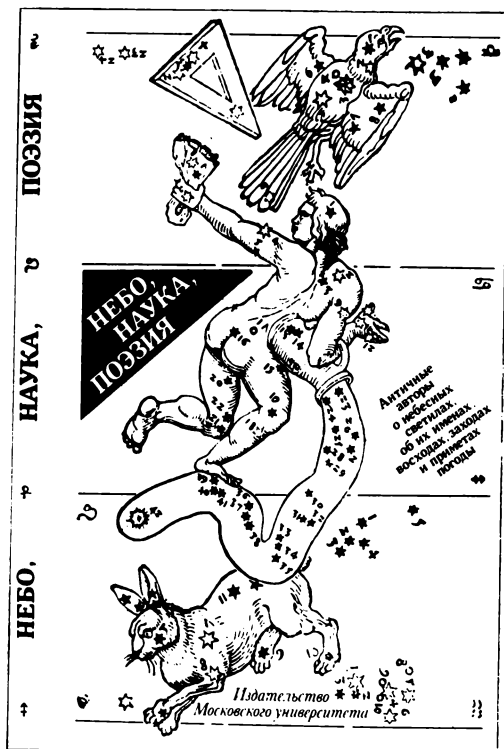
«Небо, наука, поэзия»

Нынешнее разделение наук на гуманитарные и естественные и связанное с ним растущее дробление знания не есть изначальное и глубинное свойство культуры. Убедительным подтверждением этому может служить существовавшая в древней Греции традиция астрономической поэзии, в которой скрупулезность научного изложения легко и гармонично уживалась с изысканностью и совершенством поэтической формы. В ежегоднике «Историко-астрономические исследования» за 1988 год уже появился перевод латинской поэмы Цезаря Германика «Небесные явления по Арату».

Заинтересованный читатель может познакомиться с первым русским переводом того образца, которому подражал Германик, — со знаменитой поэмой «Явления» древнегреческого поэта Арата из Сол (III в. до н. э.), поэмой, пользовавшейся огромной популярностью в Европе вплоть до XVII века и вызвавшей целую волну комментариев и подражаний. Научное описание небосвода, основанное на трудах математика и астронома Евдокса Книдского, утонченный поэтический язык, ориентированный на Гомера и Гесиода и соперничающий с лучшими творениями александрийской школы — все это привлекало к поэме новых поклонников в каждом поколении. Вот как, например, Арат начинает рассказ о полярной области неба:

*Множество звезд по различным путям совокупно
влекутся
Вместе со сводом небес — непрестанно, вседневно
и вечно.
Но не смещаясь отнюдь, напротив, в
неподвижности косной
Ось утвердилась: надежно она в равновесии Землю
Посередине хранит и стремится небеса круговратно.
Остиями ограничена ось обоюдосторонне:
Южное скрыто от глаз, супротив обзорно
другое —
С севера над Океаном. Вокруг две Медведицы
рядом
Связно с осью бегут, за что и прозвали их: Вozы.*

Естественным дополнением к поэме, помогающим более полному ее восприятию, станут русские переводы (также сделанные впервые) трактатов «Превращения в созвездия» и «О приметах погоды», некоторых астрономических теорем Евклида, античных биографий Арата, сочинения византийского ученого VI в. н. э. Леонтия Механика «Об изготовлении аратова глобуса» и других. Все эти произведения включены в книгу «Небо, наука, поэзия», которую в 1990 году планирует



выпустить издательство Московского государственного университета. Переводы сопровождаются подробным историко-филологическим и научным комментарием и снабжены соответствующими указателями; их предваряет вступительная статья, в которой освещается связь античной астрономии с культурой в целом и объясняются причины долгой популярности Арата и ее внезапного упадка. В книге впервые публикуются гравюры созвездий, принадлежащие художнику школы Дюрера А. Вэнзаму, а также росписи греческих ваз VI—IV вв. до н. э.

Автор вступительной статьи Г. М. Дашевский, автор переводов и комментариев А. А. Россиус, ответственные редакторы П. В. Щеглов и Н. А. Федоров.

Книга адресована старшеклассникам, студентам, астрономам-профессионалам, филологам и всем, кто интересуется историей науки и античной культурой.

Жители Москвы могут заказать книгу по адресу: 117234 Москва, Ломоносовский проспект, дом 18, Университетская лавка; иногородние — по адресу: 117168 Москва, ул. Кржижановского, дом 14, магазин № 93 «Книга-почтой». Ориентировочная цена 65 коп.

Сдано в набор 14.XI. 89. Подписано к печати 28.XII.89. Т-15278 Усл.-печ. л. 9,4. Уч.-изд. л. 11,3. Усл. кр.-отт. 957 тыс. Бум. л. 3,5. Тираж 46 000 экз. Зак. 2719. Цена 65 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука» 117049, Москва, Мароновский пер., д. 26
Ордена Трудового Красного Знамени Чеховский полиграфический комбинат
Государственного комитета СССР по печати
142300, г. Чехов Московской области

ПОЗИТРОН

— НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
КООПЕРАТИВ

Всем, кто увлекается наблюдением переменных звезд, туманностей, галактик, интересуется поисками комет, Научно-производственный кооператив «Позитрон» может выслать поисковый фотографический «Атлас звездного неба до 8" для звезд и до 11" для шаровых скоплений, туманностей и галактик».

«АТЛАС» состоит из двух частей: поисковых карт — для приближенного отыскания объектов, и фотографических карт — для точного нахождения.

«АТЛАС» будет полезен и начинающим любителям, имеющим простейшие телескопы, подзорные трубы, малые астрографы, бинокли, и профессионалам. Стоимость «Атласа» — 10 рублей.

Организации просим направлять гарантийные письма. Любителям «АТЛАС» будет выслан налоговым платежом.

Наш адрес: 350000, г. Краснодар, а/я 64. НПК «Позитрон».

Наши банковские реквизиты: р/с № 00461577 в Первомайском отд. Агропромбанка, г. Краснодар, МФО 141185, индекс 350015.

НОВОСИБИРСКИЙ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД: ДЕСЯТИЛЕТНИЙ ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА ЛЮБИТЕЛЬСКИХ ТЕЛЕСКОПОВ.

Наши телескопы системы Ньютона оснащены первоклассной оптикой. Точность поверхности не ниже $1/8$ длины волны света.



АЛЬКОР — 135 руб.
Диаметр главного зеркала 65 мм
Относительное отверстие 1:8
Фокусное расстояние 502 мм
Разрешающая сила 2,2
Проницающая способность 10^m
Окуляр Рамсдена $f=15$ мм
Линза Барлоу $2,7^x, 5,9^x$
Увеличения 33, 88, 133^x
Устойчивая монтировка с микрометрическими винтами.

МИЦАР — 250 руб.
Диаметр главного зеркала 110 мм
Относительное отверстие 1:7,4
Фокусное расстояние 800 мм
Разрешающая сила 1,3
Проницающая способность 11^m
Окуляр симметричный $f=25$ мм
Окуляр Кёльнера $f=15$ мм
Линза Барлоу $f=8,36$ мм
Увеличения 32, 54, 96, 170^x
6-кратный оптический искатель, поле зрения искателя 8
Координатные круги, солнечный экран
Набор светофильтров, экваториальная монтировка с микрометрическими винтами.

Многие владельцы «Алькоров» и «Мицаров» свидетельствуют, что реальная разрешающая сила наших телескопов на 15—20 % выше указываемой в паспорте.

Телескоп «Мицар» экспортируется в Бельгию, Канаду, Финляндию, Францию.
Телескопы «Алькор» и «Мицар» можно приобрести в магазинах Роскульторга.



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
65 КОП. ИНДЕКС 70336