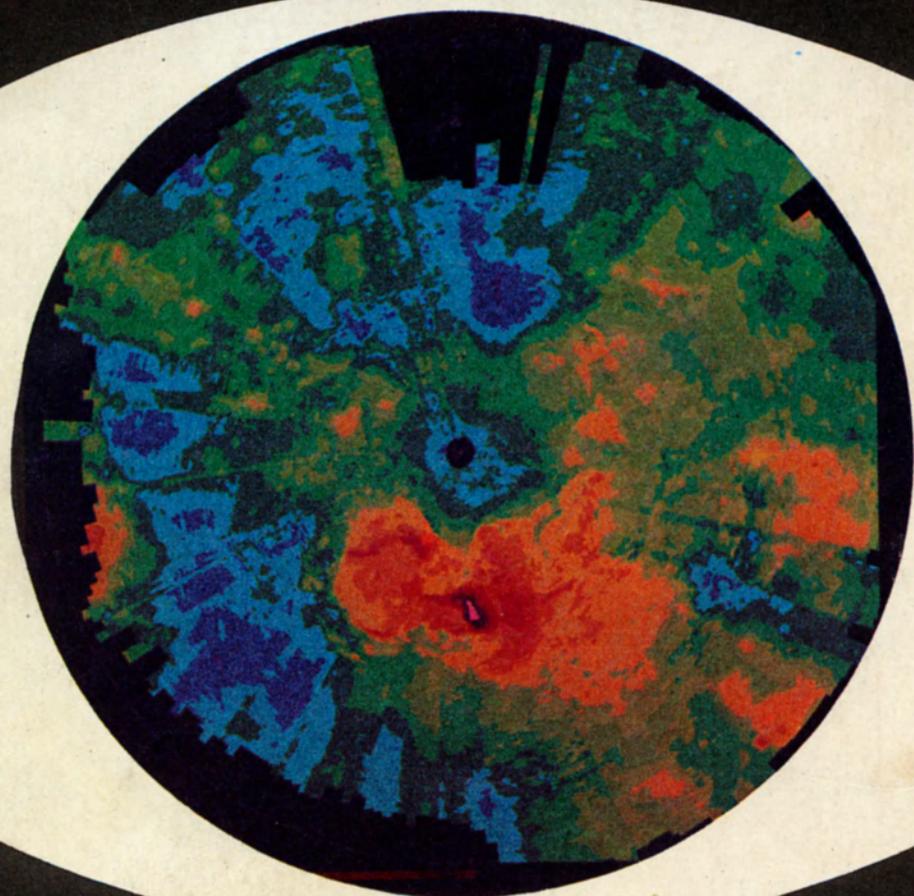


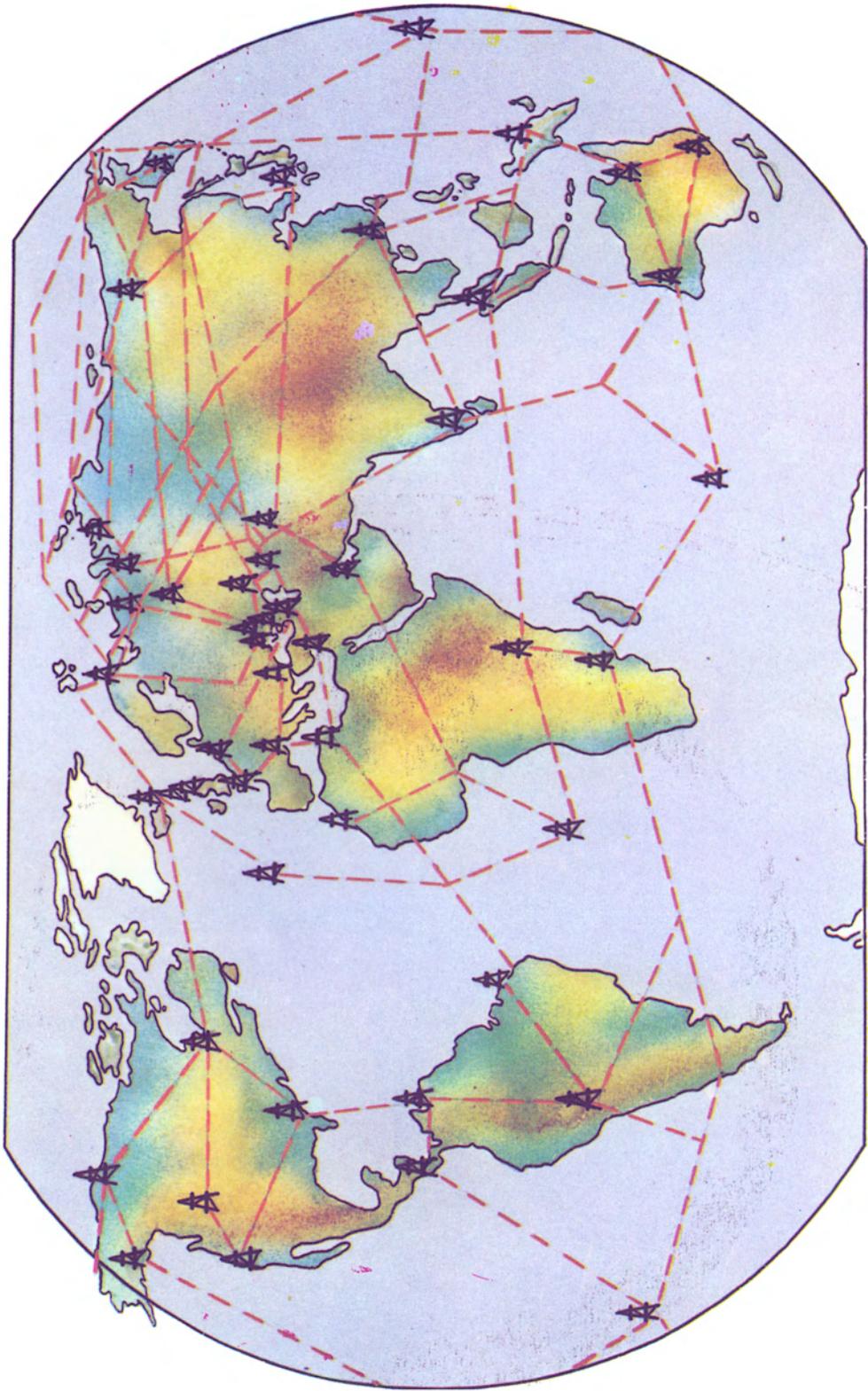
ISSN 0044-3948

МАЙ-ИЮНЬ 3/89

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА







ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

Основан в сентябре 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. ГУРШТЕЙН
Доктор физико-математических наук
И. А. КЛИМИШИН
Доктор физико-математических наук
Д. Я. МАРТЫНОВ
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. ПАЛЕЙ
Доктор физико-математических наук
Г. Н. ПЕТРОВА
Доктор химических наук
Ф. Я. РОВИНСКИЙ
Доктор геолого-минералогических наук
Г. И. РЕЙСНЕР
Доктор физико-математических наук
Ю. А. РЯБОВ
Академик
В. В. СОБОЛЕВ
Н. Н. СПАССКИЙ
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. ЧЕРЕПАШУК
Доктор физико-математических наук
В. В. ШЕВЧЕНКО
Кандидат географических наук
В. Р. ЯЩЕНКО

В номере:

- 3 КОЗЛОВСКИЙ Е. А.** — В глубины геокосмоса
12 КАПЛИН П. А. — Береговая зона Мирового океана
19 РЖИГА О. Н. — Карты планеты Венера
22 ЗАЙЦЕВ Ю. Н. — Рентген для Вселенной
29 ВАСИЛЬЕВ Н. В. — Тунгусский метеорит: загадка остается
- СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ**
- 37 РЕЗАНЦЕВ Ю. С., ХАРИТОНОВ Г. И.** — XXXIX конгресс Международной астронавтической федерации
- ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ**
- 41 БУЛАЦЕН В. Г., ДЫЧКО И. А.** — Полтавская гравиметрическая обсерватория
- ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ**
- 46 БУЛАНЖЕ Ю. Д.** — Московская аттракция
51 БРОНШТЭН В. А. — Разгадывая загадки истории. Очерк первый: Николай Долгоруков
- АСТРОНОМИЯ И КОСМОНАВИКА XXI ВЕКА**
- 57 ШЕВЧЕНКО В. В.** — Возвращение на Луну
- АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**
- 66 ПОПОВА А. П.** — В помощь учителям астрономии
68 ШУМКОВ В. П. — Содружество ученых и учащихся
- ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ**
- 70 ГОРШЕЧНИКОВ М. В.** — Наблюдения Лирид в 1988 году
72 МАМУНА Н. В. — Страничка наблюдателя
- ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ**
- 77 ПАНФИЛОВ Б. И.** — Панорамный астрограф
- В ПОМОЩЬ ЛЕКТОРУ**
- 79 ЧИБОВ А. И.** — Рейсы кораблей науки
- ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ**
- 82 КУСОВ В. С.** — Древние чертежи на дереве и бумаге
82 ОБИНЯКОВ В. Б. — Советская экспозиция в Пекине
- ФАНТАСТИКА**
- 90 КОМАРОВ В. Н.** — Правило перевода
- ФИЛАТЕЛИЯ**
- 95 КОПЫЛОВ В. Е.** — Бурение на планетах — в филателии

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ.

Кольская сверхглубокая — в книге рекордов Гиннеса [9]; Земля устроена сложнее [9]; Из новостей зарубежной космонавтики [10]; Радиошкола; статистика пилотируемых полетов [10]; На орбите — комплекс «Мир» [18]; Продолжительность суток растет [21]; Нужно ли искать планету X1 [26]; Новые книги [40, 87]; После сильных землетрясений [50]; Вероятность новых землетрясений [56]; Ответы на кроссворд, помещенный в № 2 [63]; Радиоастрономы получают подкрепление [69]; Солнце в декабре 1988 — январе 1989 года [75]; Новое о Плутоне [76]; Журнал глазами читателя [88]

ZEWLYA 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 Departments of Physical-Technical and Mathematical Sciences and of Earth Sciences 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.

Заведующая редакцией

Н. Г. Малышук

Научные редакторы:

В. С. Ежов

(космонавтика),

Э. К. Соломатина (науки

о Земле), **Э. А. Стрельцова**

(астрономия)

Младший редактор

Г. В. Матросова

Художественный редактор

Е. А. Проценко

Корректоры: **В. А. Ермолаева,**

Л. М. Федорова

Обложку журнала оформил

А. М. Поляк

Номер оформили:

Е. К. Тенчурина,

М. И. Россинская,

М. П. Прохорова

Адрес редакции:

117049, Москва,

Мароковский пер., д. 26

ж-л «Земля и Вселенная»

Телефоны: 238-42-32

238-29-66

In the issue:

3 KOZLOVSKY E. A.— To the Depths of Geocosmos

12 KAPLIN P. A.— Coastal Zone of the World Ocean

19 RZHYGA O. N.— Maps of the Venus

22 ZAYTSEV YU. N.— X-Rays for the Universe

29 VASILYEV N. V.— The Tungusk Meteorite: the enigma is standing

SUMPOSIUMS, CONFERENCES, CONGRESSES

37 REZANTSEV YU. S., KHARITONOV G. I.— XXXIX International Astronautical Federation Congress

OBSERVATORIES AND INSTITUTES

41 BULATSEN V. G., DYCHKO I. A.— Poltava Gravimetric Observatory

FROM THE HISTORY OF SCIENCE

46 BOULANGER YU. D.— The Moscow Attraction

51 BRONSHTEN V. A.— Solving Riddles of the History Topic one: Nickolas Dolgorukov

ASTRONOMY AND COSMONAUTICS IN THE 21TH CENTURY

57 SHEVCHENKO V. V.— Return to the Moon
Astronomical education

66 POPOVA A. P.— Assistance to astronomy teachers

68 SHUMKOV V. P.— Cooperation of scientists with scholars

AMATEUR ASTRONOMY

70 GORSHECHNIKOV M. V.— Watching Lirides in the 1988 year

72 MAMUNA N. V.— Observer's pages

THE AMATEUR TELESCOPE MAKING

77 PANFILOV B. I.— A panoramical astrograph

TO THE LECTURER'S AID

79 CHIBOV A. I.— Trips of scientific ships

EXHIBITION AND MUSEUMS

82 KUSOV V. S.— Ancient paintings on the wood and paper

85 OBINYAKOV V. B.— The Soviet exposition in Peking

SCIENCE FICTION

90 KOMAROV V. N.— The rule of translation

PHILATELY

95 KOPYLOV B. E.— Drilling on the planets in philately

На первой странице обложки: Гипсометрическая карта северного полушария Венеры, снятого космическими аппаратами «Венера-15», -16». К статье О. Н. Ржиги и Ю. С. Тюфина

На второй странице обложки: Схема предполагаемого размещения геофизических профилей и сверхглубоких скважин в рамках программы «Глобус» [к статье Е. А. Козловского «В глубины геокосмоса»]

На третьей странице обложки: Космический орбитальный комплекс «Мир»—«Квант»—«Союз». Снимок сделан во время второго советско-болгарского полета.

В глубины геокосмоса

Е. А. КОЗЛОВСКИЙ
министр геологии СССР
профессор

СВЕРХГЛУБОКОЕ БУРЕНИЕ НЕОБХОДИМО

Научно-техническая революция, охватившая в последнее время все отрасли мирового хозяйства, привела к огромному росту потребления полезных ископаемых. И в то время как быстро возрастало использование традиционных их видов — топливного и рудного сырья, для вновь возникших отраслей промышленности, науки и техники потребовалось выявить и добывать принципиально новые ископаемые — радиоактивные элементы, некоторые редкие металлы.

Обеспечение минеральными ресурсами отдельных стран осложняется тем, что полезные ископаемые неравномерно распределены по континентам и регионам. Объясняется это как объективными геологическими причинами, так и неодинаковой изученностью различных областей и зон. Знать, где искать полезные ископаемые и на что рассчитывать в поиске — одна из важных задач, стоящих сейчас перед геологией. Понятно, что целенаправленный поиск можно осуществить только на базе глубоких геологических знаний, а это требует совершенствования наших представлений о глубинных недрах Земли, теории прогноза и поиска месторождений.

Поскольку минеральные ресурсы, залегающие неглу-



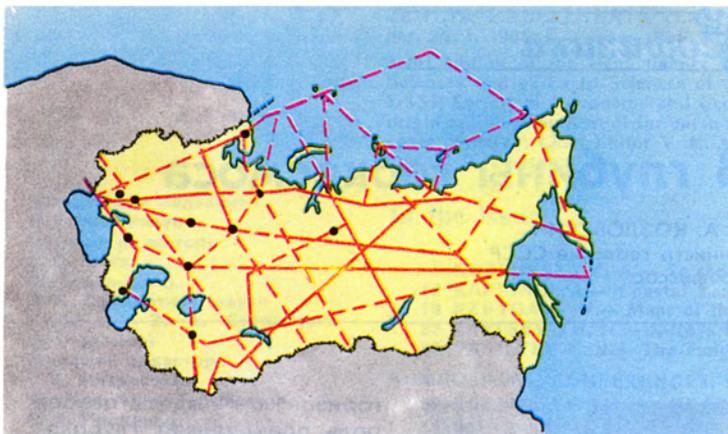
В науках о Земле большое значение придается исследованию глубинного строения континентов. Проблема эта становится предметом постоянного обсуждения многих геологических форумов. В центре внимания она оказалась и на международном семинаре «Сверхглубокое бурение и глубинные геофизические исследования» (август 1988 года). Специалисты из 19 стран мира обсуждали широкий круг вопросов, и инициаторами постановки многих из этих вопросов были советские ученые. Они предложили, например, объединить усилия разных стран в изучении глубинных зон Земли в рамках международного проекта «Глобус».

боко или выходящие на дневную поверхность, в значительной степени уже разведаны, а местами и полностью отработаны, необходимо осваивать все более низкие

горизонты. И здесь особая роль принадлежит глубокому и сверхглубокому бурению — единственному пока прямому способу проникновения в земные недра. Только бурение дает возможность в непосредственном контакте с глубинными породами определить их состав и свойства, разрабатывать критерии прогнозирования и поисков скрытых залежей полезных ископаемых.

Глубинные слои Земли привлекают ученых и тем, что там зарождаются современные тектонические движения, землетрясения и очаги вулканической деятельности, отсюда поступают мощные потоки тепла и там скрывается разгадка многих других явлений (например, магнетизма), так или иначе влияющих на жизнь людей.

К настоящему времени пробурено немало скважин и на континенте, и в пределах Мирового океана, но лишь немногие из них достигают глубины более 5—7 км. Отчасти потому и сложилась в последнее время парадоксальная ситуация: мы примерно себе представляем, как устроен космос за миллиарды километров от нашей планеты, но что делается буквально у нас под ногами, на глубине каких-нибудь 10—15 км, мы в точности не знаем. Существуют, конечно, те или иные модели Земли, но все они построены по косвенным данным — измерениям с помощью геофи-



действующая аппаратура для наблюдения за динамикой земной коры, а вдоль геофизической профилей периодически повторяется цикл геологических и геофизических исследований, направленных опять-таки на изучение процессов в земных недрах. Так что опорно-каркасная сеть глубинного зондирования Земли — это, по существу, своеобразный постоянно действующий научно-методический полигон.

Работы по комплексной программе изучения земных недр уже многое дали науке и практике. Например, удалось существенно уточнить глубины залегания кристаллического и складчатого фундамента в ряде крупных геоструктур на территории СССР, построить комплекты специализированных карт, отражающих основные черты строения глубинных недр. Карты эти особенно важны для изучения нефтегазоносных и рудоносных провинций, оценки перспектив поиска месторождений, а также для выявления новых критериев, которые можно использовать для поиска на плохо изученных территориях.

Если говорить о сверхглубоком бурении, то оно дало и важную геохимическую информацию. Изучение керна, поднятого из глубоких и сверхглубоких скважин, позволяет определить количественное содержание практически всех рудных, редких, рассеянных и радиоактивных элементов на глубине в несколько километров. В среднем в каждой геохимической пробе керна определяется около 65 химических элементов. К детальному анализу кернового материала на сверхглубоких добавляется и геолого-геохимическое изучение пород соответствующих комплексов, развитых на поверхности. Целая система методов, включающая и радиологическое датирование,

зических методов ее характеристик с поверхности. Данные же эти неоднозначны, порой противоречивы, а потому и модели неоднозначны. Вот почему так необходимо прямое проникновение в недра Земли.

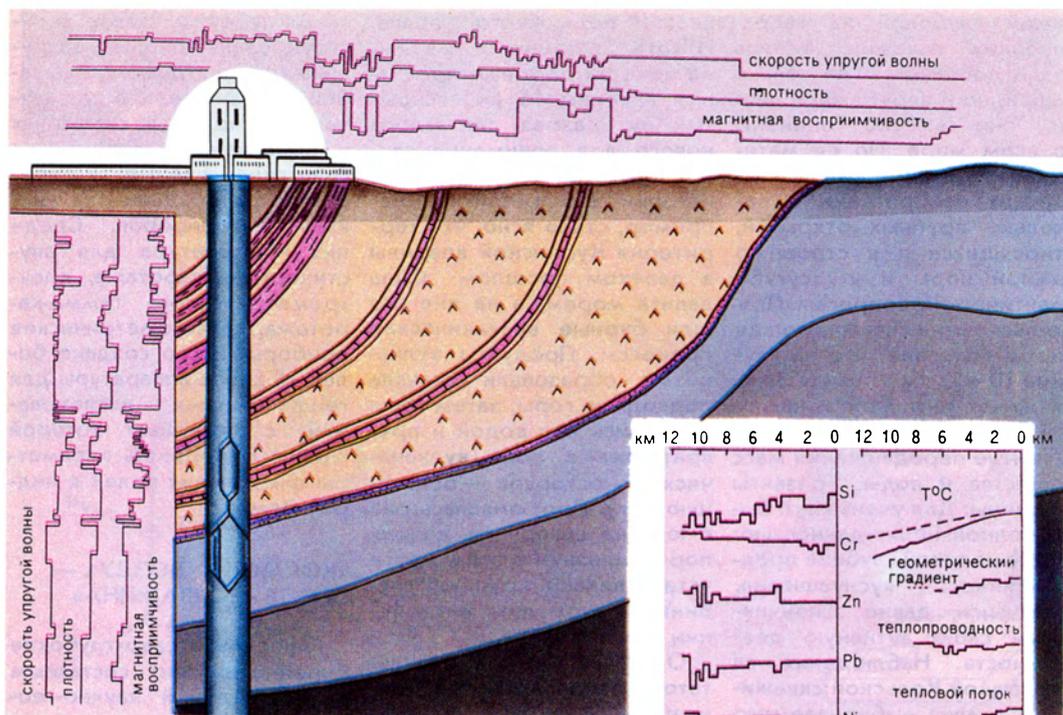
ДОЛГОВРЕМЕННАЯ НАУЧНАЯ ПРОГРАММА

Глубинное строение Земли активно исследуется во многих странах мира геофизическими методами и глубоким бурением. В Советском Союзе последовательная работа в этом направлении осуществляется с 60-х годов в рамках общесоюзной комплексной программы. На первом этапе работы были созданы технические средства для сверхглубокого бурения и геолого-геофизических исследований в скважинах на глубине до 10—15 км, затем в 70-е годы проводилось экспериментальное бурение Кольской и Саатлинской сверхглубоких скважин, а также изучались отдельные регионы с использованием глубинных геофизических методов. И только с 1981 года началось планомерное комплексное изучение земной коры и верхней мантии на всей территории страны.

В различных по своему геологическому строению областях бурятся сверхглу-

бокие скважины, которые соединяются геотраверсами — протяженными профилями, вдоль которых ведутся геофизические исследования. В результате создается стройная опорно-каркасная сеть глубинного зондирования земной коры. На геотраверсах длиной в тысячи километров — геофизических профилях первого класса — изучается строение крупных блоков земной коры и состояние вещества литосферы в регионах с различными геодинамическими режимами. В пределах однородных тектонических блоков прокладываются геофизические профили второго класса, они предназначены для решения локальных, более мелких структурно-тектонических задач. В пунктах бурения глубоких и сверхглубоких скважин создаются геодинамические полигоны, где проводится уже самое детальное изучение глубинных горизонтов. В стволах скважин, на различной глубине устанавливается постоянно

действующая аппаратура для наблюдения за динамикой земной коры, а вдоль геофизической профилей периодически повторяется цикл геологических и геофизических исследований, направленных опять-таки на изучение процессов в земных недрах. Так что опорно-каркасная сеть глубинного зондирования Земли — это, по существу, своеобразный постоянно действующий научно-методический полигон.



Комплексные измерения в Кольской сверхглубокой скважине в сочетании с измерениями вдоль геофизических профилей дали возможность изучить различные характеристики глубинных земных недр — от скорости упругих волн до теплопроводности пород (см. графики на выносках)

дала возможность выявить геохимические закономерности условий образования глубинных пород.

КИЛОМЕТРЫ ОТКРЫТИЙ

Глубинное изучение земных недр началось с бурения глубоких скважин в нефтегазоносных районах. В нашей стране в 60-е и 70-е годы были пробурены, например, Аралсорская скважина (6806 м) в Прикаспийской впадине, Шевченков-

ская (7520 м) в Предкарпатском прогибе, Бурунная (7501 м) на Северном Кавказе. Однако керн из этих скважин поднимался не систематически, комплексно его не изучали и, естественно, сведения о геологических результатах бурения были далеко не полными.

Только с бурением Кольской и Саатлинской скважин в 70-х годах начался новый этап изучения глубинного строения земных недр. Главной задачей стало исследо-

вание недр на различных блоках континентальной коры — от самых древних до самых молодых. Кольская сверхглубокая скважина, уже прошедшая 12-километровую отметку, заложена в северо-западной части Кольского полуострова, на древнем Балтийском щите. Она пробурела древнейшие породы Земли возраста от 3,5 до 1,6 млрд лет (Земля и Вселенная, 1986, № 1, с. 5.— Ред.). Уникальные данные, полученные на этой

самой глубокой из сверхглубоких скважин, теперь стали достоянием не только нашей, но и зарубежной науки, они высоко оценены во всем мире. По ее материалам сделано около 40 авторских изобретений и несколько крупных открытий, относящихся и к строению земной коры и к сугубо практическим вопросам. Прямое вскрытие скважин толщи пород показало, что на глубине 10—12 км древняя Земля живет активной жизнью, там происходят крупномасштабные передвижения масс вещества и воды, развиты трещины. Для ученых это было полной неожиданностью: недра на такой глубине представлялись «уснувшими», мертвыми, давно закончившими свою активную деятельность. Наблюдения за проходкой Кольской скважины и анализ выбуриваемого керна впервые в мировой практике дали количественную информацию о глубинном «дыхании Земли» — потоке газов (азота, метана, благородных газов, паровой ртути), поступающих из мантии.

Данные Кольской сверхглубокой открыли двери и в практическую область. В кернах, поднятых с 11-километровой глубины, обнаружили рудную минерализацию (на такой большой глубине ее никак не ожидали встретить). И минерализацию золоторудную, свинцово-цинковую, оловянно-вольфрамовую.

Интересные и ценные выводы сделаны и по материалам бурения сверхглубокой Саатлинской скважины. Заложенная в Закавказье в пределах Куринской низменности, в нефтегазоносном районе, она достигла сейчас глубины более 8200 м. В отличие от Кольской, скважина бурится в области молодой континентальной земной коры Средиземномор-

ского подвижного пояса. И хотя Саатлинская скважина пока не достигла проектной глубины 15 км, вскрытый ею разрез дал много нового для понимания глубинного строения Кавказа и истории его развития. Например, стало ясно, что территория Куринской впадины в далеком прошлом была залита морем, а на дне его шли бурные вулканические процессы. Продукты вулканизма образовали сначала подводные горы, затем горы поднялись над водой и превратились в цепь вулканических островов — островную дугу. Протягивалась она с юга на север — и до сих пор геофизики в этом месте устанавливают крупную глубинную аномалию в строении земной коры.

Один из важных результатов, который дала эта скважина — на глубине нескольких километров обнаружена зона разуплотнения, где породы характеризуются аномально высокой пористостью (до 14 %), интенсивным притоком вод, обогащенных йодом. Все это говорит о фильтрации подземных вод из терригенной толщи. Подземные воды могли переноситься сверху вниз углеводороды. А значит, в пределах Куринской депрессии огромные толщи пород могут представлять собой коллектор для накопления нефти и газа.

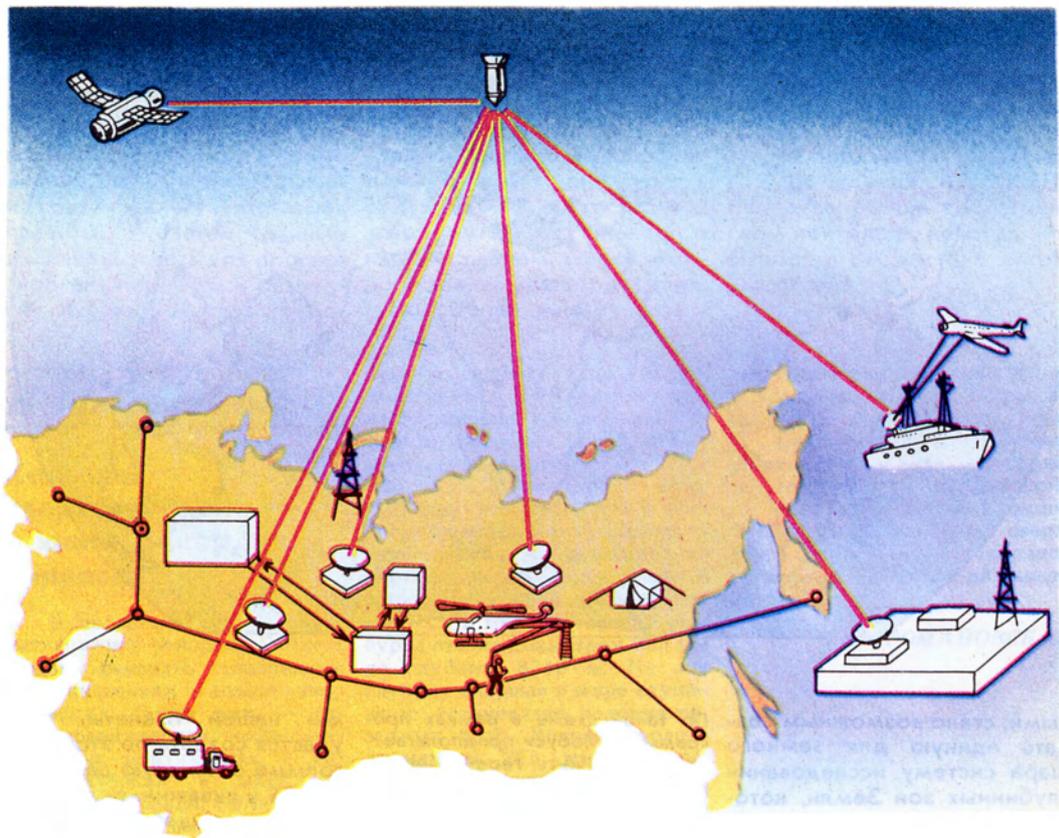
Успех научных исследований при глубоком и сверхглубоком бурении был достигнут в нашей стране благодаря созданию принципиально новых технических средств и прогрессивных технологических процессов бурения. Для проходки Кольской сверхглубокой применялась отечественная буровая установка БУ-15000, на которой максимально автоматизирован процесс бурения (спуск и подъем бурового инструмента, подача долота). Специально для

сверхглубоких скважин сконструированы породоразрушающие инструменты и забойные двигатели, а для изучения условий в скважинах и пространстве вокруг них советские ученые и конструкторы создали ряд уникальных приборов. Среди них — аппаратура для акустического каротажа, спектрометрического гамма-каротажа, магнитометрические приборы. Всего создано более 25 видов аппаратуры для геофизических исследований, с помощью которой можно определять параметры физических полей в недрах Земли.

«КОСМОС — ВОЗДУХ — ЗЕМЛЯ — СКВАЖИНА»

Глубокое и сверхглубокое бурение служит составным звеном единой научно-геологической программы: она базируется на синтезе информации из космоса — с помощью спутников Земли, из атмосферы — с использованием различных летательных аппаратов, с поверхности Земли — путем геологических и других наблюдений на поверхности и, наконец, из недр Земли — по данным бурения, а также других глубинных методов. Но эту полученную с разных уровней информацию не обрабатывают на единой научной физико-геологической основе, а это сильно ограничивает ее использование при поиске, разведке и даже эксплуатации месторождений.

Чтобы повысить эффективность использования геофизических и геохимических методов исследования, аэровысотных и космических средств, сейчас создается межатраслевой научно-технический комплекс (МНТК) «Геос» — автоматизированная система сбора и обработки информации, поступающей с четырех уровней: «космос», «воздух», «земля», «скважина». В основе



этих исследований лежат разработанные советскими учеными фундаментальные положения о парагенезисе физических, геохимических и биологических полей в верхних и приповерхностных слоях литосферы, то есть об их совместном проявлении в результате одновременного или последовательного образования.

Такая геосистема — а она требует тесного сотрудничества Министерства геологии СССР, Академии наук СССР и других организаций — будет включать наземные средства сбора информации, средства экспресс-обработки и передачи данных от полевых станций через геостационарный спутник в пункты интегрированной обработки информации. Ученые ожидают, что успешная работа системы позволит повысить, в первую очередь, геологическую эффективность

Схема работы межотраслевого научно-технического комплекса «Геос» («космос» — «воздух» — «земля» — «скважина»)

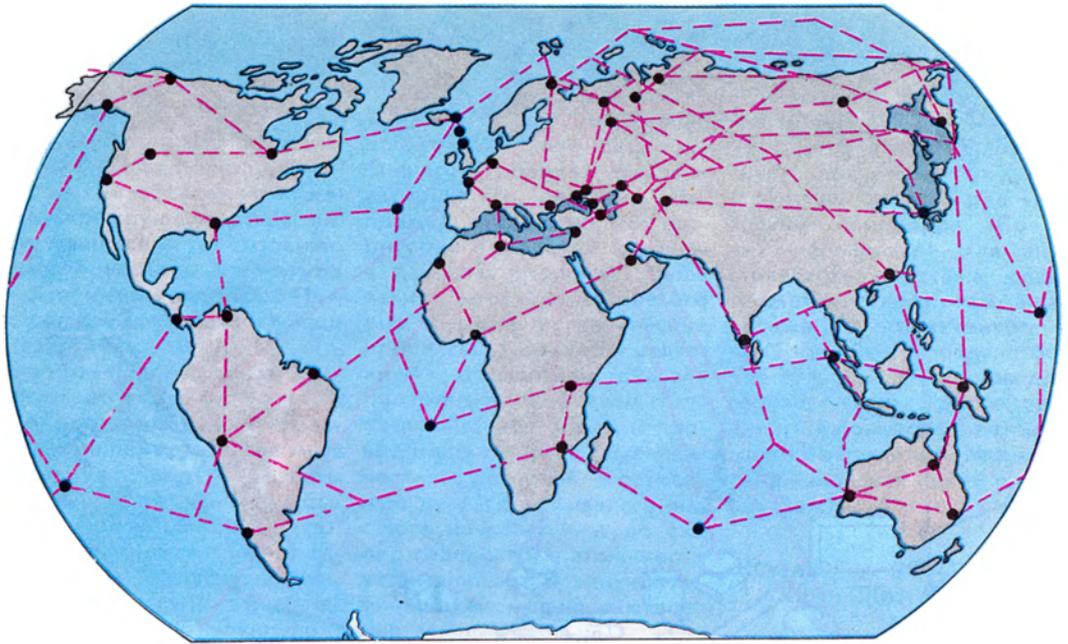
работ и сократить затраты на них, она даст возможность комплексно изучать и прогнозировать техногенные процессы на земной поверхности, а также разрабатывать меры, которые могут снизить влияние таких процессов на окружающую среду. Ну и, конечно, подобная геосистема должна обеспечить огромный массив оперативных данных о наземной и околоземной обстановке в интересах народного хозяйства.

ПРОГРАММА «ГЛОБУС»

Сейчас проблема изучения геокосмоса привлекает внимание ученых во

многих странах мира. Интерес к этой проблеме, особенно наглядно проявившийся на XXVII Международном геологическом конгрессе 1984 года в Москве, все более возрастает. Многие страны расширили работы по изучению как океанической, так и континентальной коры, разработали долгосрочные национальные программы ее исследования.

Вместе с тем совершенно очевидно, что изучение глубинного строения континентальной коры — сложная и многоплановая международная проблема. Она требует объединения усилий специалистов и ученых всех национальных геологических служб мира, состыковки взаимных интересов. Благодаря накопленному различными странами опыту ведения подобных работ, а также происходящему сейчас в мире укреплению контактов между уче-



ными, стало возможным создать единую для земного шара систему исследований глубинных зон Земли, которая поможет решить многие вопросы прикладного и теоретического характера, лучше познать процессы и явления в недрах нашей планеты.

В Министерстве геологии СССР разработан новый проект комплексного исследования недр Земли — программа «Глобус». Она мыслится как международная. По этой программе предлагается пробурить по всему земному шару около 50 глубоких и сверхглубоких скважин (до 15 км глубиной), которые увязали бы в единую систему сеть геофизических профилей первого класса на территории СССР, Европы и Америки. Программа получила название «Глобус» потому, что линии, по которым предполагается вести наблюдения, должны как бы опоясывать весь земной шар.

Программа спланирована так, что протяженные профили должны пересечь крупные зоны с различными свойствами глубинного вещества,

По такой схеме в рамках программы «Глобус» предполагается расположить геофизические профили и сверхглубокие скважины

а глубокие и сверхглубокие скважины предполагается пробурить и на древних щитах Земли — Балтийском, Украинском, Канадском, и в горных областях — на Урале, в Альпах, в Северо-Американских Кордильерах, и в глубинных осадочных прогибах — Прикаспийской впадине, Виллюйской синеклизе, и на побережье Персидского залива, и на океанском дне — в Исландии, на Азорских островах, и в других местах.

Программа «Глобус» обладает огромным научным потенциалом. Она позволит изучить с единой точки зрения строение и развитие земной коры континентов и океанов, «гранитного» и «базальтового» слоев, поможет понять природу сейсмических границ, геотермические режи-

мы нашей планеты. Если удастся создать по этой программе обширную сеть профилей и скважин, она может стать настоящей научной лабораторией в масштабе всей Земли, и в будущем ее можно превратить в постоянный геолого-геофизический полигон для изучения глубинных характеристик недр.

Детальные и всесторонние наблюдения по программе обязательно должны включать изучение магнитных и электрических полей, гравитационных и иных явлений, которые не могут не влиять на среду обитания людей. Так что ученые надеются получить такой разнообразный и богатый научный материал, из которого можно будет извлечь ценнейшую информацию и для экологических исследований.

Новая научная международная программа «Глобус» может стать надежным инструментом, способным открыть новые, еще неизвестные стороны жизни нашей планеты, и помочь в решении вопросов практических — в том числе обеспечения живу-

щих на ней людей минеральных ресурсов.

Работая по программе «Глобус», мировое сообщество ученых получит возможность постоянно следить за всеми процессами в теле Земли, следить непрерывно и сразу во всех регионах планеты. А затем данные эти использовать для прогнозирования поисков и разведки глубоких и сверхглубо-

ких месторождений полезных ископаемых, а также для обоснования системы признаков — предвестников землетрясений, вулканических извержений. Словом, программа дает большую надежду ученым, она сулит в будущем то целостное и всеобъемлющее знание о нашем земном шаре, которого так не хватает сегодня.

По оценке многих совет-

ских и зарубежных ученых, научная программа «Глобус» приобретает сейчас всеобщий характер наряду с вопросами разоружения и экологии. Несомненно, что она станет предметом серьезного обсуждения на XXVIII Международном геологическом конгрессе, который состоится в Вашингтоне летом этого года.

Информация

Кольская сверхглубокая — в книге рекордов Гиннеса

В прошлом году в знаменитую книгу рекордов Гиннеса внесены рекорды, связанные с проникновением человека в недра Земли. Среди них — самая первая сверхглубокая скважина на континентах и самая глубокая в мире — Кольская. Правда, составители книги несколько ошиблись: глубина ее не 13 км, как отмечено, а 12066 м. К концу 1990 года Кольская сверхглубокая должна достигнуть 13500 мм, выход же на про-

ектную глубину 15 км предполагается в 1993 году. В дальнейшем, если возникнет необходимость и позволят горно-геологические условия, бурение скважины будет продолжено.

Надо отметить, что в процессе бурения Кольской сверхглубокой скважины поставлено немало рекордов — достижений мирового уровня. Например, впервые в мире проведена разбурка ствола диаметром 295 мм до глубины 8750 м. На эту глубину впервые в мире спущена и установлена колонна обсадных труб. Впервые долото диаметром 215 мм при реконструкции ствола скважины достигло глубины 11 км.

Когда завершится бурение Кольской сверхглубокой, ее предполагают использовать как специальную глубинную геологическую лабораторию, оснащенную гирляндой разнообразных дат-

чиков, которые будут следить за процессами во всех вскрытых бурением слоях земной коры.

Среди континентальных сверхглубоких скважин планеты (их не так давно начали бурить также в Швеции, ФРГ и США) Кольская сверхглубокая останется рекордной на многие годы, если не навсегда.

Т. Г. РОМАНОВСКАЯ

Информация

Земля устроена сложнее

Кора Марса и Луны составляет около 10 % их массы, а у Земли не превышает и 0,4 %. Чем это объясняется?

Группа американских геофизиков — Д. Андерсон и Т. Даффи из Сейсмической лаборатории Университета штата Калифорнии (Пасадена) и Дж. Басс из Университета штата Иллинойс (Эрбана-Шампейн) проанализировали большой массив данных о прохождении сейсмических волн через твердое тело Земли во время землетрясений (исследования были дополнены лабораторными

работами). Обнаружены породы, аналогичные тем, которые известны на больших глубинах — 400—650 км.

Очевидно, Земля вовсе не является однородным «комком» силикатов с отдельными включениями базальтов, как полагало большинство геологов. Скорее она состоит из резко отличающихся друг от друга слоев. При высоких давлениях, существующих на глубине около 400 км, материал земной коры превращается в майорит, содержащий значительное количество кальция. Коровый материал погружается в недра Земли на границах плит земной коры и опускается намного ниже 650-километровой отметки — до границ между нижней мантией и жидким ядром Земли, то есть до 3 тыс. км.

Однако Д. Андерсон с соавторами утверждают, что материал

коры глубже 650 км опускаться не может, так как плотность нижней мантии слишком велика. Он задерживается в средней мантии, а затем постепенно возвращается на поверхность благодаря конвекции. Достигнув поверхности, он охлаждается и снова погружается в зонах субдукции. Весь цикл занимает сотни миллионов лет. Энергию на этот процесс поставляют реакции распада радиоактивных пород, содержащихся в средней мантии и в земной коре.

Если эти выводы, пока еще непривычные для специалистов, подтвердятся, должны существенно измениться теории, господствующие сейчас в геофизике, геодинамике и сейсмологии.

New Scientist, 1988, 120, 1640

Из новостей зарубежной космонавтики

В рамках базовой программы исследований планет, принятой НАСА на период до 2000 года, выбрана пока только автоматическая межпланетная станция (АМС) для наблюдений Марса — «Марс обсервер».

В качестве второй возможной АМС рассматриваются космический аппарат (КА) для геофизических наблюдений Луны, КА для встречи с астероидом вблизи Земли и КА для аэродинамических наблюдений Марса.

AAS/AJAA Astrodinamic
conference, 1986

На 1998 год Европейское космическое агентство намечает запуск долгодействующей рентгеновской обсерватории с большим светосбором и высоким разрешением. Фокусное расстояние телескопов — 7,5 м, внешний и внутренний радиусы зеркал 350 и 159 мм соответственно, количество пар зеркал (параболическое и гиперболическое) — 58. Материал конструкции зеркал — эпоксидная смола, упроченная углепластиком, покрытая сплавом иридий — золото.

ESA Bulletin, 1988, 55

С марта 1989 по май 1992 США планируют запустить 20 коммерческих ИСЗ своими ракетами-носителями (РН). По оценке министерства транспорта стоимость РН составит примерно 1 млрд. долл., стоимость их пуска и расходы на запуски иностранных ИСЗ — 660 млн. долл. Предполагается использовать 2 РН «Дельта», 5 РН «Дельта-2», 6 РН «Атлас-1», 3 коммерческие РН «Титан-3» и 2 исследовательские ракеты «Терриер» и «Блэк Брандт». Запуски будут производиться в основном с мыса Канаверал.

Air et cosmos, 1988, 26, 1201

В США разрабатывается проект воздушно-космического самолета X-30, его стоимость 3,3 млрд. долл. В конце 1994 года должны начаться полеты прототипа X-30. В рамках проекта рассматриваются проблемы создания двигательной установки, в том числе с использованием ядерного реактора.

Eusion, 1988, 9, 3

В США проводятся исследования по технико-экономическому обоснованию строительства космодрома на Гавайских островах для запуска коммерческих ИСЗ. В числе изучаемых вопросов: влияние на экономику штата, вопросы расселения местных жителей, воздействие на установленные на горе Мауна Кеа телескопы, экологические вопросы.

Science news, 1988, 133, 13

Самый распространенный вид спутников — связные ИСЗ. Всего запущено почти 300 таких ИСЗ. На стационарных орбитах находится 76 % связных ИСЗ, 2 % — исследовательских, 5 % — метеорологических и 13 % — для дистанционного зондирования Земли.

Спутниками связи пользуются около 190 государств. Всего существует более 600 крупных стационарных наземных станций (НС), свыше 7 тыс. мобильных НС потребителей и 1 млн. малых приемных установок.

Funkamateur, 1988, 37, 8

По прогнозу канадского астронома С. Берга, каждые 10 лет количество осколков в околоземном космическом пространстве удваивается, что значительно увеличивает риск серьезных повреждений ИСЗ и скафандров при выходах в открытый космос. В США ведется отслеживание около 6 тыс. крупных космических тел, из которых лишь 5 % — действующие ИСЗ. Число мелких, неотслеживаемых РЛС осколков размерами с почтовую марку и меньше достигает 60 тыс., а их скорость порядка 30 тыс. км/ч. Возрастает также опасность столкновений между ИСЗ, число которых каждые 10 лет учетверяется.

New Science, 1988, 119

Радиошкола: статистика пилотируемых полетов

В VI туре конкурса «Вперед, на Марс!» (Земля и Вселенная, 1989, № 1, с. 75.— *Ред.*) слушателям Всесоюзной радиошколы «Юный космонавт» при МАИ им. С. Орджоникидзе был задан вопрос: «Сколько космонавтов и астронавтов и из скольких стран стартовали в космос?».

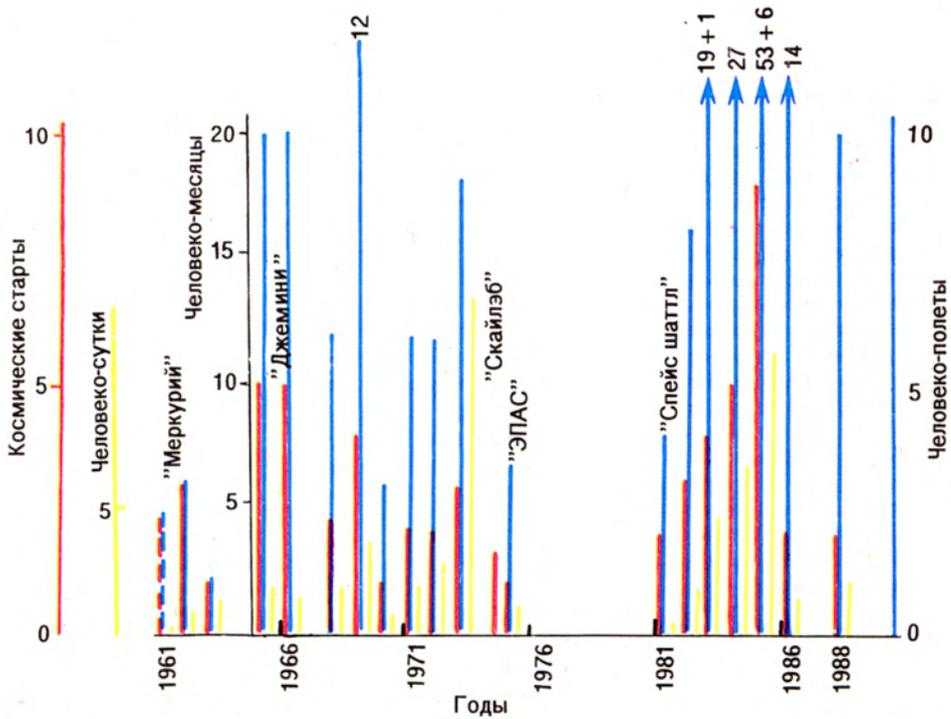
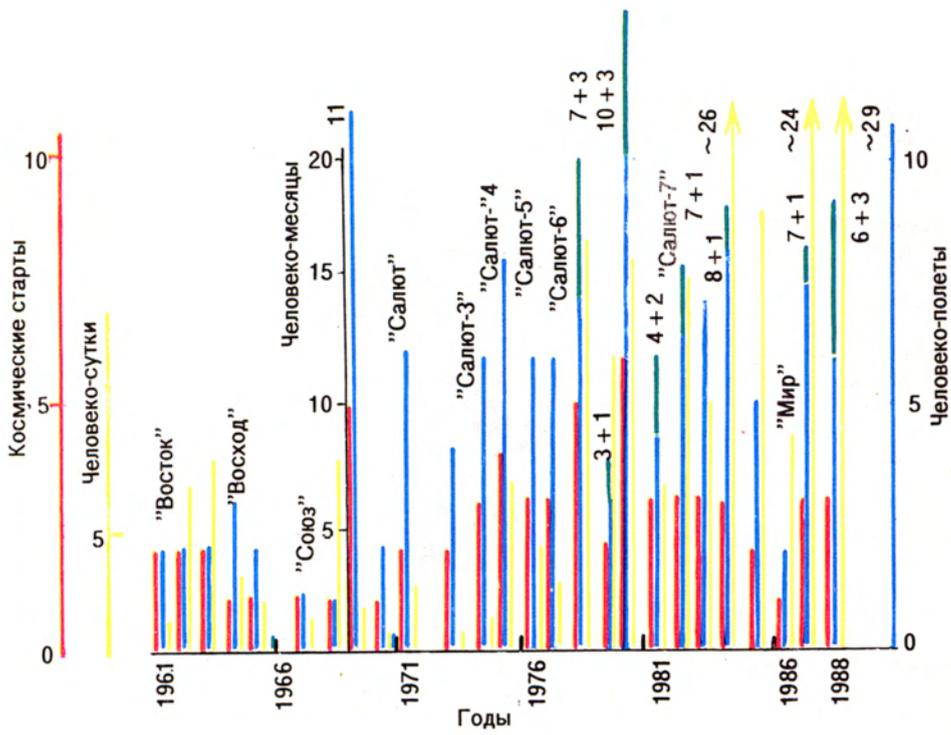
На 1 января 1989 года в космос стартовали 211 человек, в том числе 11 женщин. На космических кораблях СССР летали 81 космонавт, среди которых 14 иностранцев из 13 стран, а на кораблях США — 130 астронавтов (8 иностранцев из 6 стран). Кроме СССР и США, еще три страны имеют по несколько человек, побывавших в космосе: ФРГ — три астронавта, Франция — один космонавт, летавший дважды, и один астронавт, Болгария — два космонавта. Всего же люди из 20 стран видели нашу планету в иллюминатор космического корабля.

Многие космонавты и астронавты побывали в космосе неоднократно. Рекордсмены здесь — Дж. Янг, совершивший 6 полетов и В. Джанибеков — 5 полетов.

За годы космической эры в космос стартовали 125 пилотируемых кораблей, включая три аварийных старта (без учета суборбитальных полетов американцев в 1961 году): из них 67 советских и 58 американских. А общее число человеко-полетов составило 356.

Ежегодная статистика пилотируемых полетов на советских космических кораблях (верхний график) и на американских космических кораблях (нижний). Количество космических стартов — красный цвет. Человеко-полеты — синий. Налет в человеко-сутках (человеко-месяцах) — желтый

Г. А. ПОЛТАВЕЦ
Ведущий Всесоюзной
радиошколы,
профессор



Береговая зона Мирового океана

П. А. КАПЛИН

Доктор географических наук

БЕРЕГОВАЯ ЛИНИЯ ОТСТУПАЕТ

Побережья — весьма динамичная природная зона. Здесь постоянно преобразуются формы рельефа, береговая линия может за каких-нибудь несколько лет выдвинуться в океан или, напротив, сильно отступить, и тогда будут размыты и снесены в море многие гектары земли, хозяйственные и жилые сооружения, дороги. Активный размыв берегов, а следовательно, отступление береговой линии даже на тех участках, где раньше она выдвигалась в море, стали одной из самых значительных глобальных тенденций в настоящее время. За несколько последних десятилетий она охватила многие прибрежные районы Мирового океана.

Еще в 1972 году на эту тенденцию обратила внимание Комиссия по береговому обстановкам Международного географического союза, которая тогда предприняла специальные исследования. За полтора десятка лет удалось собрать обширный материал, подтвердивший, что, действительно, усиливается процесс размыва и отступления береговой линии, и прежде всего на аккумулятивных, то есть ранее нараставших, берегах. По данным Комиссии, более 70 % аккумулятивных берегов отступает в сторону суши больше чем на 10 см в год, а около 20 % песчано-галечных берегов — больше чем на 1 м в год.

Атлантическое побережье США, окаймленное огром-



Пожалуй, нет на Земле других столь же притягательных для человека мест, недаром треть населения земного шара живет на морских и океанских побережьях. Береговая зона удобна для прокладки дорог, строительства опреснительных сооружений, атомных и тепловых электростанций, она используется под сельскохозяйственные угодья, для развития ма-рикультуры, имеет огромное рекреационное значение. В береговой зоне, наконец, сосредоточены немалые запасы полезных ископаемых — россыпные месторождения, стройматериалы, нефть. Но вмешательство человека в природу береговой зоны, к сожалению, нарушает в ней естественное равновесие — начался грандиозный процесс размыва берегов.

ными песчано-галечными барьерными пересыпями, отступает в целом со скоростью 80 см в год, в Мексиканском заливе скорость отступления берега в среднем 1,2 м в год, тихоокеанского побережья, где на многих участках к океану выходят склоны, сложенные трудно размываемыми скальными породами, — всего 0,5 см в год. В отдельных же районах размыв берега достигает катастрофических размеров. На мысе Шоалуотер (тихоокеанское побережье США), например, ежегодно исчезает 30-метровая полоса суши, а побережье штата Луизиана с 1970 года сократилось на 300 квадратных миль. Общие убытки из-за размыва на атлантическом побережье США достигают 3 млрд. долл. в год.

Береговая линия интенсивно отступает в Аргентине (от 0,5 до 5 м/год), почти повсеместно в Голландии, Польше, размывы преобладают в береговой зоне Австралии и многих других стран. Есть, конечно, на всех континентах и участки нарастания или стабильного состояния берега, но они чаще всего приурочены к устьям рек, где скапливаются речные наносы, или к участкам, сложенным прочными породами.

В береговой зоне нашей страны положение тоже неблагоприятное. На Балтике, в пределах Калининградской области, из побережья длиной 155 км интенсивному разрушению подвержена половина берега. Темп отступления береговой линии

здесь достигает полутора метров в год. Особую тревогу вызывает сохранность **Куршской косы** — государственного заповедника с неповторимыми ландшафтами, редкой фауной и флорой. Берег косы размывается, сужаясь на несколько метров каждый год. В результате существует постоянная угроза, что при штормах морская вода прорвется через косу и превратит ее в остров — с тяжелыми последствиями и для самой косы, и для находящегося под ее защитой Куршского залива, этого уникального нерестилища ценных пород рыб. Особенно пострадала Куршская коса во время жесточайшего шторма в 1983 году, когда уровень Балтийского моря из-за нагона воды временно поднялся на два метра. Общий материальный ущерб от разрушения побережья составил тогда несколько миллионов рублей.

Под угрозой сильного размыва находятся на Балтийском побережье еще немало участков, например берег в районе Сестрорецка. Угроза возникла в связи со строительством Ленинградской дамбы — с внешней стороны этого гидротехнического сооружения сильно изменился режим береговой зоны.

Значительно разрушаются берега в **Черноморско-азовском регионе**. На крымском побережье протяженностью 705 км активно размывается 570, а из них 71 км берега еще совсем недавно имел относительно устойчивые аккумулятивные формы. А вот цифры для азовского побережья Украины: общая протяженность берега 824 км, активно разрушается 484 км, из них 155 км — аккумулятивные формы. Разрушение берегов в Приазовье, да и во многих других районах, вызвано бесконтрольной застройкой,

разработкой карьеров в самых опасных, динамически активных зонах, а кроме того безграмотным, научно необоснованным строительством берегозащитных сооружений. Один из печальных примеров — **коса Кривая** в Донецкой области на Азове, где из-за неграмотной защиты курортной застройки на шестикилометровом участке полностью размывы пляжи, имевшие до основания косы ширину 30—40 м. Восстановительные работы оцениваются в несколько миллионов рублей.

В аварийном состоянии во многих местах Краснодарского края **побережье Черного моря**. В районе Адлера берег за последнее десятилетие отступил на 15—20 м, так что между Туапсе и Сочи под постоянной угрозой смыва находится 100-километровый участок железной дороги.

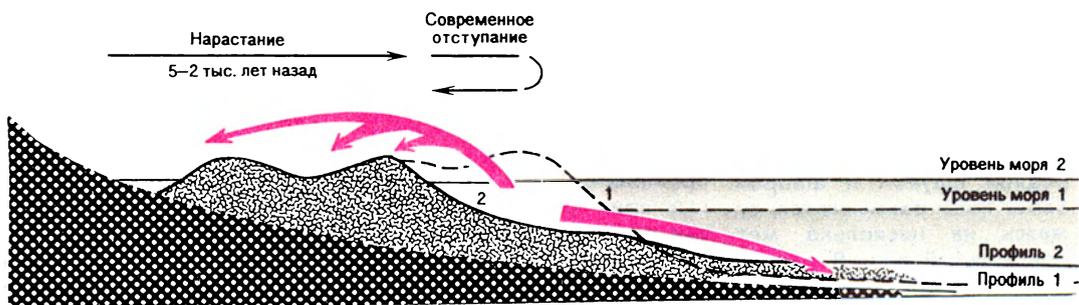
ЗАКОНОМЕРНАЯ СТАДИЯ ПРИРОДНОГО ПРОЦЕССА

Для формирования рельефа и отложений современной береговой зоны решающее значение имело **поднятие** — более чем на 100 м — **уровня Мирового океана**. Причина поднятия — таяние материковых ледниковых щитов, которые покрывали Северную Евразию и Северную Америку 17—15 тыс. лет назад. Происходило это довольно быстро — уровень океана поднимался на 9 м каждую тысячу лет. Однако 5—6 тыс. лет назад трансгрессия замедлилась, уровень стал подниматься уже со скоростью около 4—1 м за тысячелетие и происходило это в пределах современной береговой зоны, то есть в диапазоне от —6 до +3 м, считая от современного нуля глубин.

В начальный этап замедления в зону воздействия волн попали прибрежные

равнины, сложенные рыхлыми породами. Волны интенсивно перерабатывали рельеф и отложения равнин, формируя профили природных береговых склонов: при сортировке обломочного материала песок и галька попадали на сушу и здесь создавались береговые аккумулятивные формы различного типа. Именно в этот период образовались пересыпи, косы и барьерные острова на атлантическом побережье США, на Сахалине, Чукотке, в Мексике, сложные аккумулятивные формы и террасы аргентинского побережья, Западной Африки, донные массивы Восточной Австралии, Северного и Балтийского морей. Определение абсолютного возраста этих образований достоверно подтверждает, что они были сформированы 5—2 тыс. лет назад, то есть в начальный этап замедления трансгрессии.

Все это своеобразие береговой зоны на таких больших протяжениях сформировали морские волны, взаимодействующие с сушей. Важную роль в подобном процессе играют **уклоны подводной части берега** и **количество обломочного материала** — песка, гальки, перемещаемых волнами. Это и определяет, будет ли береговая зона развиваться по **абразионному или аккумулятивному циклу**, то есть будет ли берег разрушаться или, наоборот, намываться. Аккумулятивный цикл приурочен к берегам с отлогом подводным склоном и большим количеством наносов. В таких местах волны намывают пляжи, косы, пересыпи, могут постепенно создавать обширные аккумулятивные равнины, способные устоять под любым натиском волн. При малом же количестве наносов пляжи эфемерны, узки, и во время сильных штормов песок и галька волны могут



полностью унести на дно или на соседние участки берега.

Во многих районах 5—2 тыс. лет назад волны начали взаимодействовать с суши с небольшими уклонами поверхности и большими запасами обломочного материала. И берега нарастают за счет выбросов песка и гальки с мелководьев. Однако скорость подъема уровня океана в последнее столетие резко замедлилась, а запасы обломочного материала на дне истощились. Для настоящего времени характерен дефицит наносов на подводном склоне у крупных аккумулятивных образований. Долгое время наносы поступали со дна вверх по склону и в конце концов обеднили материнский субстрат поверхностных осадков шельфа. Оставшиеся на дне осадки пришли в динамическое равновесие с условиями волнения и уже не стали поступать на строительство аккумулятивного берега. Если при дефиците наносов уровень медленно поднимается (а такое поднятие со скоростью 1,5 мм/год, по футшточным данным, в настоящее время действительно идет на многих побережьях), то в зону действия волн попадает обращенный к морю склон аккумулятивных форм и он активно размывается. При этом какая-то часть материалов с мористого склона перебрасывается на обращенный к суше, или на дюны, другая — уходит на подвод-

Схема, иллюстрирующая развитие аккумулятивного берега в условиях подъема уровня Мирового океана. Стелки указывают, куда перемещается обломочный материал с размываемой аккумулятивной формы. Пунктиром обозначен профиль береговой зоны, соответствующий уровню моря 1. Сплошная линия — профиль 2

ный склон, компенсируя увеличение глубин при поднятии уровня. В результате всего этого перераспределения аккумулятивная форма может двигаться в сторону суши, наползать на равнину или на дно расположенной за ней лагуны, а следовательно, будет наблюдаться общее отступление береговой линии.

В последние столетия резко сократилось поступление наносов из устьев рек, которые служат главным поставщиком обломочного материала в береговую зону. Последняя ледниковая трансгрессия привела к тому, что многие реки в устьях были подтоплены, а это, в свою очередь, вызвало ослабление эрозии и уменьшение сноса рыхлого материала в областях водосборов. Кроме того, в результате подтапливания образовались многочисленные лиманы, эстуарии, куда сгружаются речные наносы. Образовавшиеся в свое время аккумулятивные формы отчленили на многих побережьях лиманы, бухты и заливы, превратили их в ла-

гуны. Обломочный материал из рек, со склонов, окружающих эти водоемы, уже не попадает в береговую зону океана, он безвозвратно теряется в замкнутых и полузамкнутых акваториях.

И все же в природной обстановке, сложившейся теперь в береговой зоне Мирового океана, даже при дефиците наносов аккумулятивные берега смогли бы существовать, пусть и в неустойчивом равновесии, локально размываясь, а кое-где и нарастая. Смогли бы, если бы не вмешательство человека.

ПРИРОДНОЕ РАВНОВЕСИЕ НАРУШАЕТСЯ

В конце XIX столетия началось бурное освоение прибрежных зон: закладываются морские порты, различными инженерными сооружениями укрепляются берега, строятся набережные, водосбросы и водозаборы. И, к сожалению, в большинстве случаев техногенное вмешательство происходит без учета сложившихся природных условий.

Самый примитивный вид подобного вмешательства — **изъятие из береговой зоны песка и гальки для нужд строительства**. В недавнем прошлом на многих побережьях оно имело массовый характер, ведь намного проще взять строительный материал прямо с пляжа, чем устраивать специальные карьеры. На одном только черноморском побережье

Грузии на строительство городов, курортов, дорог в 1940—1970 годах с пляжей и дельтовых участков рек было изъято 30 млн. м³ песка и гальки, что, конечно, не могло не сказаться на напряженном бюджете наносов береговой зоны.

Очень вредит береговой зоне строительство выдвинутых в море молов и других портовых сооружений. Они затрудняют миграции обломочного материала вдоль берега, нарушают целостность природных береговых систем, вызывают локальные, но весьма сильные размывы. Так, после строительства Потийского морского порта на Кавказском побережье южнее порта довольно быстро была размывта полоса суши шириной 900 м. Заметное влияние оказывает деятельность человека на количество выноса твердого речного стока (его полная величина в береговой зоне Мирового океана близка к 200 млрд. т/год). Не менее 15 % твердого стока — галька, гравий и песок — расходуется на аккумуляцию в береговой зоне. Однако в последние десятилетия из-за строительства плотин гидроэлектростанций резко упал приток обломочного материала по долинам в береговую зону. Например, после строительства Асуанской плотины дельта Нила из-за дефицита наносов стала размываться со скоростью 40 м/год (!).

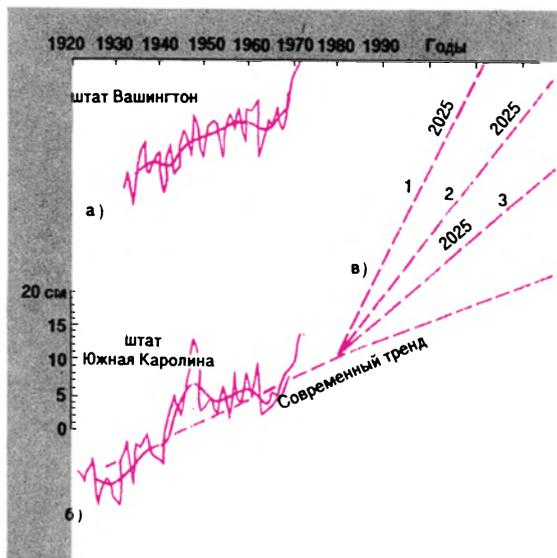
Согласно прогнозам, к 2000 году речной сток сократится на 50 процентов, соответственно на столько же станет меньше и твердый сток. А с уменьшением притока в береговую зону обломочного материала будет увеличиваться размыв аккумулятивных форм, питающихся речными наносами.

Ожидается, что в ближайшем будущем тенденция глобального разрушения берегов усилится. Во-первых,

потому, что возникают темпы освоения побережий, кроме того, начинают осваиваться и те из них, которые раньше не испытывали техногенной нагрузки, например береговая зона развивающихся стран, Северного Ледовитого океана. Во-вторых, продолжает повышаться уровень Мирового океана, а это при дефиците наносов в береговой зоне будет обязательно способствовать размыву аккумулятивных форм.

Скорость подъема уровня океана, согласно прогнозу многих авторитетных исследователей, в ближайшие годы может резко возрасти. Повышение связывают с накоплением в атмосфере углекислого газа и некоторых других газов, выбрасываемых при хозяйственной деятельности и создающих «парниковый эффект» земной атмосферы. По данным Национальной академии наук США, к 2100 году ожидается удвоение, а по некоторым расчетам — утроение в атмосфере количества этих газов, что приведет к потеплению поверхности планеты на 1,5—4,5 °С. Потепление климата повлечет за собой тепловое расширение океана, таяние

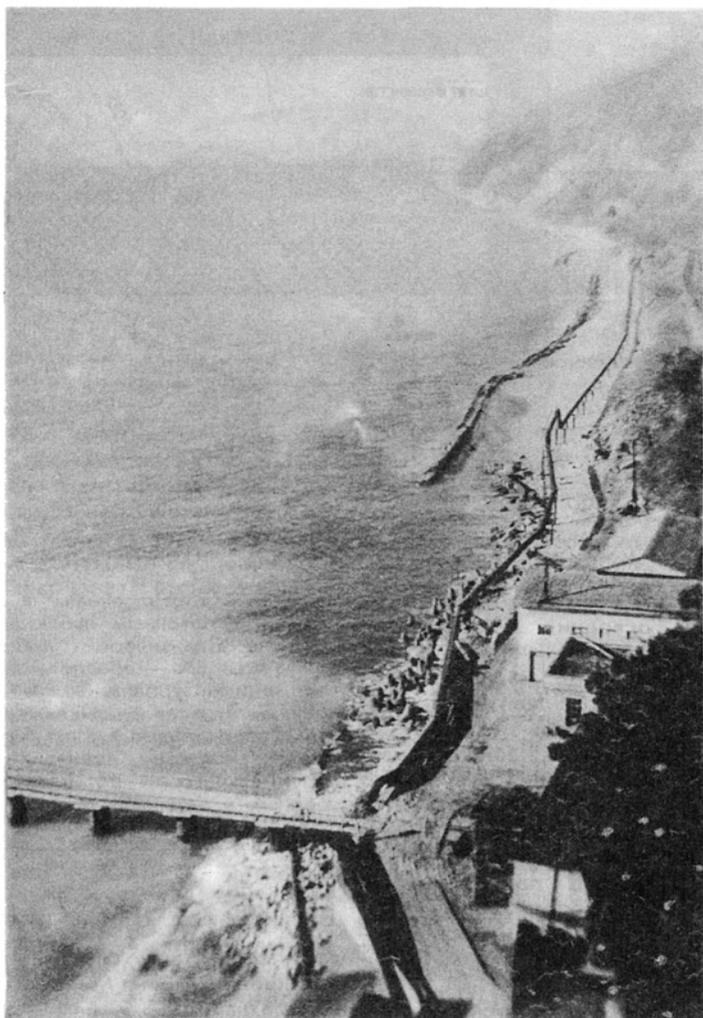
Изменение уровня океана: а и б — по футшточным наблюдениям на атлантическом побережье США; в — предполагаемый подъем уровня океана в результате потепления климата к 2025 году (кривые 1, 2 и 3 рассчитаны по трем сценариям: максимального потепления, среднего и минимального)



ледников и, как следствие, повышение уровня Мирового океана на 1,5—3,5 м.

Такое повышение уровня через сотню с небольшим лет (эффект прогрессирующего подъема уровня скажется намного раньше) можно расценивать как глобальную катастрофу, ибо будут затоплены огромные густонаселенные прибрежные территории и многие крупные портовые города. Наряду с потеплением «парниковый эффект» приведет к разрастанию облачности, усилятся процессы циркуляции атмосферы, участятся морские штормы и разрушительные тайфуны.

Как видим, прогноз развития береговой зоны Мирового океана весьма неутешительный. Но даже если кли-



мат и не потеплеет (на этот счет среди ученых нет полного единства), размыв берегов в ближайшие годы все равно повсеместно будет усиливаться.

ЗАЩИТА БЕРЕГОВ

В мировой практике защиты берегов от размыва приоритет отдается различного типа **гидротехническим сооружениям**. Одним из распространеннейших и, казалось бы, самых простых средств защиты считаются волноотбойные стенки, которые строятся вдоль береговых откосов. Однако волны довольно быстро подмывают

Северная окраина города Гагры 1 февраля 1982 года. Строительство бетонных берегоукрепительных сооружений привело к размыву на смежном участке

подножья у таких стенок, и тогда разрушение берега идет уже гораздо быстрее. Эффективнее действуют **буны** — железобетонные сооружения, воздвигаемые под некоторым углом к береговой линии. Буны, а также волноломы, искусственные подводные гряды, ориентированные вдоль берега, защищают участок берега не-

посредственно в месте их постройки. Однако из-за присутствия бун или волноломов чаще всего усиливается размыв берега на соседних участках. Кроме того, как и волноотбойные стенки, буны и волноломы могут во время штормов подмываться и потому недолговечны. Дело в том, что в условиях дефицита наносов при волновом воздействии размывается подводный склон: в районе города Потти, например, морское дно перед построенным гидротехническим сооружением углубилось на 2—3 м. Увеличение уклонов подводного берега вызывает резкое возрастание волнового воздействия и деформация или разрушение берегоукрепительных сооружений в таких случаях происходит внезапно даже при волнах средней силы. Вообще опыт показывает, что «латание» берега на отдельных участках не спасает положения.

Это, конечно, не означает, что гидротехнические сооружения вовсе не нужны. Успехи морской гидротехники несомненны, и инженеры-гидротехники предложили для защиты берегов немало замечательных конструкций. Но к сожалению, огромные возможности технического решения вопросов берегозащиты породили иллюзию, будто с природными процессами можно не считаться, можно подавить их бетоном и железом.

Строительство сооружений, укрепляющих берег, должно вписываться в рамки общих мероприятий по охране и рациональному использованию побережий. Цель таких мероприятий — свести к минимуму нарушения природных связей и, напротив, максимально используя физико-географические условия, «помочь» берегам в их самозащите.

Сейчас возникла настоятельная необходимость соз-

дать и реализовать модели управления природным процессом береговой зоны. Одна из таких моделей предусматривает искусственное регулирование природной и расходной частей бюджета наносов береговых систем.

Лучшее средство защиты побережья от штормовых волн — широкий пляж, на котором гасится их энергия. Все больше и больше специалистов приходят к выводу, что необходимо восстанавливать размываемые и создавать новые искусственные пляжи. В зависимости от конкретных условий работы могут производиться по-разному: либо материал сгружается самосвалами в одну точку пляжа, а затем распределяется самостоятельно, мигрируя вдоль берега, либо он сгружается баржами на дно и волнами выбрасывается к урезу, формируя пляж, либо рефулируется по трубопроводам от устьев рек на размываемый участок. Такая работа в широких масштабах проводится теперь на побережье Грузинской ССР. Здесь регулярно, с учетом природных условий, отсыпаются в береговую зону гравий и галька, добытые из карьеров на суше. Так, на пляж в районе Гагра — Пицунда в 1982 году было завезено 510 тыс. м³ обломочного материала. Сформировавшийся пляж теперь не только защитил аварийные участки, но и резко улучшил состояние всего 22-километрового берега.

Еще недавно из 312 км общей протяженности берегов Грузии 220 км подвергались разрушению, скорость размыва на отдельных участках была огромной — 16 м/год. Парадоксально, но факт: самое худшее положение было именно на тех участках, где берега в прошлом укреплялись традиционными гидротехническими сооружениями. Специально со-



Тот же участок в 1983 году после отсыпки песчано-галечного материала и осенне-зимних штормов сезона 1982/83 годов, переместивших наносы к югу

зданному республиканскому научно - производственному объединению «Грузморберегозащита» удалось за пять лет резко улучшить состояние береговой зоны республики. Сейчас на всем побережье Грузии не осталось участков, где берега сильно размываются. Очевидные успехи берегозащиты в Грузинской ССР обу-

словлены тем, что в основу работы здесь положен принцип управления береговыми процессами. Учитываются все особенности природных систем при бережном отношении к их естественным связям.

Конечно, в других физико-географических и геологических условиях потребуются, по-видимому, совершенно иные подходы к проблемам защиты берегов. Поэтому так необходимо развивать и поддерживать научное направление, изучающее морские берега.

На орбите — комплекс «Мир»

Продолжаем рассказ о работе на борту орбитального комплекса «Мир» экипажа космонавтов в составе: А. Волков, Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР (командир корабля); С. Крикалев (бортинженер) и В. Поляков (врач-исследователь).

В последнюю неделю февраля экипаж выполнял работы по программе геофизических исследований. Производилась съемка различных регионов нашей страны (отдельные районы Украины, Центральной Черноземья, республик Средней Азии). Была проведена серия экспериментов по определению структуры и оптических характеристик атмосферы с использованием электронного фотометра ЭФО-1.

3 марта в 4 часа 46 минут по московскому времени произошло отделение корабля «Прогресс-40» от орбитального комплекса. После расстыковки был проведен эксперимент по развевыванию в открытом космосе двух многозвенных конструкций, находившихся в сложенном виде на поверхности «Прогресса-40». 5 марта в 4 часа 08 минут «Прогресс-40» по команде Центра Управления перешел в режим спуска, вошел в плотные слои атмосферы и прекратил существование.

Много времени экипаж уделял программе по внеатмосферной астрономии: 6 марта на обсерватории «Рентген» объектом наблюдения стала двойная система в Малом Магеллановом Облаке. С помощью телескопа «Глазар» продолжалось картографирование небесной сферы в ультрафиолетовой части спектра. Проводились съемки некоторых районов созвездия Центавра.

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

10 марта по программе международного проекта «Рентген» проведено несколько сеансов наблюдений рентгеновского источника Скорпион X-1, 14 марта — пульсара Геркулес X-1. С помощью телескопа «Глазар» проводились съемки небесной сферы в созвездии Южного Креста, 13 марта — в созвездии Волосы Вероники.

Значительное место занимали астрофизические исследования с использованием научной аппаратуры специализированного модуля «Квант».

16 марта на обсерватории «Рентген» начат 4-дневный цикл исследований, целью которых является картографирование центральной области нашей галактики в рентгеновском диапазоне. Были продолжены измерения потоков элементарных зараженных частиц высоких энергий с использованием магнитного спектрометра «Мария».

16 марта в 21 час 54 минуты по московскому времени осуществлен запуск автоматического грузового корабля «Прогресс-41». 18 марта в 23 часа 51 минуту осуществлена стыковка грузового корабля «Прогресс-41» с комплексом «Мир». Грузовой корабль пристыкован со стороны модуля «Квант». На «Мир» доставлены топливо для объединенной двигательной установки станции, продукты, вода, оборудование и аппаратура, а также почта.

21 марта телескопы обсерватории «Рентген» вновь были направлены на центр нашей галактики. Продолжалось изучение земной атмосферы с помощью аппаратуры «Спектр-256».

24 марта начались ежедневные эксперименты по оценке динамики уровня космического излучения в околосолнечном пространстве в зависимости от солнечной активности. Эти исследования выполняются с использованием аппаратуры «Цирцея», созданной французскими специалистами.

4 апреля. Проведена серия экспериментов «Диаграмма» для определения физических характеристик атмосферы

вблизи комплекса и оценки его аэродинамического сопротивления.

В последующие дни экипаж продолжал астрофизические и медицинские исследования, регламентно-профилактическое обслуживание и контрольные проверки бортовых систем. В соответствии с планом подготовки к возвращению на Землю космонавты приступили к консервации бортовых систем станции, а также начали тренировки с использованием пневмовакuumного костюма «Чибис».

27 апреля 1989 года в 6 часов 58 минут московского времени после завершения запланированных работ на борту научно-исследовательского комплекса «Мир» космонавты Александр Волков, Сергей Крикалев и Валерий Поляков на спускаемом аппарате корабля «Союз ТМ-7» совершили посадку в заданном районе в 140 км северо-восточнее Джезказгана. Сразу после возвращения на Землю космонавты были доставлены в Звездный городок.

Указами Президиума Верховного Совета СССР за успешное осуществление космического полета и проявленные при этом мужество и героизм звание Героя Советского Союза с вручением ордена Ленина и медали «Золотая Звезда», а также звание «Летчик-космонавт СССР» присвоено С. К. Крикалеву и В. В. Полякову. Орденом Октябрьской Революции награжден летчик-космонавт СССР Герой Советского Союза А. А. Волков.

Продолжение следует
По материалам ТАСС

Карты планеты Венера

О. Н. РЖИГА
доктор физико-математических наук
ИРЭ АН СССР

Ю. С. ТЮФЛИН
доктор технических наук
ЦНИИГАиК

В 1983—84 годах советские автоматические станции «Венера-15,-16» впервые получили радиолокационные изображения приполярной области «утренней звезды» с пространственным разрешением 1—2 км (Земля и Вселенная, 1984, № 1, с. 2.—Ред.). Площадь отснятой территории простирается от северного полюса Венеры до широты 30° и равняется 115 млн. км². Объем карт — 27 листов.

Исходным материалом при построении фотопланов¹ служили **полосы радиолокационного изображения**, полученные в результате обработки отраженных от поверхности Венеры сигналов радиолокационной станции бокового обзора при ежедневной съемке. Эти изображения с помощью ЭВМ перестраивались в определенную картографическую проекцию и ими заполнялась плоскость фотоплана. Базой при построении изображений служила орбита космического аппарата, параметры которой уточнялись в Институте прикладной математики АН СССР. При

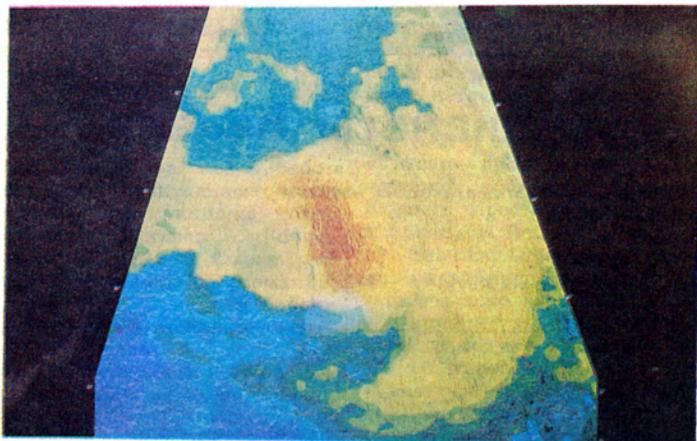


В 1987 году в Институте радиотехники и электроники АН СССР (ИРЭ) совместно с Центральным научно-исследовательским институтом геодезии, аэрофотосъемки и картографии (ЦНИИГАиК) было завершено построение фотопланов и гипсометрических карт поверхности Венеры по данным радиолокационной съемки, осуществленной космическими аппаратами «Венера-15» и «Венера-16». В 1988 году они были изданы Главным управлением геодезии и картографии.

совмещении полос радиолокационного изображения осуществлялось выравнивание их яркости, что обеспечило одинаковую контрастность деталей поверхности в районах с высокой и низкой отражательной способностью.

Наиболее трудоемким оказалось построение листа фотоплана, охватывающего область поверхности Венеры от северного полюса до широты 80°. Эта область совершенно недоступна для наблюдений с Земли. И если о более южных районах имелись некоторые сведения, полученные при радиолокации в Ионосферной обсерватории в Аресибо (Пуэрто-Рико), а также с помощью радиовысотомера орбитального аппарата «Пионер-Венера», то полярная область до полета космических аппаратов «Венера-15, -16» оставалась белым пятном. Построение этого листа фотоплана, по сравнению с остальными 26, было связано с дополнительными трудностями. Одна из них возникла в связи с тем, что при выбранной орбите космических аппаратов область полюса оказалась слева по движению от плоскости орбиты, в то время как обычно полоса съемки проходила справа от нее. Чтобы снять околополярную область, на протяжении четырех месяцев с интервалом в 10 дней проводились сеансы съемки, в ко-

¹ Фотоплан — группа аэрокосмических снимков, приведенных к одному масштабу, исправленных за углы наклона и смонтированных на общей основе. Дает точное плановое изображение местности.



Гипсометрическая карта гор Максвелла. Вершины гор показаны красным цветом. Высота — 11,5 км



Кратер Клеопатра в горах Максвелла (фотоплан). Диаметр кратера — 104 км

торых аппарат разворачивался вокруг горизонтальной оси таким образом, что антенна радиолокационной станции бокового обзора была направлена влево от плоскости орбиты. За четыре

месяца Венера повернулась под орбитой станций на 180° и вся околополярная область оказалась закрытой полосами съемки.

Центральная часть листа фотоплана — от северного полюса Венеры до широты 86° — была построена отдельно по данным съемки тех сеансов, где антенна была направлена влево от плоскости орбиты, а затем объединена с фотопланом, составленным по данным съемки справа от нее.

Другая трудность состояла в том, что полосы съемки сходятся к полюсу, и при их наложении уменьшается контрастность, в связи с тем, что один и тот же элемент рельефа оказывается освещенным радиоволнами с разных сторон. Была разработана новая методика построения фотоплана (сплошного изображения), состоявшая в том, что соседние полосы пристыковываются, а не накладываются, как обычно делалось, друг на друга. Сначала при этом в нужную проекцию перестраивается первая полоса. Затем к ней прикладывается вторая полоса, перестроенная в ту же проекцию, причем ее данные заполняют только ту часть поля фотоплана, которая не занята первой полосой. Данные следующих полос наносятся аналогично только на

свободную часть поля.

Для построения гипсометрических карт² использовались измерения высотного рельефа поверхности Венеры по трассам полета космических аппаратов, полученные в результате обработки отраженных сигналов, радиовысотомера. Между трассами, где измерения отсутствуют, данные интерполировались.

Ход горизонталей, проведенных через 500 м, показывает, что полярная область Венеры имеет сравнительно ровный рельеф. Район, непосредственно окружающий северный полюс до широты $87,5^\circ$, при выбранном наклонении плоскости орбит космических аппаратов не мог быть снят.

При построении гипсометрической карты возникли сложности, связанные с тем, что и после уточнения параметров орбиты положение космического аппарата было известно с погрешностью в несколько сотен метров. И хотя эта погрешность мала по сравнению с размером орбиты (ее большая ось составляла 79 тыс. км), она проявилась в регулярном смещении горизонталей на карте от трассы к трассе, что искажало рельеф. Поэтому, прежде чем строить карту, пришлось взаимно уравнять орбиты, используя то, что соседние трассы пересекаются в полярной области, где измерения с обеих орбит должны были давать одинаковые высоты рельефа.

Детализация высотного рельефа поверхности изображения Венеры была выполнена **стереоскопическим методом** в области перекрытия

² Гипсометрические карты — геометрически точное изображение рельефа с помощью горизонталей и раскраски (по определенной цветовой шкале) высотных ступеней.

полос в ЦНИИГАиКе. Из-за небольшой величины угла засечки стереоэффект невелик, но все же достаточен для выделения положительных и отрицательных форм рельефа.

Разрешающая способность полученных радиолокационных изображений (1—2 км) соответствует масштабу карт 1:5 000 000. В зависимости от широтного расположения районов для создания карт Венеры были использованы различные картографические проекции. Например, в поясах широт 20—40°, 40—60°, 60—80° применялась нормальная равноугольная коническая проекция Ламберта-Гаусса, а в поясе широт 80—90° — нормальная азимутальная равноугольная проекция (стереографическая). Достоинство этих проекций в том, что часто встречающиеся на поверхности Венеры круглые образования, такие как кратеры и овиды, при отображении в этих проекциях сохраняют свою форму. Искажение линейных расстояний на листах карты не превышает 0,1 %.

Протяженность листов карты по долоте в поясе широт 20—40° составляет 30°, 40—60°—45°, 60—80°—60°. Размеры листов карты выбраны исходя из удобства пользования — около 42 см



по высоте и 42—72 см по ширине.

Названия на фотокартах в соответствии с рекомендациями Международного астрономического союза подготовлены в Институте геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского АН СССР.

В подготовке и издании листов фотокарты планеты Венера принимали участие ЦНИИГАиК, предприятие № 7 и фабрика № 10 ГУГК СССР, ПКО «Картография». Тираж карт Венеры 2 тыс. экз. Закрытая сплошным об-

Центр обработки информации радиолокационной съемки Венеры в ИРЭ АН СССР

лачным слоем Венера стала доступной геологическому изучению подобно Луне, Марсу и Меркурию. Это выдающееся достижение советской науки стало результатом творческого сотрудничества научных учреждений и предприятий промышленности, участвовавших в радиолокационном картографировании Венеры.

Информация

Продолжительность суток растет

Группа астрономов и востоковедов из Лаборатории реактивного движения в Пасадене (штат Калифорния, США), Калифорнийского университета (Лос-Анджелес, США) и Даремского университета (Англия) изучила древнекитайские хроники, содержащие сообщения о солнечных затмениях в отдаленном прошлом. Документы, повествующие о затмениях 532, 899 и 1876 годов до н. э., хранятся ныне в архи-

вах Пекинской обсерватории.

Анализ этих свидетельств показал, что продолжительность суток сейчас на семь сотых секунды больше, чем было около 4 тыс. лет назад. Это — следствие постоянного замедления вращения Земли вокруг своей оси. Ранее на такой процесс указывали сведения, почерпнутые из вавилонских и древнеарабских источников, но они охватывали лишь период примерно до 700 года до н. э.

Изучение ритуальных надписей на костях представителей династии Шань, правивших в Китае между 2400 и 1200 годами до н. э., позволяет судить о времени лунных затмений в тот

период. Они также свидетельствуют о правильности точной датировки астрономических событий 899 и 1876 годов до н. э., по которым сделан вывод о росте продолжительности суток с того времени.

С этим процессом связано и постепенное удаление Луны от Земли. Астрономы считают, что 4 млрд. лет назад расстояние от нашей планеты до ее естественного спутника составляло лишь одну треть нынешнего. Продолжительность суток в тот период не превышала восьми часов.

New Scientist, 1988, 120, 1638, 33



Рентген для Вселенной

Ю. И. ЗАЙЦЕВ

Институт космических исследований
АН СССР



Исследования космических источников в рентгеновском диапазоне начались с выводом астрономических инструментов за пределы земной атмосферы, которая непрозрачна для этого диапазона электромагнитного излучения. Основная задача рентгеновской астрономии — диагностика горячей плазмы. Такая плазма присутствует практически во всех классах астрофизических объектов — от ближайших звезд до расположенных на космологических расстояниях квазаров и скоплениях галактик.

Исследования горячей космической плазмы в рентгеновском диапазоне позволяют изучать природу и динамику взрывных процессов в различных объектах, а также свойства вещества в эк-

стремальных физических состояниях, недостижимых в земных лабораториях.

Планомерные космические исследования в рентгеновском диапазоне проводятся с начала 70-х годов на космических обсерваториях США, СССР, Великобритании, Нидерландов, Европейского космического агентства.

О состоянии рентгеновской астрономии в нашей стране и о международном сотрудничестве в этой важнейшей области астрофизики рассказывается в этой статье.

Современным рентгеновским телескопам на орбите доступны около 1 млн. источников. И можно сказать определенно: вклад советской науки и техники в эту важнейшую область астрофизики весьма велик. Рентгеновские телескопы устанавливались на борту пилотируемых кораблей и орбитальных станций, спутниках серии «Космос», автоматических межпланетных станциях. Так, на «Салюте-4» работали зеркальный рентгеновский телескоп (диапазон энергий от

0,2 до 0,28 кэВ, фокусное расстояние 624 мм, диаметр входной апертуры 197 мм) и телескоп «Филин» со щелевыми коллиматорами (диапазон энергий от 0,2 до 10 кэВ).

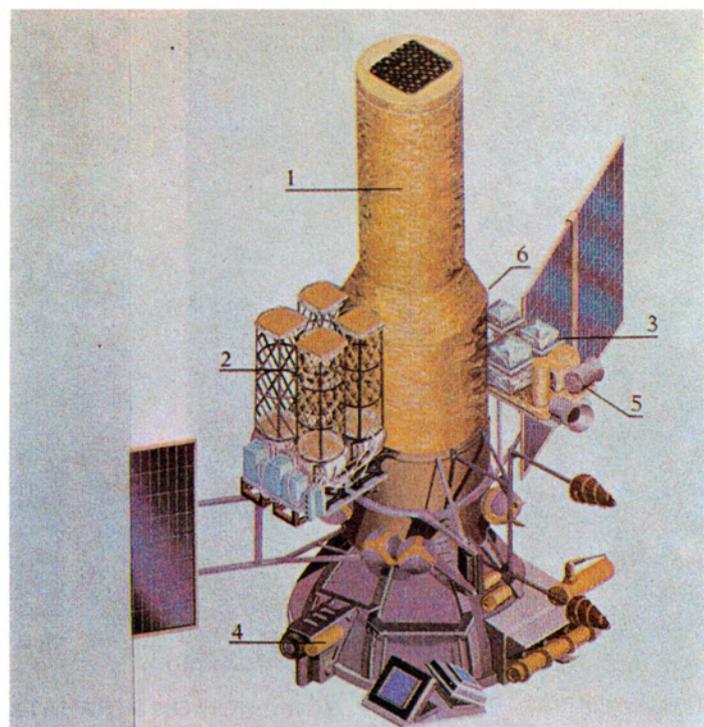
Одним из главных исследовательских инструментов орбитальной станции «Салют-7» был большой рентгеновский телескоп для наблюдений в диапазоне энергий от 2 до 30 кэВ с газовыми пропорциональными счетчиками общей площадью 3 тыс. см² (Земля и Вселен-

ная, 1982, № 6, с. 11.— Ред.). Поле зрения щелевых коллиматоров телескопа составляло 3,3°. За сеанс наблюдения длительностью около 17 мин телескоп мог обнаружить источник с потоком энергии в несколько тысяч раз меньшим, чем излучаемый Крабовидной туманностью. Среди результатов выполненных исследований можно отметить обнаружение мощной вспышки рентгеновского излучения активной галактики NGC 4151. Большой рентгеновский

телескоп-спектрометр вошел и в состав первого в Советском Союзе специализированного астрономического спутника «Астрон» (Земля и Вселенная, 1983, № 4, с. 2.—Ред.). Точность наведения и стабилизации обсерватории при проведении рентгеновских наблюдений составляла 2—3. Если на орбитальной станции «Салют-7» время наблюдений одного источника составляло лишь секунды, то на «Астроне» — до 3-х часов. Это дало возможность сформулировать основные задачи эксперимента: получение спектров и детальное исследование одиночных источников рентгеновского излучения (в том числе 15 пульсаров, остатков сверхновых, компактных релятивистских объектов в тесных двойных системах, активных галактик и так далее).

31 марта 1987 года на околоземную орбиту был выведен астрофизический модуль «Квант» (Земля и Вселенная, 1988, № 5, с. 34.—Ред.). После его стыковки с научно-исследовательским комплексом «Мир» на орбите стала работать новая космическая обсерватория «Рентген», позволяющая исследовать источники излучения в широком диапазоне энергий (2—1300 кэВ). В ее составе четыре рентгеновских телескопа, предназначенные для решения принципиально новых задач астрофизики высоких энергий. С помощью обсерватории уже проведено несколько тысяч наблюдений, получены важные научные результаты. Наибольший интерес, несомненно, представляют исследования Сверхновой 1987 А, вспыхнувшей в Большом Магеллановом Облаке (Земля и Вселенная, 1989, № 2, с. 22.—Ред.).

Как считает научный руководитель проекта «Рентген» член-корреспондент АН СССР Р. А. Сюняев, эта сверхново-

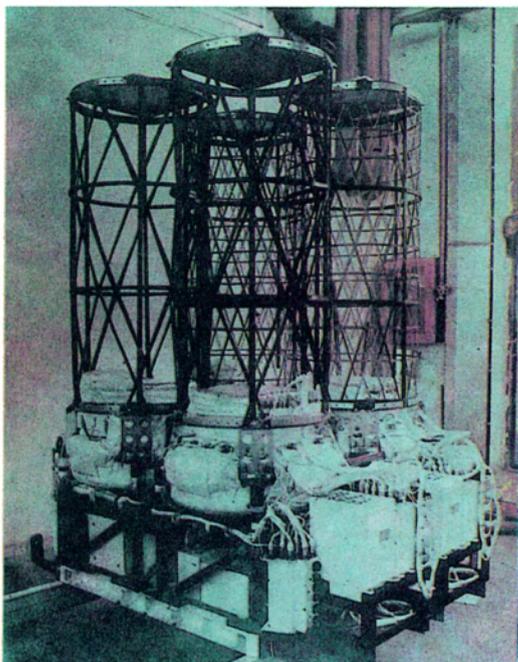


вая сильно отличается от известных классических сверхновых. Он отмечает также, что образовавшаяся после взрыва сверхновой оболочка раздроблена на куски и имеет неправильную форму. Анализ динамики распространения в ней тяжелых элементов, таких как железо и кобальт, образовавшихся в процессе нуклеосинтеза в ядре предсверхновой дает возможность предположить, что при взрыве они были перемешаны с легкими элементами — водородом и гелием, содержащимися во внешней оболочке предсверхновой. Наличие в спектре оболочки красного и голубого доплеровского смещения свидетельствует о ее фрагментации. Именно поэтому ученые наблюдают не только приближающуюся к нам материю, расположенную на обращенной к Земле стороне оболочки сверхновой, но и удаляющееся вещество.

Астрофизическая обсерватория «Гранат» 1 — телескоп «Сигма»; 2 — телескоп АРТ-П; 3 — телескоп АРТ-С; 4 — прибор «Фебус»; 5 — прибор «Конус»; 6 — прибор «Подсолнух»

ЧТО ТАКОЕ «ГРАНАТ»

В июле 1989 года предполагается осуществить запуск новой международной астрофизической обсерватории «Гранат» (СССР, Франция, Дания и Болгария). На высокоэллиптическую орбиту с максимальным удалением от Земли 200 тыс. км будет выведена обсерватория с общей массой научных приборов 2300 кг. Орбита спутниковой обсерватории и емкая бортовая память (150 Мбит) обеспечат возможность наблюдений длительностью 24 часа. Это, наряду с большой площадью детекторов, сделает обсерваторию рекордной по чувствительно-



Телескоп АРТ-П. Поле зрения $1,9 \times 1,8^\circ$, угловое разрешение — $5'$, чувствительная поверхность — $4 \times 600 \text{ см}^2$, энергетический диапазон — $3-100 \text{ кэВ}$

УСТРОЙСТВО «ГРАНАТА» И ЕГО НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ

Основные телескопы новой астрономической обсерватории — АРТ-П (СССР) и «Сигма» (Франция). Они позволяют получать изображения рентгеновских источников излучения в широком диапазоне энергий от 3 до 2000 кэВ.

Отметим, американская спутниковая обсерватория «Эйнштейн», которая дала массу «свежих» новостей, причем зачастую совершенно неожиданных, могла работать только в мягком диапазоне энергий от 0,1 до 3 кэВ.

В телескопах АРТ-П (астрономический рентгеновский телескоп — позиционно-чувствительный) и «Сигма» использован **новый принцип** получения изображения наблюдаемых объектов, позволяющий достичь разрешения в несколько угловых минут. Для этого на входном окне каждого телескопа установлена «крышка» — теневая кодирующая маска с определенным образом распо-

женными квадратными отверстиями. При «освещении» телескопа параллельным пучком фотонов от удаленного источника в плоскости детектора рентгеновского излучения формируется теневой образ кодирующей маски. Математическая обработка точек распределения регистрации фотонов позволяет восстановить распределения яркости рентгеновского излучения по небесной сфере, то есть получить ее «картину» в рентгеновских лучах.

Предполагается, что за время выполнения эксперимента телескоп «Сигма» может наблюдать более 100 галактических и внегалактических источников.

Помимо указанных приборов в состав обсерватории войдет построенный по традиционной методике **рентгеновский телескоп АРТ-С** (астрономический рентгеновский телескоп-спектрокопический), позволяющий проводить грубую спектрометрию и тайминг с временным разрешением 100 мкс. Телескоп состоит из двух пар устройств детектирования. Каждая пара, благодаря качающемуся коллиматору, наблюдает поочередно источник и фон. Энергетический диапазон телескопа $3-150 \text{ кэВ}$.

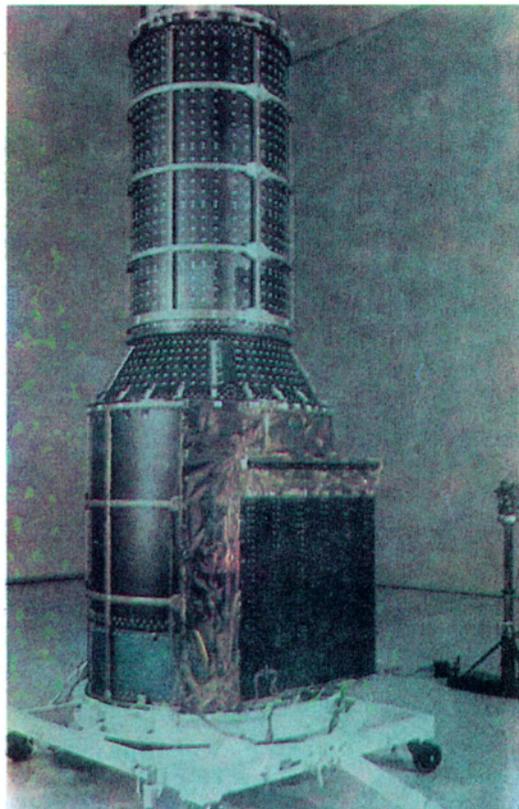
«Гранат» должен стать и крупнейшим целенаправленным проектом по исследованию **гамма-всплесков**. Напомним, что гамма-всплески были впервые обнаружены лишь в начале 70-х годов (Земля и Вселенная, 1985, № 4, с. 49.— Ред.).

За первые, с момента обнаружения, 8 лет наблюдений на многих спутниках и межпланетных станциях было зарегистрировано около 80 гамма-всплесков. При этом природа их оставалась абсолютно неясной. А вот в эксперименте «**Конус**», который проводился на советских межпланетных станциях

сти. Научный руководитель проекта член-корреспондент АН СССР Р. А. Сюняев.

В качестве базового космического аппарата для создания космической орбитальной обсерватории «Гранат» использована хорошо себя зарекомендовавшая автоматическая станция серии «Венера». Как известно, эти станции применялись не только для исследования ближайшей к Земле планеты Солнечной системы, но и кометы Галлея (Земля и Вселенная, 1986, № 3, с. 2.— Ред.). На базе этой станции был также создан и первый в нашей стране специализированный астрофизический спутник «Астрон». И вот теперь «Гранат»...

«Венера-11» и «Венера-12», было зарегистрировано также с борта американских и западноевропейских космических аппаратов. Но чувствительность используемой в эксперименте «Конус» аппаратуры было в **30 раз** выше, чем любой другой. Совместный анализ результатов всех наблюдений позволил обеспечить точность определения координат источников импульсного гамма-излучения до долей угловой минуты, а в одном случае — до $5''$. Высокая чувствительность аппаратуры и прекрасное спектральное разрешение дали возможность ученым прояснить природу источников гамма-излучения. Скорее всего ими являются нейтронные звезды со сверхсильным магнитным полем. Однако ряд вопросов остается открытым и новые исследования призваны разрешить их.



Хочется отметить, что почти 300 гамма-всплесков — из них около 100 космических, остальные солнечные — обнаружены с борта космических аппаратов «Фобос-1, -2» при перелете «Земля — орбита спутника Марса». Это примерно четверть всех событий, зарегистрированных за 15 лет исследований гамма-всплесков.

На борту обсерватории «Гранат» комплекс научной аппаратуры для исследования гамма-всплесков представлен приборами «Конус», «Подсолнух», «Фебус» и «Вотч». Кроме того, для изучения гамма-всплесков будет использоваться и телескоп «Сигма», обладающий наиболее высокой чувствительностью для их регистрации. Всплески регистрируются как основным (позиционно-чувствительным) детектором, так и активной защитой телескопа. В качестве позиционно-чувствительного детектора используется кристалл NaI (Tl) толщиной 1,25 см с эффективной пло-

щадью 800 см^2 , активная антисовпадательная защита построена на основе кристаллов CsI (Tl), ее площадь — 19,2 тыс. см^2 .

С телескопом «Сигма» скомпонованы два звездных датчика, имеющие поле зрения $9,6 \times 7,2^\circ$ и чувствительность до 7^m . Один из них будет использоваться для синхронных наблюдений в оптическом диапазоне гамма-всплесков, источники которых окажутся в поле зрения основного детектора. При обнаружении всплеска звездный датчик фиксирует с интервалом в 1 с изображение до всплеска и 9 — после.

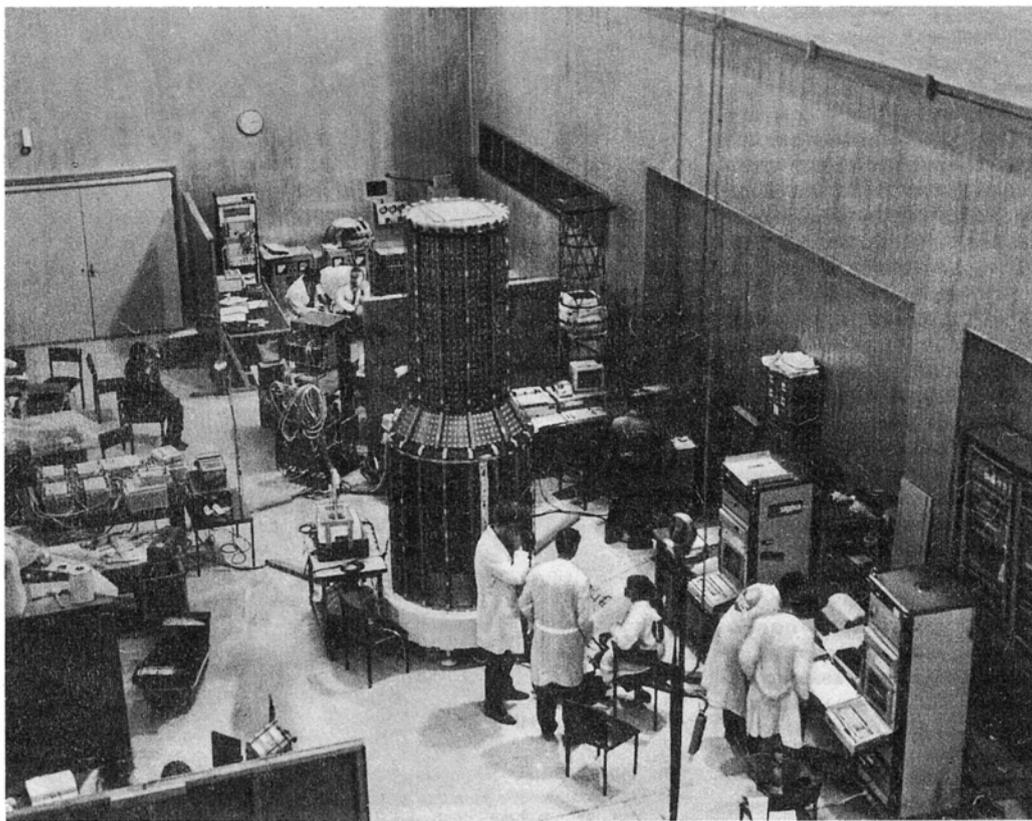
Прибор «Конус» состоит из 7 детекторов NaI (Tl) диаметром 200 мм и толщиной 50 мм; чувствительность к регистрации импульсов до $5 \times 10^{-8} \text{ эрг/см}^2$.

Прибор «Подсолнух» предназначен для наблюде-

Телескоп «Сигма». Поле зрения $4,2 \times 4,25^\circ$, угловое разрешение — $16'$, эффективная площадь детектора — 800 см^2 , энергетический диапазон — 50 кэВ — 2 МэВ

ния и гамма-всплесков, и рентгеновских источников. Он состоит из двух блоков детекторов — пропорциональных счетчиков, расположенных на поворотной платформе. Время поворота платформы в заданную точку по команде с Земли или по координатам источника всплесков, вычисленным по данным прибора «Конус», составляет примерно 1 с.

На поворотной платформе устанавливается и монитор оптических всплесков, построенный на основе ПЗС-мат-



рицы. Это так называемый прибор с обратной зарядовой связью — кремниевый монокристалл, поверхность которого содержит сотни тысяч датчиков. Свет, собираемый и усиливаемый зеркалом, падает на них и преобразуется в электрические сигналы, пропорциональные его интенсивности. Фотопленки, которые всегда были «стандартным приложением» к наземным астрономическим камерам, регистрировали только 7 из каждой тысячи световых квантов. Прибор с зарядовой связью регистрирует 700 из каждой тысячи квантов.

Прибор «Фебус» включает 6 детекторов из кристалла германата висмута диаметром 60 мм и высотой 120 мм.

Установка регистрирующей аппаратуры на поворачивающейся платформе — главная особенность исследований

Комплексные электрические испытания научной аппаратуры астрофизической обсерватории «Гранат» в Институте космических исследований АН СССР

гамма-всплесков с борта орбитальной обсерватории «Гранат». Приборы в считанные секунды будут наводиться на источник гамма-всплеска, что, в свою очередь, позволит получить его детальные спектры и проследить за временным развитием события. Использование детекторов с узкими полями зрения и смещенными друг относительно друга оптическими осями обеспечит точную (до угловых минут) локализацию источников гамма-всплесков.

Прибор «Вотч» предназна-

чен для мониторинга рентгеновских транзиентных источников и гамма-всплесков в диапазоне 5—120 кэВ. Детектор прибора представляет собой мозаику из сцинтилляторов NaI (TI) и CsI (TI) толщиной 2 мм. Использование в приборе вращающегося модуляционного коллиматора с одной теневой решеткой позволяет локализовать быстропеременные рентгеновские источники в реальном времени.

В составе обсерватории — четыре прибора «Вотч».

ВПЕРЕДИ «СПЕКТР-РЕНТГЕН-ГАММА»

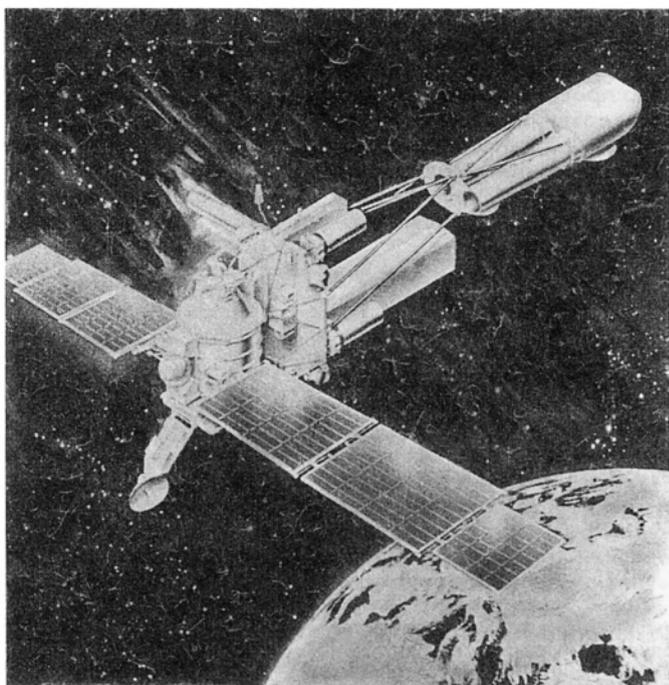
Большие надежды в решении будущих задач рентгеновской астрономии ученые связывают с проектом «Спектр - Рентген - Гамма». В его обсуждении сегодня

активно участвуют специалисты из Австрии, Болгарии, Великобритании, Венгрии, ГДР, Дании, Италии, Канады, Польши, Португалии, США, Финляндии, ФРГ, Чехословакии, Японии и Европейского космического агентства (ЕКА) (Земля и Вселенная, 1989, № 1, с. 17.— Ред.). Запуск космической обсерватории «Спектр-Рентген-Гамма» запланирован на середину 90-х годов.

Приборы этой новой орбитальной обсерватории должны дать **уникальную информацию о галактических источниках рентгеновского излучения** (черных дырах и нейтронных звездах в двойных звездных системах, остатках вспышек сверхновых, горячем межзвездном газе); сверхмассивных черных дырах в ядрах активных галактик; межгалактическом газе в скоплениях галактик; рентгеновском излучении нормальных галактик.

С помощью обсерватории можно будет вести **поиск самых удаленных рентгеновских квазаров**. Ей будут доступны сотни тысяч сверхслабых рентгеновских источников, находящихся у границы наблюдаемой Вселенной. Детальное их изучение позволит пролить дополнительный свет и на проблему диффузного рентгеновского фона.

Дело в том, что небо в рентгеновском диапазоне не выглядит темным; существует фоновое «размазанное» излучение, сравнимое с излучением дискретных источников. Предполагается, что это излучает очень разреженный горячий межгалактический газ, заполняющий все пространство. Если это так, то по величине диффузного фона можно судить о средней плотности Вселенной и, следовательно, о том, каков наш мир — «замкнутый» или «разомкнутый», сменится ли когда-либо наблюдаемое расширение Вселенной сжа-



тием. Или оно будет продолжаться бесконечно?

Но, может быть, фон — это слившиеся воедино очень далекие и по отдельности пока неразличимые точечные источники? Наподобие того, как свет далеких звезд сливается в мягкое сияние Млечного Пути. Поэтому телескопы обсерватории «Спектр-Рентген-Гамма» будут направлены и на «пустые» области неба, где присутствует только фон, с тем, чтобы проводить подсчеты сверхслабых рентгеновских источников.

Важной задачей проекта станет и исследование транзитных (пропадающих) рентгеновских источников и гамма-всплесков.

Широкий энергетический диапазон, высокие чувствительность, спектральное и угловое разрешение выдвигают проект «Спектр-Рентген-Гамма» в ряд наиболее интересных научных космических проектов первой половины 90-х годов.

Одним из основных инструментов обсерватории

Космическая обсерватория «Спектр-Рентген-Гамма»

«Спектр-Рентген-Гамма» станет **советско-датский телескоп-концентратор**, в котором используется рентгеновская оптика косоугольного падения по схеме «конус-конус». Суммарная площадь поверхности рентгеновских зеркал двух идентичных телескопов составит 130 м². Чувствительность телескопа в 20 раз превысит чувствительность аппаратуры, которая была установлена на американском спутнике «Эйнштейн».

Обсерваторию «Спектр-Рентген-Гамма» планируется вывести на сильно вытянутую орбиту с начальными высотами в перигее 500—1000 км и в апогее 200 тыс. км. Продолжительность рабочего участка орбиты при этом составит 3—4 суток. В течение года космический аппарат будет дважды входить в тень Земли не более чем на 3 часа.

В связи с ожидаемым значительным объемом научной информации и необходимостью проведения длительных исследований, основным режимом работы приборов станут автономные наблюдения с регистрацией информации в собственных запоминаю-

щих устройствах. В очередном сеансе связи накопленная информация будет передаваться на Землю высокоинформативным радиокomплексом. Средняя продолжительность сеанса наблюдений в таком режиме составит 1 сутки. Число сеансов в

год — 200—250. В течение рабочего цикла аппарат сможет наблюдать всю небесную сферу. Ученые предполагают, что орбитальная обсерватория «Спектр-Рентген-Гамма» будет давать несколько миллионов единиц информации ежедневно.

Информация

Нужно ли искать планету X?

Поиск заплутанной планеты — планеты X — считается одной из классических проблем астрономии. Обычно интерес к ней возрождается каждый раз, когда появляется новая наблюдательная техника. К сожалению, внешние области Солнечной системы до сих пор исследованы очень слабо. Мы не знаем ни одной крупной планеты за пределами орбиты Плутона ($R \sim 40$ а. е.); а ведь граница Солнечной системы, обусловленная гравитационным влиянием соседних звезд и Галактики в целом, находится на расстоянии $R \sim 2 \cdot 10^5$ а. е. от Солнца. Пространство «на краю» Солнечной системы заполнено ядрами комет, населяющими «облако Оорта» (радиус наиболее плотной части равен $2 \cdot 10^4$ а. е.) Но из сотен миллиардов кометных ядер прямому наблюдению доступны лишь те немногие, которые изредка приближаются на расстояние менее 3 а. е. к Солнцу. Даже находясь за орбитой Сатурна (10 а. е.) ядра комет и астероиды практически недоступны наблюдениям: в этой области пространства до сих пор известна лишь одна малая планета — № 2060 Хирон, классифицируемый как астероид или крупное кометное ядро.

Серьезный поиск слабых объектов на периферии Солнечной системы до сих пор предпринимался только дважды. К. Томбо (США) исследовал большую часть северного неба до предельной звездной величины 18^m , в

результате чего в 1930 году был открыт Плутон. А в середине 70-х годов К. Коуэл (США) предпринял более глубокий поиск с помощью Паломарского 48-дюймового телескопа системы Шмидта и обнаружил Хирон. Больше ничего интересного в этих обзорах найдено не было (хотя работа Коуэла полностью до сих пор не опубликована). В 1983 году спутник IRAS был использован для поиска быстро движущихся объектов в центральной области Солнечной системы.

Получены данные, согласно которым существует неизвестная планета или группа тел за орбитой Нептуна. Их притяжением можно было бы объяснить некоторые вариации в движении Нептуна и космических аппаратов, исследовавших планеты-гиганты. Неясно также, под действием чьей возмущающей силы ядра комет, которые предположительно сформировались вблизи Нептуна, были заброшены в облако Оорта.

Не пора ли астрономам вновь устремиться на поиски планеты X? Каким образом современная электроника может им помочь в этом? Сотрудники Массачусетского технологического института (США) Дж. Лу и Д. Девитт попробовали ответить на эти вопросы. Они провели обзор небольшого участка неба площадью $1/3$ квадратного градуса с помощью электронной ПЗС-камеры, установленной на 1,3-метровом телескопе. При 20-минутной экспозиции в красной области спектра ученые смогли получить изображения звезд до 24^m . Это значит, что тела с обычной для астероидов отражательной способностью (альбедо = 10 %) и имеющие радиус 2,4 км, могли бы быть замечены на расстоянии 10 а. е. от Солнца, а при радиусе 240 км — на расстоянии до 100 а. е.

Новые объекты, населяющие внешние области Солнечной си-

стемы, можно обнаружить по их перемещению относительно неподвижных звезд: орбитальное движение Земли со скоростью около 30 км/с вызывает угловое смещение далеких объектов. При экспозиции в 20 минут и размере изображения $1-2^m$ можно зафиксировать угловое перемещение объектов, находящихся между орбитами Сатурна ($R \sim 10$ а. е.) и Урана ($R \sim 20$ а. е.). Однако Лу и Девитт таких объектов не обнаружили. Статистические расчеты показывают, что в том небольшом обзоре, который сделали ученые, новые объекты могли быть обнаружены, если бы их плотность на небе в среднем превышала 15 объектов на 1 квадратный градус. В то же время, новая техника продемонстрировала свои возможности: за время наблюдения было открыто 11 небольших тел (метеороидов) размерами от 0,1 до 1 км, движущихся в основном поясе астероидов между орбитами Марса и Юпитера. Сам по себе этот результат немаловажен: он показывает, что количество малых планет продолжает нарастать с уменьшением их радиуса точно так же, как это имеет место у более крупных астероидов.

Но главное в другом — электронные приемники света, такие как ПЗС-камеры, обладают высокой чувствительностью и позволяют автоматизировать наблюдения. Глубокие обзоры, охватывающие большую площадь на небе, могут привести к открытию интереснейших объектов во внешней области Солнечной системы.

В. Г. СУРДИН
Кандидат физико-математических наук

Тунгусский метеорит: загадка остается

Н. В. ВАСИЛЬЕВ
академик АМН СССР
Заместитель председателя Комиссии
по метеоритам Сибирского отделения
АН СССР

НАУКУ ДЕЛАЮТ ЛЮДИ

О Тунгусском метеорите написано и рассказано много. Может быть, даже слишком много, так как в сообщениях органов массовой информации немало искажений, полуправды, а подчас и прямой неправды. Поэтому прежде чем судить о природе Тунгусского метеорита, постараемся объективно рассказать об основных данных, характеризующих это замечательное и во многом все еще непонятое явление. Подчеркнем, что падение Тунгусского метеорита — не частный эпизод и даже не научный вопрос, а научная проблема, разработка которой далеко не завершена.

Известны имена многих ученых, чей труд способствовал накоплению и систематизации фактического материала, формированию гипотез и выдвиганию новых идей. Нужно прежде всего вспомнить основателя советской метеоритики **Леонида Алексеевича Кулика** (1883 — 1942), первооткрывателя Тунгусского метеорита. Именно ему наука обязана тем, что удивительный феномен не канул в Лету, как это вполне могло бы произойти. Экспедиции Л. А. Кулика на место падения Тунгусского метеорита навсегда войдут в историю как пример самоотверженности и подвижничества, как образец преданности ученого науке. Крупный вклад в изучение проблемы



Событию, которое обычно именуется «падением Тунгусского метеорита» суждено навсегда войти в летопись современной науки. Автор анализирует итоги многолетнего изучения Тунгусского явления. Особое внимание уделено не получившим до настоящего времени объяснения геофизическим и биологическим феноменам, связанным с Тунгусской катастрофой.

внесли В. Г. Фесенков, Е. Л. Кринов, И. С. Астапович, П. Л. Драверт, В. В. Федынский, К. П. Станюкович, Б. Ю. Левин, Ф. Д. Уиппл. Особо следует отметить К. П. Флоренского, последнего прямого ученика академика В. И. Вернадского, крупного и оригинального исследователя, возглавлявшего экспедиции АН СССР в район падения метеорита в 1958, 1961 и 1962 годах, а также известного советского

геолога и метеоритоведа Б. И. Вронского. Имена многих из них уже принадлежат истории.

Что же касается сегодняшнего дня, то в рамках популярной статьи нет никакой возможности перечислить всех, кто принимает участие в разработке этой проблемы. Подчеркнем лишь, что основной фактический материал собран и частично обработан исследователями, входившими в состав или кооперировавшимися с четырьмя научными коллективами: Комитетом по метеоритам АН СССР, Комиссией по метеоритам и космической пыли СО АН СССР, Всесоюзным астрономо-геодезическим обществом и Томским государственным университетом. Своим оригинальным путем на протяжении последних 30 лет идет научная группа, возглавляемая геофизиком А. В. Золотовым.

В 1958 году по инициативе Г. Ф. Плеханова на базе вузов и НИИ г. Томска было создано неформальное научное объединение «Комплексная самостоятельная экспедиция по изучению Тунгусского метеорита» (КСЭ). Объединение функционирует до настоящего времени и является основой Комиссии по метеоритам и космической пыли СО АН СССР. Именно КСЭ выполнила с 1959 года по настоящее время основные полевые и значительную часть камеральных работ. Она регулярно издает труды



«Телеграфный лес» в подтравленном районе на реке Хушма

по этой проблеме. Вся работа КСЭ ведется на общественных началах; собран, систематизирован и обобщен огромный фактический материал, относящийся к Тунгусской катастрофе.

ХРОНИКА СОБЫТИЙ

Ответим, прежде всего, на вопрос: что же, собственно говоря, в этом явлении такого уж необычного? Метеориты, один из классов малых тел Солнечной системы, падают на поверхность Земли

многократно и ежегодно. Если Тунгусский метеорит был из их числа (только имел очень крупные размеры), то в чем же тогда состоит проблема, о которой так много и по-разному пишут?

Проблема в том, что Тунгусский феномен — это явление, отличающееся от обычного падения метеоритов не только количественно, но и, что самое важное, качественно. Об этом свидетельствует анализ материала, собранного со времен первых экспедиций Л. А. Кулика (1927 г.), архивные данные, предоставленные в распоряжение исследователей практически всеми обсерваториями мира, функционировавшими в 1908 году: изучение нескольких сотен годичных комплектов газет, издававшихся в то время в России, Западной

Европе, в некоторых странах Латинской Америки; наконец, анализ официальных донесений местных властей и показаний многих сотен очевидцев. Все это позволяет воссоздать в первом приближении картину грандиозной космической катастрофы **30 июня 1908 года.**

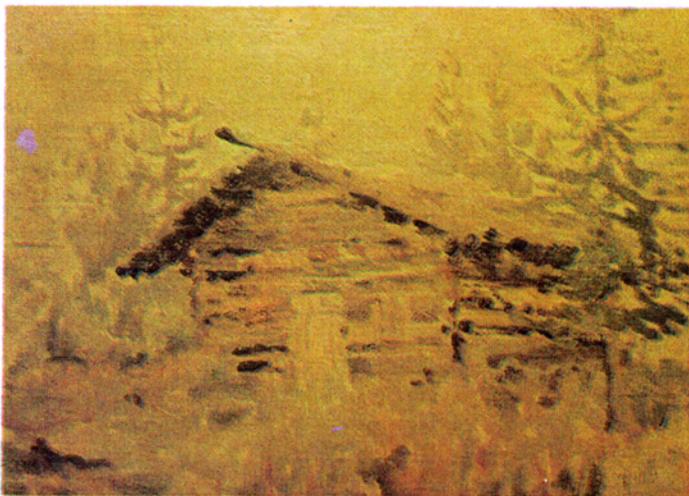
В этот день около 7 часов утра местного времени над территорией Центральной Сибири, к северу от транссибирской магистрали, пролетело крупное космическое тело. Пролет сопровождался исключительно мощными световыми и звуковыми явлениями, отмеченными тысячами очевидцев в радиусе многих сотен километров и вызвавшими среди населения испуг, а кое-где и панику.

Пролет закончился **взрывом**, эквивалентным по мощности взрыву $10 \div 40$ Мт тротила. Взрыв произошел на высоте примерно 5 км в 70 км к северо-западу от фактории Аннавар (ныне районный центр Ванавара Красноярского края). Для сравнения — взрыв атомной бомбы в Хиросиме имел эквивалент меньший в 500 — 2000 раз.

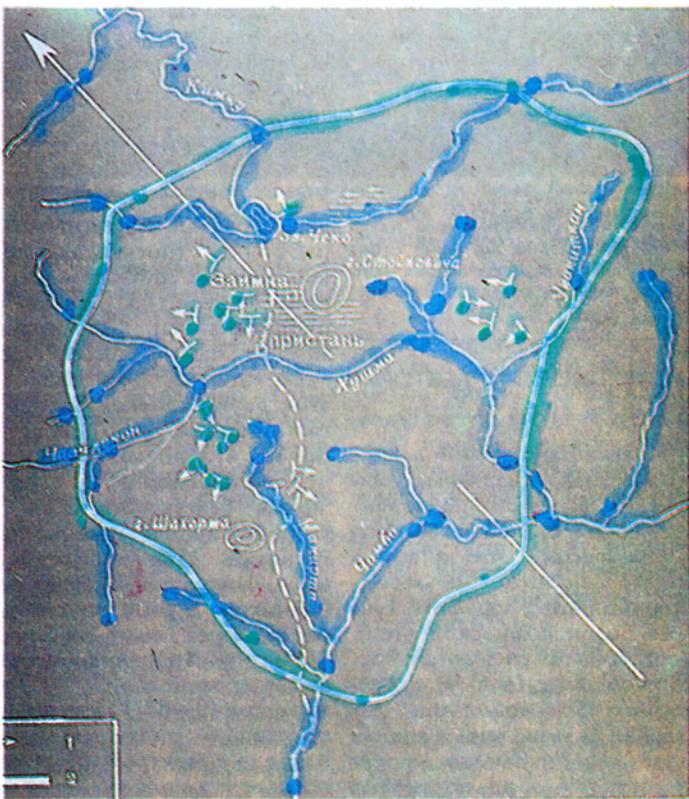
Ударная волна разрушила лесной массив на площади 2150 км², вызвала **сейсмическую волну**, зарегистрированную в Иркутске, Тбилиси, Слуцке, Ташкенте, а также **воздушные волны**, обогнувшие земной шар, и отмеченные практически всеми геофизическими обсерваториями, функционировавшими в 1908 году.

Из-за мощной **световой вспышки** Тунгусского взрыва и потока раскаленных газов возник **лесной пожар**, довершивший опустошение района. Спустя несколько минут после взрыва началась **магнитная буря**, зарегистрированная в Иркутске. Она продолжалась более 4 часов и была очень похожа на геомагнитные возмущения, наблюдаемые после высотных взрывов ядерных устройств.

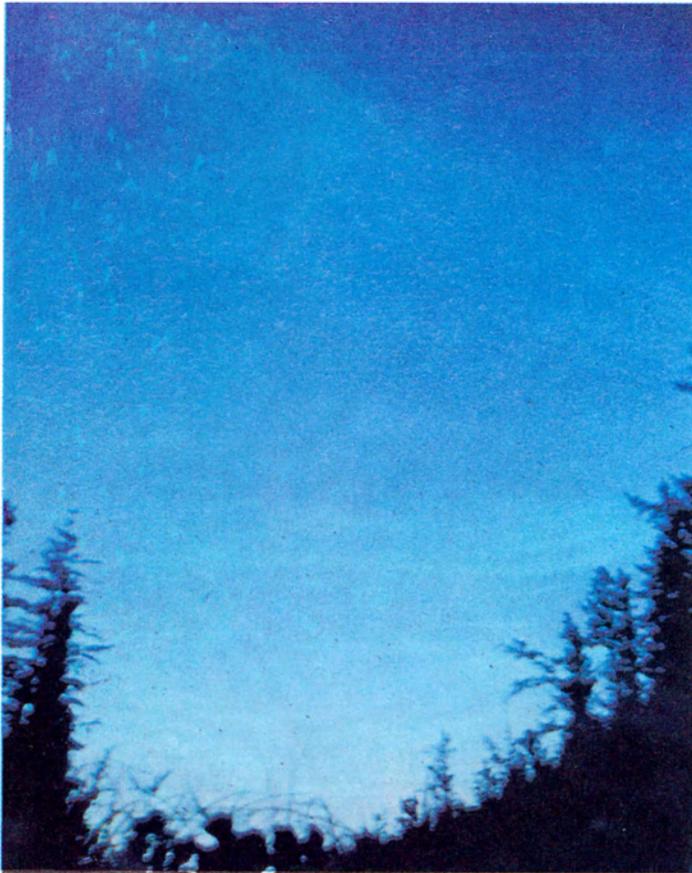
Взрыв близ фактории Аннавар был, однако, лишь наиболее ярким, но не единственным эпизодом в цепи необычных явлений лета 1908 года. В ночь с 30 июня на 1 июля жители Западной Сибири, Средней Азии, европейской территории России и Западной Европы оказались свидетелями еще одного феномена, породившего немало толков и поразившего общественность гораздо сильнее, чем прозвучавший в далекой Сибири космический взрыв. На огромном пространстве, ограниченном с востока Енисеем, с юга линией «Ташкент-Ставрополь-Севастополь-север Италии-Бордо», а с запада атлантическим побережьем Европы, развернулись небывалые по масштабу и совершенно необычные световые явления, вошедшие в историю под названием **«светлых ночей лета 1908 года»**. На всей этой гигантской территории вечером 30 июня практически не наступила ночь: весь небосвод светился. Это свечение было связано с яркими «пестрыми» зорями, похожими на те «вулканические сумерки», что наблюдались после взрыва вулкана Кракатуа в 1883 году, с усилением свечения ночного неба и с появлением огромных полей **серебристых облаков**. Одновременно наблюдались и **изменения поляризации сумеречного неба**. Судя по всему, предвестники этих явлений имели место уже за 2—3 дня до Тунгусского взрыва — в ночь с 29 на 30 июня их отметили 10 наблюдательных пунктов в Европе, максимум аномалий пришелся на ночь после падения (они были отмечены более чем в 150 пунктах Европы и Азии), в дальнейшем их интенсивность быстро спадала, и уже к 4 июля космический фейерверк в основном завершился, хотя в отдельных пунктах Европы отголоски его прослеживались вплоть до 20-х чисел июля.



Изба Л. А. Кулика. Рисунок художника Н. И. Федорова, участника экспедиции 1939, 1984 и 1988 годов



Картина вывала леса в месте Тунгусской катастрофы



Необычная светлая ночь июля 1988 года. Такие же ночи стояли 80 лет назад, во время Тунгусской катастрофы

ОСОБЕННОСТИ ТРАЕКТОРИИ

Анализ разрушений лесного массива, вызванных Тунгусским взрывом, позволяет с высокой степенью вероятности считать, что в конце своего полета, непосредственно перед взрывом, Тунгусское космическое тело двигалось почти строго с **востока на запад** (азимут траектории 95° , возможно даже 90°). В то же время анализ показаний очевидцев показывает, что тело пролетало в общем направлении с юга на север (скорее всего, с **юго-востока на северо-запад**). На этом настаивали и

исследователи, проводившие работы по относительно свежим следам события и также опиравшиеся на показания очевидцев (Л. А. Кулик, И. С. Астапович, Е. Л. Кринов). Расхождение направлений этих двух отрезков траектории достигает $\sim 35^\circ$, если не более, что позволяет предположить: **направление движения Тунгусского тела в ходе его полета изменилось**. Расчеты И. Т. Зоткина, М. А. Цикулина, В. П. Коробейникова и ряда других авторов определяют наиболее вероятную величину угла наклона траектории перед взрывом $40\text{--}45^\circ$. Судя же по показаниям очевидцев, угол наклона траектории был относительно пологим (в пользу такого заключения склоняются, в частности Б. Ю. Левин и В. А. Бронштэн). В совокупности все данные

позволяют предполагать изменение в ходе полета угла наклона траектории.

Кроме того, углубленный анализ вывала леса, вызванного Тунгусским взрывом (векторное поле вывала леса — итог многолетнего труда коллектива исследователей, работавших под руководством В. Г. Фаста), подтверждает обоснованное математически В. А. Хохлаковым предположение о рикошете Тунгусского метеорита, который не прекратил своего существования, продолжая после взрыва двигаться дальше в направлении, близкому к азимуту конечного «довзрывного» отрезка траектории. На таком обстоятельстве настаивает Г. Ф. Плеханов, объясняющий данный феномен **рикошетом от атмосферы**. Но в этом случае предстоит объяснить, каким образом хотя бы часть Тунгусского метеорита могла не только уцелеть, но и продолжать двигаться примерно в прежнем направлении после сверхмощного выделения энергии над эпицентром Тунгусской катастрофы.

НЕУЛОВИМОЕ ВЕЩЕСТВО

Уже со времени первых экспедиций Л. А. Кулика поиски самого Тунгусского метеорита заняли одно из главных мест в программе полевых работ. Они проводились с неослабевающей энергией и с использованием самой совершенной техники на протяжении всей истории изучения Тунгусского метеорита вплоть до настоящего времени, неизменно принося, однако, отрицательный или неопределенный результат. Сейчас твердо установлено, что многочисленные округлые болота, воронки озер и другие подобные образования в районе катастрофы, многократно принимавшиеся за ударные либо взрывные метеоритные кратеры, в действительности имеют чис-

то земное происхождение (преимущественно это результат широко распространённых на Севере термокарстовых процессов). К такому выводу пришли два коллектива специалистов-боловедов, возглавляющиеся Ю. А. Львовым (Томск) и Н. И. Пьявченко (Красноярск). Итак, сейчас можно определенно сказать, что **метеорит на Землю, по крайней мере в районе катастрофы, не падал.**

Продолжаются упорные попытки обнаружить в районе катастрофы какое-либо рассеянное космическое вещество. Для этого съёмкой была покрыта территория ~ 15 тыс. км². В почвах и торфах района удалось выявить по крайней мере пять видов мелких частиц космического происхождения (в том числе силикатные и железоникелевые). Однако, скорее всего, к Тунгусскому метеориту они прямого отношения не имеют и представляют собой следы фоновых выпадений космической пыли, которые происходят повсеместно и постоянно.

В самое последнее время М. Н. Назаров (ГЕОХИ) описал резкое повышение содержания иридия в слое торфа, относящегося к 1908 году. При оценке этой очень интересной находки нужно, однако, иметь в виду два обстоятельства. Во-первых, группой ленинградских исследователей (В. В. Никольский с сотрудниками) недавно сообщены сведения о том, что примерно за месяц до падения Тунгусского метеорита, в мае 1908 года, в атмосфере Земли — по-видимому, в районе Алеутского архипелага — произошло разрушение другого крупного метеорита, предположительно железоникелевого состава, с массой, оцениваемой в несколько тысяч тонн. Если это так, то рассеивание в атмосфере облака космической пыли с

последующим ее глобальным осаждением могло существенно нарушить естественный космический фон и привести к появлению в ряде точек земной поверхности элементных аномалий, датированных 1908 годом, но к Тунгусскому метеориту не относящихся. Во-вторых, судя по последним геологическим данным, есть основания предполагать повышенное содержание иридия и в некоторых видах вулканических аэрозолей, которые образуются в результате выноса в атмосферу материала с больших глубин. И, сказав об этом, нужно вспомнить о гигантском извержении вулкана Катмай, в Алеутах в 1912 году и вулкана Ксудач в эпоху, непосредственно примыкающую ко времени падения Тунгусского метеорита. Все сказанное относится и к данным американского космохимика Ганапати, отметившим повышение иридия в слоях антарктического льда, образовавшегося в конце первого десятилетия XX века.

Большие надежды породило описанное в конце 70-х годов С. П. Голенецким и Е. М. Колесниковым резкое повышение концентрации в слое торфа 1908 года цинка, ртути, брома и некоторых других элементов. Эффект этот, к сожалению, отмечается в яркой форме пока только в одной точке изучаемого региона и нуждается в дальнейшем исследовании.

Что касается других весьма многочисленных аномалий содержания различных элементов в почвах и торфах эпицентра катастрофы, то их объяснение крайне затрудняется тем обстоятельством, что взрыв Тунгусского метеорита произошел в точке, почти идеально совпадающей с центром кратера древнего вулкана, интенсивно функционировавшего примерно 200 млн. лет назад. Наличие большого количества

древних лавовых потоков, скоплений вулканического пепла создает чрезвычайно неоднородный геохимический фон, который осложняет поиски вещества Тунгусского метеорита.

Но при всех оговорках, есть основания думать, что если действительно выпадение значительных масс космического вещества все же было, оно должно так или иначе себя проявить, так как методики, применяемые для этой цели, позволяют выявить даже ничтожные количества техногенных, либо метеорных аэрозолей.

Создается впечатление: вещество Тунгусского метеорита в районе катастрофы не найдено, так как оно выпало там в очень малом количестве, или же имело не тот элементный состав, на который были ориентированы поиски. Если учесть, что конечная масса Тунгусского метеорита (перед взрывом) составляла примерно 100 тыс. тонн и большая ее часть во время взрыва — даже если произошел рикошет — должна была расплываться именно в изучаемом районе, то разрешающая способность современных методик заведомо недостаточна для его обнаружения. Ссылки же на чисто ледяной состав Тунгусского метеорита не очень убедительны; ведь результаты зондирования кометы Галлея показали, что в составе кометных ядер наряду со льдом присутствует значительное количество тугоплавких включений. Вопрос о веществе Тунгусского метеорита остается открытым.

ГЕОМАГНИТНЫЙ ЭФФЕКТ

Магнитная буря, вызванная Тунгусской катастрофой, описана практически одновременно К. Г. Ивановым и А. Ф. Ковалевским в 1960 году. Для ее объяснения было предложено несколько

механизмов, основанных на допущении, что причиной бури послужила взрывная волна, пришедшая в ионосферу. Основанием для такого допущения стал «эффект запаздывания», состоящий в том, что магнитная буря началась немного позднее, после взрыва. При этом время запаздывания примерно соответствовало интервалу, достаточному, чтобы взрывная волна могла пройти нужный путь.

В дальнейшем, однако, И. П. Пасечник на основании повторного анализа сейсмо- и барограмм уточнил момент Тунгусского взрыва. Оказалось, что запаздывание было намного большим, чем это может быть при реальных скоростях движения ударной волны в атмосфере. Вопрос этот рассмотрели недавно новосибирские исследователи В. К. Журавлев и А. Н. Дмитриев, поставившие под сомнение реальность всех предложенных до настоящего времени объяснений геомагнитного эффекта. Таким образом, и на этом участке работ возник теоретический вакуум, требующий заполнения.

«СВЕТЛЫЕ НОЧИ»

Светлые ночи длительное время были одним из «каменной преткновения» практически для всех гипотез, претендовавших на объяснение Тунгусского феномена. Наиболее серьезная попытка объяснить светлые ночи принадлежала академику В. Г. Фесенкову. Согласно его точке зрения, Тунгусский метеорит представлял собой **ядро небольшой кометы**, газопылевой хвост которой, отклоненный давлением солнечных лучей в сторону, противоположную Солнцу, рассеялся в верхних слоях атмосферы над территорией Европы, вызвав «светлые ночи» июня-июля 1908 года.

Объяснение это, однако,

сразу же встретилось с серьезными трудностями. Дело в том, что ничтожно малая величина пылинки кометного хвоста исключала, по В. Г. Фесенкову, быстрое их проникновение в режиме свободного падения на высоты, меньшие 200 км. Иными словами, кометный хвост должен был «застрясть» в атмосфере Земли на высоте не менее 200 км. В этом случае, однако, «застрявший» хвост кометы мог создавать только усиление свечения самого неба, так как этот физический процесс протекает именно на таких высотах. Другие же категории оптических аномалий оставались необъясненными, потому что зоревые явления формируются на высоте нескольких десятков километров, а серебристые облака «плавают» в атмосфере на высоте примерно 80 км.

В последнее время В. А. Бронштэн сделал количественную оценку яркости аномального свечения неба в ночь на 1 июля по данным наблюдений и объяснил это явление вторичным рассеянием солнечного света облаком пыли, влетевшим в земную атмосферу вместе с Тунгусским телом. Расчеты движения пылинок в атмосфере, выполненные на ЭВМ, показали, как оно могло за короткий срок достичь Западной Европы. Возможно, что эти результаты наметят выход из создавшегося тупика.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЭХО ТУНГУССКОГО ВЗРЫВА

Специфическая особенность Тунгусского феномена — длительно прослеживаемые необычные биологические явления в районе Тунгусской катастрофы. В 1960 году Ю. М. Емельянов описал, а В. И. Некрасов, В. М. Бережной, Г. В. Драпкина и другие позднее подтвердили эф-

фект ускоренного возобновления роста деревьев на месте разрушенного взрывом лесного массива. Явление это выражено ярко, строго локализовано и прослеживается на протяжении длительного времени (в настоящее время оно отмечается не только среди деревьев первого, но и второго послекатастрофного поколения). Границы зоны ускоренного прироста своеобразны: они не совпадают ни с границей вывала, ни с границей пожара и стягиваются в последние годы к зоне проекции траектории. Явление затрагивает как молодые, так и старые, пережившие катастрофу деревья, распространяясь в той или иной мере на все виды, встречающиеся в районе. По данным Ю. М. Емельянова, ускоренный прирост на некоторых направлениях далеко уходит за границу зон вывала и пожара. Все это затрудняет объяснение ускоренного прироста простым изменением экологических условий в результате повала леса и пожара. Еще в 1967 году Ю. М. Емельянов связал данное явление с траекторией Тунгусского метеорита и высказал предположение, что оно объясняется внесением в почвы района космического вещества. Окончательно, однако, этот вопрос не выяснен.

В 1975—1980 годах Г. Ф. Плеханов и В. А. Драгавцев описали еще один масштабный биологический эффект, выявленный в районе эпицентра Тунгусского взрыва. У основных молодняков, возобновляющихся в центральной зоне катастрофы, **частота мутаций увеличена в 12 раз**. Зона, где прослеживается этот эффект, также стянута к проекции траектории. Она весьма локальна, а один из двух ее максимумов совпадает с «особой точкой» района, точкой «протыкания» поверхности Земли продолжением траектории.

Границы зоны мутационного эффекта не имеют ничего общего ни с границами зоны пожара, ни с зоной вывала. Хотя природа эффекта и неясна, есть основание думать, что он несет в себе большую информацию о Тунгусском феномене в целом.

В последнее время профессор Ю. Г. Рычков (Институт общей генетики им. Н. И. Вавилова АН СССР) сообщил сведения о возникновении в первом десятилетии XX века редкой мутации у коренного населения юга Эвенкии. Район ее возникновения (Стрелка Чуня) находится поблизости от района Тунгусского взрыва. Проверка этого сообщения и выявление наличия (либо отсутствия) связи указанных явлений с космической катастрофой 1908 года представляются необходимым делом.

Помимо перечисленных выше, описаны и другие аномалии, являющиеся или следствием взрыва Тунгусского метеорита, или результатом случайных совпадений.

ГИПОТЕЗЫ И МИФЫ

Так что же это было? — На данный вопрос следует дать прямой ответ: этого мы пока не знаем. Иногда говорят, что для объяснения Тунгусского феномена предложено свыше ста гипотез. Это неверно, так как термин «гипотеза» ко многому обязывает, и любую догадку, даже если она высказана на страницах солидного научного журнала (а такое тоже бывало) квалифицировать как гипотезу нельзя. Тем более нельзя возводить в этот ранг версии, основанные на игнорировании накопленного богатого фактического материала.

Первый этап развития Тунгусской проблемы, связанный с именами Л. А. Кулика и Е. Л. Кринова, проходил под знаком проверки гипотезы о падении круп-

ного кратерообразующего железного либо каменного метеорита. Он завершился к началу 60-х годов, когда стало ясно, что в районе падения метеорита нет ни ударных, ни взрывных метеоритных кратеров. Тогда же было установлено, что Тунгусский взрыв произошел в воздухе.

Наиболее распространенная, в рамках классических представлений, кометная гипотеза не свободна от трудностей, о которых мы уже говорили выше. Время покажет, может ли она быть адаптирована к новым фактам, или же ее придется оставить, как это уже произошло с вариантом кратерообразующего метеорита.

Имевший место в 70-е годы на территории Канады взрыв в атмосфере метеорита Рэвелсток, оказавшегося углистым хондритом, в совокупности с данными Е. М. Колесникова (МГУ) об изотопных аномалиях углерода и водорода в районе Тунгусского взрыва, заставил начать проверку версии, согласно которой и Тунгусский метеорит — это гигантский углистый хондрит. Эта точка зрения вполне актуальна. Неясно, однако, как будут объясняться с этих позиций особенности траектории метеорита, и впишутся ли в теорию биологические аспекты проблемы.

Версия о техногенной природе Тунгусского космического тела, последовательно развиваемая на протяжении ряда лет А. П. Казанцевым, А. В. Золотовым и Ф. Ю. Зигелем, более чем проблематична. Убедительных доказательств в ее пользу не представлено, во всяком случае она не отвечает на вопрос о природе «светлых ночей» 1908 года, который, наряду с объяснением механизма Тунгусского взрыва, является пробным камнем любой гипотезы, претендующей на решение этой проблемы.

В последнее время появилась гипотеза «космической шаровой молнии» или «плазмоида», разрабатываемая В. К. Журавлевым и А. Н. Дмитриевым (Институт геологии и геофизики СО АН СССР). На повестке дня встал вопрос относительно вклада электрических, и в том числе электрофонных, явлений в метеорную астрономию вообще и в физику Тунгусского феномена в частности. Может ли она, однако, претендовать на объяснение явления в целом — большой вопрос. Решение его во многом зависит от того, будет ли доказана возможность устойчивого существования такого рода образований в космосе и тем более их проникновения в атмосферу Земли.

Мы не будем обсуждать здесь неподкрепленные фактами версии об антивещественной природе Тунгусского метеорита и тем более о «черной микродыре» Джексона—Райдна, находящихся в вопиющих противоречиях с реальной картиной явления.

По нашему убеждению, ни одна из предложенных к настоящему времени гипотез о природе Тунгусского метеорита не конкурентоспособна в достаточной мере и не в состоянии объяснить феномен во всей его многомерной сложности. Возможно, что для этого просто не созрели необходимые условия, состоящие в «подтягивании тылов» науки в плане дальнейшей разработки более широкой проблемы происхождения, эволюции физических и химических свойств малых тел Солнечной системы в целом.

ВИДЕН ЛИ СВЕТ В КОНЦЕ ТОННЕЛЯ?

Все сказанное не означает, что исследователям Тунгусского метеорита надлежит

сложить руки и уповать на светлое будущее, отодвинутое в неопределенную историческую перспективу. По-видимому, следует и дальше идти по тому пути, который намечился в последние годы и который состоит в поэтапном решении отдельных блоков проблемы в надежде собрать из них в дальнейшем нечто целое. Этот путь не только реален, но и мало-помалу приближает нас к истине.

Действительно, благодаря серьезным теоретическим работам, выполненным В. П. Коробейниковым, В. А. Бронштэном, А. К. Станюковичем, С. С. Григоряном, достигнут большой прогресс в понимании физики Тунгусского взрыва. Результаты их, в совокупности с результатами зондирования ядра кометы Галлея, позволяют принять модель разрушения в атмосфере Земли кометного ядра. В. П. Коробейников полагает также, что при известных допущениях «поведение» космического тела в атмосфере Земли может быть достаточно сложным: возможен не только рикошет, но и «мертвые петли», «маневры» и другие достаточно сложные изменения траектории. Не исключено, что дальнейшее углубление этих исследований позволит свести на нет сложности, возникшие вокруг вопроса и о траектории Тунгусского метеорита.

Анализ показаний очевидцев пролета Тунгусского метеорита, почти единодушно утверждавших, что звук был слышен одновременно с пролетом тела (а по некоторым данным даже опережал его), послужило основанием для углубленного изучения физики электрофонных явлений. Работы эти интенсивно проводятся В. А. Бронштэном, и возможно, что они позволят снять некоторые противоречия, связанные с истолкованием показаний

очевидцев Тунгусской катастрофы.

Исследование предполагаемых химических аномалий в районе эпицентра Тунгусского взрыва позволило С. П. Голенецкому выдвинуть спорную, но крайне интересную теорию о роли космических аэрозолей в геохимической истории Земли и в формировании биохимического состава биосферы.

Все приведенные примеры, число которых можно было бы приумножить, свидетельствуют о том, что проблемы Тунгусского метеорита — это серьезнейшая междисциплинарная проблема, разработка которой уже имеет и будет иметь значение для развития фундаментальной науки.

Однако для того, чтобы обеспечить реализацию этой перспективы, нужны условия, и прежде всего — сохранение объекта исследования. Таким объектом является район падения Тунгусского метеорита. Сохранность и

само существование этого района оказались под серьезной угрозой из-за промышленного освоения юга Эвенкии. Принятие в 1987 году решения об объявлении района Тунгусской катастрофы государственным заказником отодвинуло, но не ликвидировало эту угрозу. Радикальным решением вопроса может быть только превращение района в биосферный заповедник со всеми вытекающими отсюда правовыми последствиями. Решение этого вопроса — наш общий долг перед лицом науки, и не только советской, но и мировой, ибо феномен Тунгусского метеорита представляет собой уникальное явление, его изучение приведет в конечном счете к крупномасштабным выводам, значение которых трудно предсказать.

Тунгусскому метеориту недавно исполнилось 80 лет. Но это только начало его большой жизни в большой мировой науке.

Объявление

Клуб любителей астрономии и телескопостроения «Сириус» (357030, Ставропольский край, г. Невинномысск, ул. Белова, 4, СЮТ) ищет творческие связи с аналогичными клубами и любителями. Мы можем оказать помощь в изготовлении небольших червячных пар, оптики для рефлекторов, в алюминировании зеркал.

Симпозиумы, конференции, съезды



XXXIX конгресс Международной астронавтической федерации

Ю. С. РЕЗАНЦЕВ

доктор физико-математических наук,
сопредседатель Международного
программного комитета МАФ

Г. И. ХАРИТОНОВ

заместитель председателя
Совета «Интеркосмос» при АН СССР

В октябре 1988 года в Бангалоре (Индия) состоялся XXXIX конгресс Международной астронавтической федерации (МАФ).

Международная астронавтическая федерация была основана в 1950 году в Париже. Тогда в ее состав вошли представители 11 организаций из 8 стран, объединившихся для того, чтобы «способствовать развитию межпланетных путешествий». Сегодня в МАФ — ассоциацию неправительственных национальных учреждений, занимающихся исследованием и использованием космического пространства, — входит 101 организация из 39 стран. В 1960 году при МАФе были организованы Международная академия астронавтики и Международный институт космического права. Советский Союз участвует в работе МАФа с 1956 года и в настоящее время представлен в ней Советом «Интеркосмос» при АН СССР.

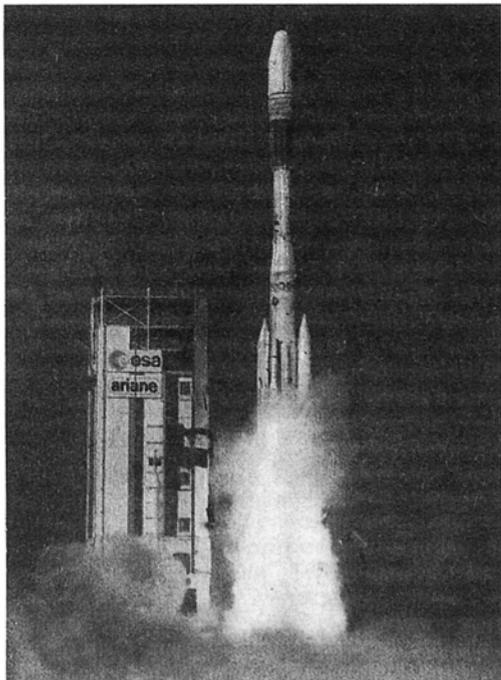
Советскую делегацию на конгресс в Бангалоре возглавлял начальник Главкосмоса СССР А. И. Дунаев. В ее состав вошли ученые, специалисты и конструкторы Академии наук СССР, Главкосмоса СССР, многих министерств и ведомств. К сожалению, как обычно, по составу советская делегация была значительно меньше делегации США, Франции и некоторых других стран, отсутствовали в ней и специалисты по ряду важных направлений исследования космического пространства.

По традиции, зародившейся еще в 1973 году на конгрессе в Баку, заседания этих

представительных международных форумов проходят под девизом, определяющим основную тему конгресса. Так было и на этот раз. Девиз XXXIX конгресса — «Космос и человечество» — подчеркнул все возрастающую роль результатов космических исследований на повседневную жизнь людей. Яркой иллюстрацией этого девиза стал доклад президента Астронавтического общества Индии профессора У. Р. Рас. Спутниковая радиосвязь, оценка природных ресурсов по данным космических наблюдений, обнаружение и оказание помощи пострадавшим при стихийных бедствиях, космическая астрономия и материаловедение уже внесли немалый вклад в научную и хозяйственную деятельность и будут играть еще большую роль в ближайшем будущем.

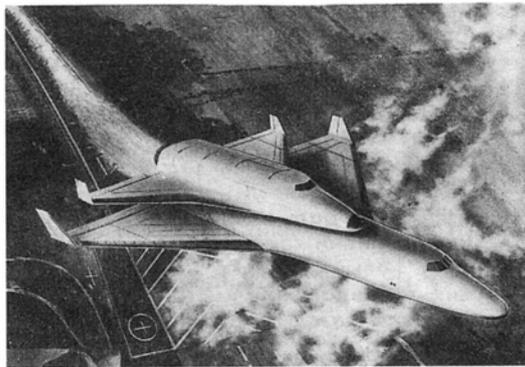
Выбор Индии как организатора конгресса даст новый импульс развитию космических исследований в этой стране, четверть века назад уверенно вошедшей в число государств, реализующих собственную программу изучения космоса. Весьма острой проблемой для Индии стала борьба с засухами и наводнениями. Решение этой задачи включает широкое использование космических средств наблюдения и уже привело к существенным положительным результатам. Огромное значение для Индии и других развивающихся стран имеет также развитие космических средств связи и телерадиовещания.

За прошедшие годы была выработана



Первый старт западноевропейской ракеты-носителя «Ариан-4» с космодрома Куру (Французская Гвиана)

Aviation Week
& Space Technology,
5 сентября 1988 года



Такими видятся специалистам конфигурация и старт двухступенчатого аэрокосмического самолета «Зенгер-Хорус» (ФРГ)

Рисунок из журнала *Spaceflight*,
1988, 8

специальная форма проведения конгрессов МАФ, которая предусматривает проведение в рамках конгресса более двух десятков тематических симпозиумов, организуемых совместно с Международной академией астронавтики (МАА) и Международным институтом космического права (МИКП).

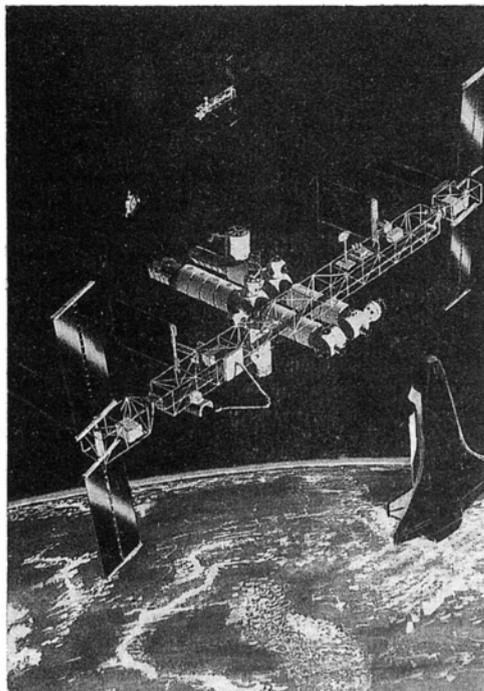
На 73 заседаниях научных симпозиумов было заслушано около 600 докладов. В работе конгресса приняли участие более 800 ученых и специалистов.

Наибольшее внимание привлекли заседания, посвященные проектированию, разработке и испытаниям новых космических транспортных систем, работе космонавтов на советском научно-исследовательском комплексе «Мир», проектам создания новых долговременных орбитальных аппаратов, реализуемым и перспективным программам исследования космического пространства. С особым интересом был встречен доклад главного конструктора новой мощной советской ракеты-носителя «Энергия» Б. И. Губанова. Его прочел доктор технических наук В. П. Легостаев.

Проектирование и создание тяжелых ракет-носителей активно также ведется в США, Франции, Японии, ФРГ и других странах. В Японии, например, разрабатывается ракетная система Н-2 со стартовым весом 260 т, способная вывести 4 т на переходную геостационарную и 10 т на низкую околоземную орбиту. Ее первый испытательный полет планируется на 1992 год. А французская национальная программа предусматривает создание усовершенствованной модификации ракеты-носителя — «Ариан-5». (Земля и Вселенная, 1989, № 2, с. 48—Ред.)

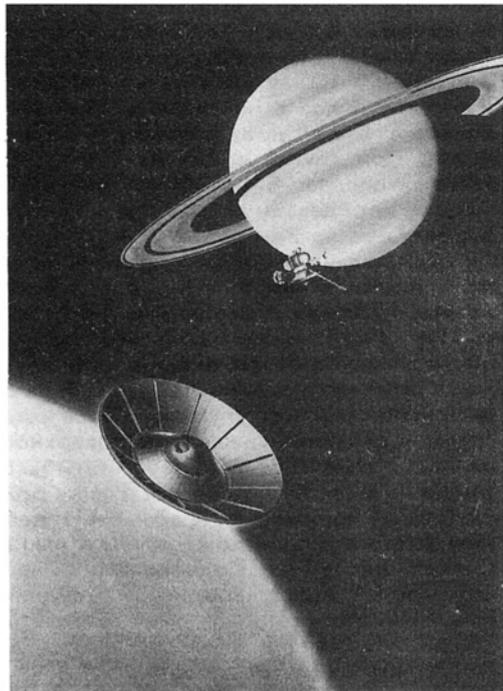
В недалекой перспективе — создание малых орбитальных возвращаемых воздушно-космических кораблей по проекту «Гермес» во Франции и проекту «Хоуп» в Японии (Земля и Вселенная, 1989, № 1, с. 69.— Ред.). Масса каждого из этих аппаратов — в пределах 10—21 т. Вывод на околоземную орбиту будет производиться одноразовыми ракетными системами «Ариан» и Н-2. Рассматривается также возможность использования орбитального корабля «Гермес» в качестве спасательного средства для американской космической станции.

Специалистами ФРГ разработана концепция многоразовой двухступенчатой крылатой аэрокосмической системы «Зенгер» с горизонтальным стартом и горизонтальной посадкой орбитального самолета. Этот проект предусматривает применение металлической теплзащиты корабля. Стартовая масса такой системы — 340 т. Рассматривается и другой ее вариант, в ко-



Так будет выглядеть после окончания сборки космическая станция «Фридом» на околоземной орбите. Корабль серии «Спейс Шаттл» причаливает к станции

Рисунок из журнала
Spaceflight, 1988, 1



2002 год. Космический аппарат «Кассини» на орбите Сатурна. На переднем плане зонд, который спустится на поверхность Титана

Рисунок из журнала
Spaceflight, 1988, 5

тором вторая ступень будет использоваться как пассажирский орбитальный самолет на 230 мест с дальностью полета порядка 10 тыс. км.

Пристальное внимание иностранных специалистов привлекли доклады советских ученых, в которых содержались результаты эксплуатации научно-исследовательского комплекса «Мир». Опыт, накопленный советскими специалистами, учеными и космонавтами учитывается при проектировании космических станций и в других странах. К середине 90-х годов планируется создание постоянно действующей американской станции «Фридом». В ее разработке кроме США принимают участие Канада, Европейское космическое агентство (ЕКА) и Япония. Детально анализируется структура отдельных элементов станции, способы ее размещения в грузовом отсеке «Спейс Шаттла», последовательность вывода на орбиту и порядок сборки. Все более

четкие очертания приобретает программа создания европейской космической станции «Колумб», которая проектируется под эгидой ЕКА с учетом запросов всех потенциальных пользователей.

Среди новых программ исследования ближнего космоса автоматическими станциями значительное место занимает проект «Кассини» — запуск космического аппарата, предназначенного для продолжения исследований Сатурна и его спутников, и в частности Титана (Земля и Вселенная, 1988, № 5, с. 41.— Ред.). Проект «Кассини» — совместная разработка НАСА и ЕКА. Здесь НАСА отвечает за создание космического аппарата, а ЕКА — за разработку зонда для исследования Титана. Запуск космического аппарата планируется осуществить в 1996 году. С целью уменьшения энергетических затрат для достижения Сатурна предусматривается использование гравитационных маневров при облете Земли и

Юпитера. Полное время перелета к Сатурну составит 6,5 лет. Космический аппарат будет выведен на орбиту спутника Сатурна с периодом 100 суток, а изучение Сатурна и его спутников с помощью орбитального аппарата будет продолжаться в течение 4 лет. При спуске зонда на Титан орбитальный аппарат будет принимать информацию, передаваемую с зонда и ретранслировать ее на Землю.

Обсуждали участники конгресса, конечно, и перспективы пилотируемого полета на Марс (Земля и Вселенная, 1989, № 1, с. 19.— Ред.). Анализировались задачи и обсуждались проекты, включающие создание обитаемых космических станций на орбите искусственного спутника Марса и марсоходов для передвижения по поверхности планеты. Отмечалось, что результаты экспедиции на Марс будут способствовать более глубокому пониманию, и, возможно, решению вопроса о происхождении и эволюции Солнечной системы. Подчеркивалась необходимость международного сотрудничества, без которого реализация такого грандиозного и, вместе с тем, дорогостоящего проекта окажется невозможной.

С особым интересом прошли заседания, посвященные национальным космическим программам США и СССР. Американские ученые сообщили об успешном возобновлении полетов космических кораблей серии «Спейс Шаттл» и показали видеофильм о запуске «Дискавери» 29 сентября 1988 года, основные фазы его четырехсуточного полета и посадку (Земля и Вселенная, 1989, № 1, с. 67.— Ред.).

Начальник Главкосмоса СССР А. И. Дунаев, член-корреспондент АН СССР В. М. Ковтуненко и другие советские участники конгресса подробно рассказали о программе «Фобос» (Земля и Вселенная, 1988, № 6, с. 24.— Ред.), прокомментировали кинофильмы о подготовке и запуске советских космических аппаратов «Фобос-1» и «Фобос-2», старте новой ракетной системы «Энергия», в космическом комплексе «Мир».

Во время конгресса состоялись заседания руководящих органов МАФ и МАА. Новым президентом Международной астронавтической федерации избран Ван Рит (Бельгия). Следующий 40-й конгресс МАФ пройдет в Пекине в октябре 1989 года.

НОВЫЕ КНИГИ

Чаще смотрите на небо

Научно-популярная книга С. В. Зверевой «В мире солнечного света» (Л.: Гидрометеиздат, 1988) вводит читателя в яркий, красочный, а порой и загадочный мир световых явлений, порождаемых в земной атмосфере Солнцем, который мы воспринимаем благодаря своему зрению.

Многие световые явления объясняются рассеянием света. Это и красочные радуги, и гало, и причудливые венцы, и глюрии... Немало световых явлений в атмосфере связано с преломлением солнечного света. «Эффект Новой Земли», описанный еще в XVI ве-



ке голландским мореплавателем В. Баренцом, возникновение миражей и фата-морганы, «призрачных» земель и «Летучих голландцев», которых веками моряки считали предвестниками несчастий и

катастроф — все это объясняется рефракцией световых лучей в земной атмосфере.

Отдельная глава книги посвящена зрению человека. О глазах как приемниках света, о дневном и ночном зрении, зрении цветовом, а также о законах видимости автор рассказывает, привлекая интересные примеры, в том числе из практики космонавтов.

Книгу заключает глава об источниках освещения земной поверхности в ночное время — серебристых облаках, заре, свечении ночного неба. «Человек отвыкает наблюдать за небом. Поэтому... при каждой возможности отрывайте взгляд от земли и смотрите на небо. Как разнообразно оно и каждый раз по-своему удивительно красиво!» Эти слова автора книги обращены ко всем, кто любит природу и находит радость в общении с ней и в ее познании.

Обсерватории и институты

Полтавская гравиметрическая обсерватория

В. Г. БУЛАЦЕН
кандидат технических наук

И. А. ДЫЧКО
кандидат физико-математических наук

На северной окраине Полтавы, где «наступление» города остановлено заповедным полем Полтавской битвы, расположена Полтавская гравиметрическая обсерватория. Когда-то здесь была усадьба известного русского художника-передвижника Г. Г. Мясоедова (1834—1911). И теперь еще можно видеть следы старых аллей — сильно поредевшие ряды каштанов и ореховых деревьев, идущие к бывшему пруду, а у ворот входящих встречается столетний дуб, как встречал он И. А. Бунина, В. Г. Короленко, В. В. Докучаева.

Обсерватория основана в 1926 году известным советским ученым в области астрономии и геофизики, членом-корреспондентом АН СССР А. Я. Орловым (1880—1954). С 1964 года она на правах филиала входит в состав Института геофизики имени С. И. Субботина АН УССР. Название «гравиметрическая» свидетельствует о том, что одной из основных задач, поставленных при ее организации, было изучение силы тяжести. В то время молодое Советское государство нуждалось в изучении природных ресурсов, важнейшее звено которых — полезные ископаемые. Уже тогда среди специалистов сложилось убеждение, что гравиметрические измерения могут служить эффективным средством разведки полезных ископаемых.

Как известно, для определения силы тяжести используются величиной ее ускорения g , среднее значение которого на Земле составляет $9,8 \text{ м/с}^2$. Но еще во времена Ньютона было известно, что сила тяжести на полюсах больше, чем на экваторе. Позднее была установлена величина этой разницы, она составляет около 5 см/с^2 .

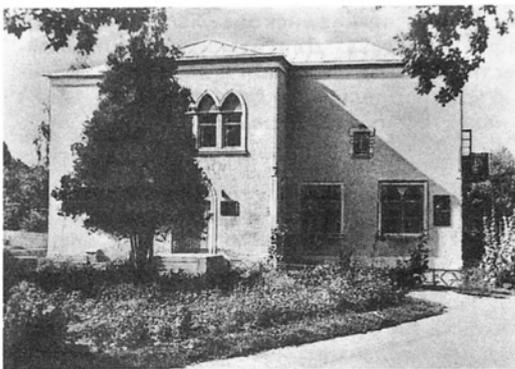
Зная закон, по которому сила тяжести увеличивается от экватора к полюсам, для любой географической широты можно вычислить соответствующее ей ускорение g . Однако при исследованиях с достаточно высокой точностью (например, до миллионной доли абсолютного значения g) измеренные значения не всегда соответствуют вычисленным. Объясняется это главным образом плотностными неоднородностями в верхних слоях земного шара. Отсюда становится понятной роль гравиметрии в геологоразведочных работах. В местах, где аномалии силы тяжести **положительны** (то есть значения измеренных g больше значений вычисленных), возможны залежи плотных пород — металлических руд. При **отрицательных** значениях g вероятно залежи более легких ископаемых, например нефти или газа. Для измерения силы тяжести с такой высокой точностью используются специальными приборами — маятниками или гравиметрами.

ГРАВИМЕТРИЧЕСКАЯ КАРТА УКРАИНЫ

Первой задачей, которую поставил перед Полтавской гравиметрической обсерваторией ее основатель А. Я. Орлов, было создание гравиметрической карты Украины. В большинстве случаев при высокоточном определении ускорения силы тяжести используются методом относительных наблюдений, когда измеряют не саму величину g , а ее разницу с эталоном — значением в контрольном пункте, где она тщательно и неоднократно измерялась. Такие наблю-



Основатель
Александр Яковлевич Орлов
обсерватории
(1880—1954)



Главное здание Полтавской гравиметрической обсерватории

дения называются **гравиметрическими связями**.

Для создания этой карты необходимо было прежде всего получить эталон, то есть точно определить ускорение силы тяжести в Полтавской гравиметрической обсерватории, относительно которого в дальнейшем производилась бы гравиметрическая съемка всей территории Украины. Сила тяжести в Полтаве была измерена по отношению к соответствующим значениям g пунктов СССР, где ранее измерения выполнялись относительно Потсдама (Германия) — центра европейских гравиметрических измерений. А кроме того, ускорение силы тяжести для Полтавы было непосредственно связано с потсдамским.

В отличие от наблюдений **по профилям**, которые тогда практиковались, А. Я. Орлов впервые предложил метод **площадной съемки**. Для этого необходимо было получить густую сеть гравиметрических пунктов на территории, превышающей по площади 600 тыс. км². До 1938 года небольшой в то время коллектив Полтавской гравиметрической обсерватории выполнил огромный объем работ по гравиметрической съемке Украины. Вот как описывает это активный участник работ, позднее директор обсерватории З. Н. Аксентьев (1900—1969): «Гравиметрические определения маятниковым способом — дело чрезвычайно трудоемкое. Они требовали от наблюдателей неутомимого труда и большой физической выносливости... Наблюдения качания маятников всех по очереди с целью определения их периодов проводились непрерывно по 12 часов подряд по программе, рассчитанной на одни, двое и более суток. Кроме маятников на обыкновенной крестьянской повозке от пункта к пункту перевозились часы, хронометры и большое количество вспомогательных приборов.

...Грунтовой дорогой, а то и по бездорожью пара лошадей тянула добрый воз, доверху нагруженный ящиками, закрытыми брезентом и надежно увязанными веревками. Два седока, удобно усевшись спереди, держали в руках большие ящики, а третий сидел сзади спиной к ним. Рядом с возом важно шествовал, помахивая кнутом, кучер-крестьянин. Этот несколько оригинальный транспорт можно было видеть с 1926 по 1938 годы под Киевом и Сумами, под Одессой и Николаевом, в Донбассе и Криворожье, а также в глухих, удаленных от железной дороги уголках Украины».

В результате многочисленных экспедиций, которые проводились ежегодно с 1926 по 1938 год, ускорение силы тяжести определили почти в 500 пунктах. Гравиметрическая карта Украины была создана и

передана в распоряжение геологических организаций для практического использования и дальнейшей детализации.

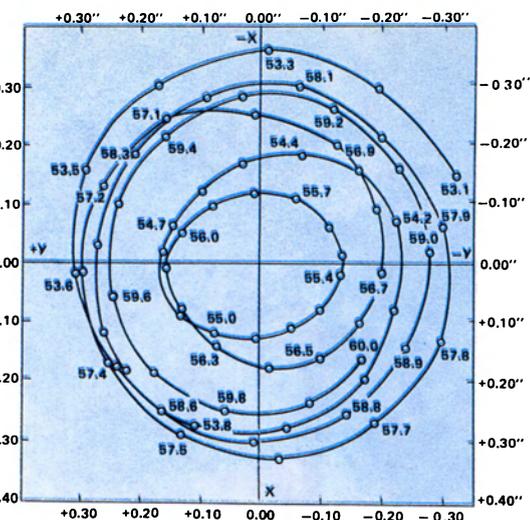
ПРИЛИВЫ В ТВЕРДОМ ТЕЛЕ ЗЕМЛИ

Современные высокоточные гравиметры в стационарных условиях могут зарегистрировать изменения силы тяжести с точностью до миллиардной доли ее абсолютного значения. Приливные изменения этой силы в сотни раз превышают точность современных гравиметров, а поэтому уверенно наблюдаются.

Известно, что не только вода в океанах и открытых морях, но и твердая часть Земли реагирует на приливные воздействия Луны и Солнца: два раза в сутки поверхность планеты поднимается и опускается. Величина этих деформаций в наших широтах достигает 40 см. Движения происходят медленно (от максимума до минимума — 6 часов), а потому незаметны без специальных приборов — гравиметров, деформографов и наклономеров (горизонтальных маятников). Эти приборы настолько чувствительны, что во время приливов регистрируют удаление точки наблюдения от центра Земли с точностью до миллиардной доли земного радиуса, а наклоны — до десятитысячной доли дуговой секунды (под таким углом виден волос толщиной в микрон на расстоянии 10 км).

Но вследствие большой чувствительности эти приборы реагируют и на другие возмущения. На их показания сильно влияют изменения температуры, давления атмосферы, движение транспорта, даже присутствие и перемещение людей. Поэтому приливорегистрирующие приборы приходится устанавливать в глубоких подвалах и шахтах.

В 50-х годах, уже после смерти А. Я. Орлова, его ученики и последователи начали наблюдения приливных деформаций Земли в глубоких шахтах Донбасса и Криворожья и в специально построенных шурфах на территории Украины. Благодаря накоплению большого объема данных наблюдений, которые кроме Полтавской обсерватории проводят еще несколько учреждений в нашей стране и за рубежом, удалось уточнить числа, характеризующие глобальные упругие свойства Земли и некоторые особенности ее внутреннего строения. Так, теоретически было показано, что если внутри Земли есть расплавленное ядро, то величина приливных деформаций на некоторых частотах должна возмущаться резонансным влиянием этого ядра. И действительно, наблюдения, проведенные с современной точностью, подтвердили расчеты.



Кривая движения полюса (полодия), полученная на основании широтных наблюдений отечественных обсерваторий с 1953 по 1971 год

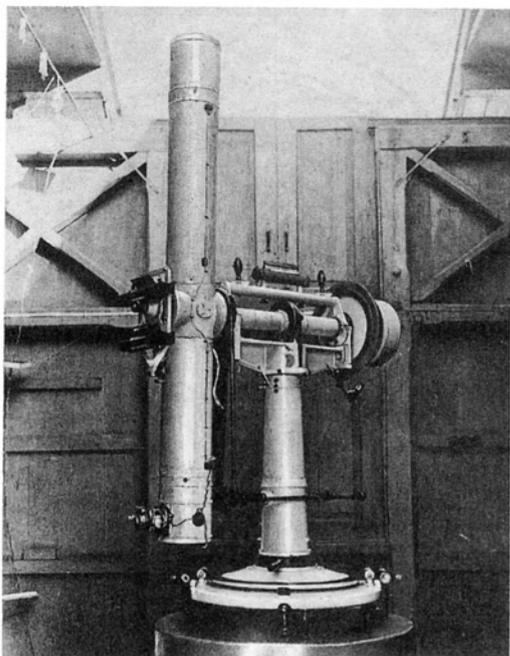
нансным влиянием этого ядра. И действительно, наблюдения, проведенные с современной точностью, подтвердили расчеты.

Перед Полтавской обсерваторией ставилась также задача выявить, как влияют на данные наблюдений земных приливов геологические и тектонические особенности земной поверхности. С этой целью проводились наблюдения по региональным профилям Сумы — Херсон и Киев — Артемовск. Результаты показали, что существенной зависимости приливных параметров от тектоники районов не обнаруживается.

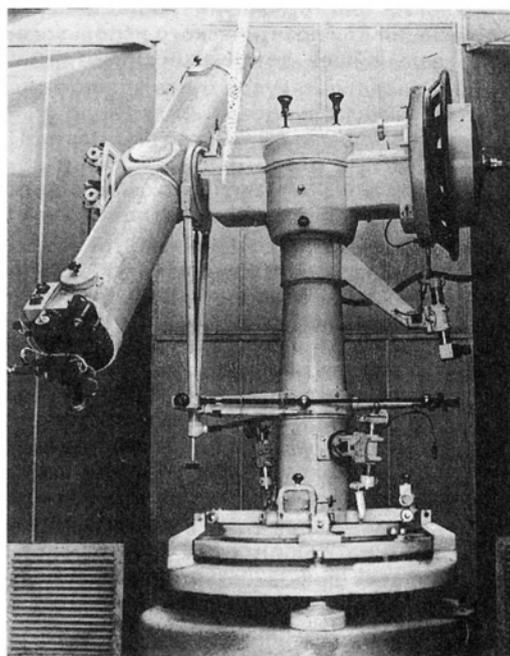
В последние годы сотрудники Полтавской гравиметрической обсерватории изучают медленные деформации земной поверхности над полями шахтных выработок и пытаются выявить предвестники землетрясений.

ИЗМЕНЯЕМОСТЬ ШИРОТ И ДВИЖЕНИЕ ПОЛЮСОВ

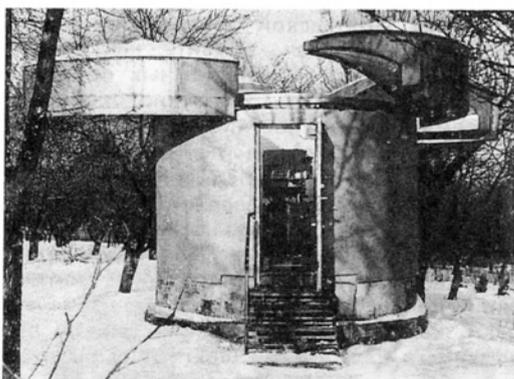
«Было и другое весьма веское соображение за то, чтобы организовать гравиметрические наблюдения именно в Полтаве. Дело в том, что о твердости Земли, о степени ее податливости можно судить не только по лунно-солнечным изменениям силы тяжести, но также и по тому периоду, с которым меняется широта места. Пол-



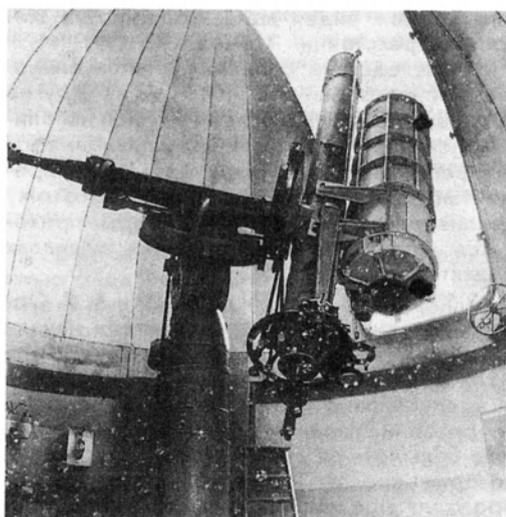
Зенит-телескоп Цейса, с помощью которого получен 30-летний ряд наблюдений ярких зенитных звезд



Зенит — телескоп ЗТЛ № 180, на нем выполняются две программы наблюдений звезд для определения колебаний широты Полтавы



Павильон астролэбии Данжона. Работы на этом инструменте позволяют определять колебания широты Полтавы и неравномерность суточного вращения Земли



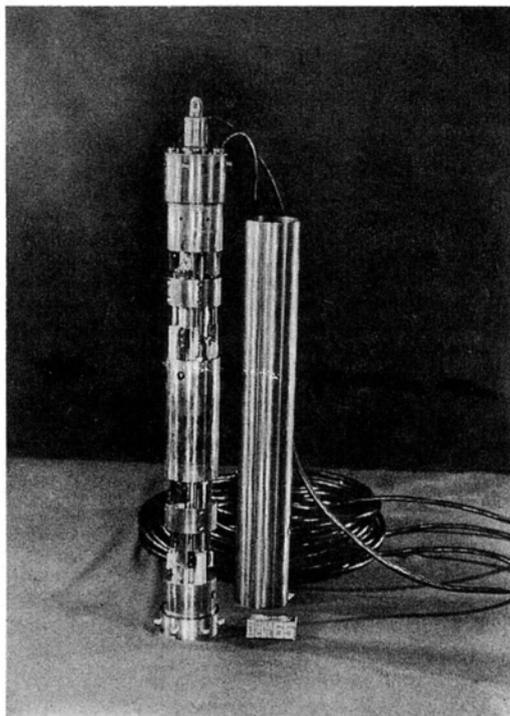
Рефрактор АВР-2 и 48-сантиметровый зеркальный телескоп для визуальных и фотоэлектрических наблюдений покрытия звезд Луной

тава же особенно была удобна для широтных наблюдений, так как на ее параллели в зените кульминировали две яркие зенитные звезды: α Персея и η Большой Медведицы, доступные для наблюдений днем и ночью. Таким образом, в Полтаве было легко и удобно объединить два рода наблюдений: широтные и гравиметрические, взаимно дополняющие друг друга». Так писал в свое время А. Я. Орлов о причинах, которые стали решающими при выборе местоположения новой обсерватории. Именно здесь была уникальная возможность объединить геофизические наблюдения приливных деформаций Земли и астрономические наблюдения двух ярких звезд. По уклонениям этих звезд от зенита можно судить об изменчивости широты места наблюдения и движении земных полюсов.

И в 1939 году в Полтавской гравиметрической обсерватории начались наблюдения зенитных звезд: α Персея и η Большой Медведицы. Эти работы, исключая вынужденный перерыв во время Великой Отечественной войны, ведутся до сих пор. Анализ продолжительных рядов наблюдений позволил получать интересные подробности, касающиеся особенностей вращательного движения Земли. Так, теоретиками были предсказаны колебания в движении полюса (а значит, и в изменениях широты). Они имеют период, близкий по времени к звездному суткам и возбуждаются резонансным воздействием расплавленного земного ядра. Колебания были впервые обнаружены Н. А. Поповым (1910—1985), который более 30 лет вел в Полтаве наблюдения двух этих звезд и выполнил тщательный анализ таких наблюдений. Стало быть, наличие в Земле расплавленного ядра подтвердилось еще одним независимым способом.

Таким образом, намеченные А. Я. Орловым перспективы исследований Полтавской обсерватории оказались актуальными на целые десятилетия вперед и ныне они успешно развиваются. В разные годы в обсерватории работали такие известные ученые, как академики АН УССР Е. П. Федоров (1909—1986), Я. С. Яцкив, член-корреспондент АН УССР З. Н. Аксентьева.

За последние два десятилетия существенно расширились аппаратная база и тематика исследований, возросла численность и, что особенно важно, квалификация



Скважинный наклономер Полтавской гравиметрической обсерватории (разработка А. М. Кутного и В. А. Овчинникова)

Фото А. Н. ЗАИКИ

сотрудников. Дальнейшее развитие научно-исследовательских работ обсерватории ее сотрудники связывают с улучшением организации научных исследований в соответствии с требованиями, поставленными перед нашей наукой. В первую очередь это касается автоматизации наблюдений и их обработки, внедрения радиоастрономических методов наблюдений, укрепления инструментально-приборной базы исследований, а также внедрения результатов научных исследований в народное хозяйство.

Из истории науки

Московская аттракция

Ю. Д. БУЛАНЖЕ
член-корреспондент АН СССР



Б. Я. Швейцер, профессор Константиновского межевого института (ныне Московский институт инженеров геодезии, аэрофото-съемки и картографии). Занимался изучением отклонения отвеса, открыл Московскую аттракцию

бом 150 лет назад (Земля и Вселенная, 1989, № 1, с. 54.— Ред.). Основным пунктом Московской триангуляции выбрали колокольню собора Ивана Великого в Московском Кремле. На конце единственного базиса этой сети, разбитого в районе Красной Пресни, устроили временную астрономическую обсерваторию для определения широты и широту этой обсерватории геодезическими методами с большой тщательностью передали на основной пункт. Кроме того, измерили широту еще на семи пунктах, расположенных на периферии триангуляционной сети.

Когда эти дополнительные астрономические определения широт были приведены геодезическим путем к колокольне Ивана Великого, обнаружилась невязка, которая указала на систематическую ошибку в определении широты основного пункта, далеко выходящую за пределы точности измерений.

В 1848 году профессор **В. Я. Струве** (1793—1864), принимавший деятельное участие в астрономических работах Генерального штаба, первым высказал предположение, что в окрестностях Москвы должна быть значительная местная аттракция, вызывающая отклонение отвеса. Его заинтересовался астроном Константиновского межевого института (ныне МИИГАиК) профессор **Б. Я. Швейцер** (1816—1873). Он выполнил большую работу, проверив вычисления Московской триангуляции и определив геодезические широты для колокольни Ивана Великого по данным других триангуляций. В то время Московская сеть уже была связана с тремя другими — Тверской, Смоленской и Петербургской триангуляциями, основанными на самостоятельных базисах и астропунктах. Все эти независимые определения широт геодезическими методами также были переданы на основной пункт Московской триангуляции. В результате получились невязки такого же характера, что и из данных подмосковных пунктов.

Именно так в первой половине прошлого столетия называлась Московская гравитационная аномалия. Первое указание на залежание пород аномальной плотности в окрестностях Москвы дала Московская триангуляция, выполненная Генеральным шта-

Не доверяя определению широты колокольни Ивана Великого, Швейцер сам фундаментально переопределил широту временной обсерватории на Красной Пресне. Но новые измерения совпали с данными Генерального штаба и сомнения были отброшены. Тогда Швейцер решил поставить специальные астрономо-геодезические работы, чтобы понять, что же все-таки вызывает столь значительные отклонения отвеса в равнинной местности.

Первые полевые работы развернулись летом 1848 года, но они мало что дали: небольшое число пунктов измерения (всего шесть) и их сравнительно невысокая точность не позволили сделать какие-либо определенные выводы о характере и протяженности залегающей под Землей возмущающей массы.

Продолжить работы Швейцеру удалось лишь в 1853 году, когда после долгих хлопот он, наконец, организовал экспедицию из нескольких воспитанников Константиновского межевого института. В тот год удалось определить 14 новых пунктов, расположенных на территории радиусом около 60 км вокруг Москвы. Это уже дало возможность проследить действие возмущающей массы на отвес и ориентировочно установить, в каких именно районах ее действие достигает максимума или минимума. Однако Швейцер не придал большого значения полученным результатам, более того, он считал, что из-за низкой точности измерений и непригодности инструментов к частым перевозкам вообще невозможно продолжать эти исследования. И возобновил он их только через пять лет, когда получил для этих работ более точный инструмент — вертикальный круг Репсольда. В 1858—59 годах была организована новая экспедиция, в ходе которой определили уже 48 пунктов, располагавшихся кольцевыми зонами через 5 км одна за другой, с радиусом внешней зоны около 45 км.

Рационально проведенное исследование, хорошее качество наблюдений и сравнительно высокая их точность позволили Швейцеру с полной определенностью установить существование значительной аттракции, вызывающей местное отклонение отвеса по широте. Тем не менее Швейцер продолжал расширять область исследований, в 1861 году удалось определить еще 43 пункта, и радиус внешней зоны увеличился до 80—100 км.

В 1862 году Швейцер опубликовал два сообщения, где подробно описал проделанную работу. Он привел первую карту Московской аномалии, на которой хорошо вырисовывались зоны положительных и от-



Здание Астрономической обсерватории Московского университета, 90-е годы прошлого века

рицательных отклонений отвеса, а также нулевая зона (нужно сказать, что ее направление и протяженность вполне согласуются с самыми последними исследованиями). В своих публикациях Швейцер попытался и объяснить причины, вызвавшие аттракцию. После длительных и сложных вычислений Швейцер заключает: «все явления отклонения отвеса в меридиане Москвы могут быть представлены вполне удовлетворительно, когда допустим, что поперек меридиана, с востока на запад, проходит слой земли, плотность которого равна почти половинной плотности земной коры (например, плотности каменного угля или лигнита), а ширина простирается от 24 до 29 верст, и что к северу и югу от этого слоя тянутся два других слоя, шириною в 33 версты, плотность которых в 1,5 раза больше плотности земной коры. Толщина слоев при этом принимается в 0,3 английской мили, то есть в 1584 русских фута». При этом Швейцер полагал, что слои аномальной плотности залегают в непосредственной близости к земной поверхности.

Позднее Швейцеру снова удалось расширить свои исследования — в 1862—1863 годах были определены широты еще в 150 пунктах. К этому времени на территории Московской губернии Генеральный штаб выполнил новую триангуляцию более высокой точности, она связала московскую сеть с первоклассными базами, заложеными на значительном расстоянии от аномалии. Результаты этих последних определений и общая сводка всех исследований опубликованы в третьем, и последнем, сообщении Швейцера, вышедшем в 1864 году, незадолго до его смерти. Здесь он приводит новую, более подробную карту укло-



И. А. Иверонов, профессор Межевого института, а затем ректор Московской сельскохозяйственной академии (впоследствии Сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева). Ученик Б. Я. Швейцера, прославился изучением Московской аттракции

бы иметь работы по определению длины секундного маятника, то есть по определению силы тяжести. Он также разобрал вопрос о возмущающем действии некоторых геометрических тел аномальной плотности, погребенных под земной поверхностью, на направление отвеса и вывел формулы для вычисления угла отклонения отвеса (из-за своей громоздкости они, правда, представляют скорее теоретический, нежели практический интерес).

Московской аттракцией после смерти Швейцера вновь заинтересовались лишь в 1893 году, когда появилась новая статья профессора Слудского. На основании материалов, собранных Швейцером, он предложил новую интерпретацию этого явления. В статье установлена связь между отклонениями отвеса и аномальным напряжением силы тяжести. Предвычисляя возможные отклонения наблюдаемого значения ускорения силы тяжести от нормального, он вновь высказывает мысль о необходимости сплошной гравиметрической съемки всего района. В том же 1893 году профессор **И. А. Иверонов**, преподаватель Межевого института, возглавил первую экспедицию по определению силы тяжести в районе аттракции с помощью оборотного маятника Репсольда. Измерения относительно Москвы были сделаны в пунктах Царицыно, Подольск и Дмитров. И хотя этот прибор обеспечивал малую точность абсолютных измерений силы тяжести, относительные определения в Царицыне и Подольске были сделаны довольно точно — с современными они расходятся всего лишь на несколько миллигал. Понятно, что измерения на малом числе пунктов, выполненные в экспедиции Иверонова, не могли внести существенно нового в изученность аномалии, они лишь подтвердили предвычисления, сделанные Слудским. К тому же громоздкость полевой аппаратуры и сложность наблюдений при сравнительно малой их точности вынудили тогда Иверонова оставить мысль о сплошной маятниковой съемке и вернуться к методам, предложенным когда-то Швейцером.

В 90-х годах прошлого столетия в России получил распространение довольно точный способ определения разности долгот по телеграфу. Воспользовавшись этим, Иверонов произвел определения долгот для 6 пунктов, расположенных на территории аттракции. А когда обработал эти наблюдения совместно с данными триангуляции, то обнаружил значительные отклонения отвеса не только по широте, но и по долготе. Этой опубликованной в 1902 году работой и закончилось изучение Московской аномалии негравиметрическими методами.

нений отвеса, основанную на наблюдениях в 245 пунктах.

Исследования Швейцера имели большое теоретическое и практическое значение для астрономо-геодезистов. С полной очевидностью они показали, что отклонение отвеса, вызываемое неравномерным распределением масс в поверхностных слоях земной коры, может наблюдаться не только в горных районах (как раньше думали), но и на равнинных территориях. Одним из первых на эти работы откликнулся профессор **Ф. А. Слудский** (1841—1897) в статье «Об отклонениях отвесных линий», а также академик **О. И. Сомов** (1815—1876). Слудский рассмотрел некоторые методы исследования местных аттракций и впервые подчеркнул важное значение, которое могли

Через семь лет, обследуя Московскую аномалию методом относительных определений силы тяжести, профессор **П. К. Штернберг** (1865—1920) сделал фундаментальную маятниковую связь Московской астрономической обсерватории на Красной Пресне с обсерваторией Пулково, для которой ускорение силы тяжести было уже известно. Измерения велось трехмаятниковым прибором Штюкрата с комплектом высококачественных бронзовых маятников. В итоге в центральной части аномалии был получен опорный пункт весьма высокой по тому времени точности. Пользуясь этим пунктом как исходным, в 1915 и 1916 годах Штернберг начал планомерное обследование района аномалии. Провести сплошную маятниковую съемку тогда не представлялось возможным, так что ограничилось определением силы тяжести лишь в нескольких пунктах. Пункты выбрали с таким расчетом, чтобы можно было получить отчетливое представление о характере изменений силы тяжести в районах максимальных уклонений отвеса, обнаруженных Швейцером, а также о протяженности нулевой зоны в широтном направлении. Наблюдения были выполнены в семи точках, из которых пять (Нескучный сад, Узкое, Подольск, Молоди, Киово) находились близ меридиана Московской астрономической обсерватории — одна на западе, в Кубинке, другая на востоке, в Павлово-Посаде. Измеряли тем же самым прибором, которым была осуществлена связь обсерватории с Пулковом.

Эти работы по инициативе профессора **А. Я. Орлова** (1880—1954) продолжились лишь в 1924—1925 годах Кучинским геофизическим институтом. За два полевых сезона определили 29 пунктов, большая часть которых находилась в районе разреза Штернберга. (Напомним, что разрезом Штернберга называют меридиональный разрез Московской гравитационной аномалии, совпадающий с меридианом Московской государственной астрономической обсерватории, которая ранее находилась на Красной Пресне). По данным этих экспедиций и определений, сделанных Штернбергом, в 1929 году **Д. В. Пясковский** составил первую гравиметрическую карту, которая довольно хорошо определила контуры гравитационной аномалии. Для уточнения разреза Штернберга Астрономо-геодезический институт при Московском государственном университете сделал через несколько лет определения ускорения силы тяжести дополнительно еще в 12 пунктах по меридиану астрономической обсерватории. На основе этих работ и учитывая предшество-



П. К. Штернберг, профессор Московского университета, а затем директор Московской обсерватории. Планомерно обследовал район Московской атракции. Один из руководителей Октябрьской революции в Москве, член Центрального штаба Красной Гвардии

вавшие измерения, профессор **Н. Н. Парийский** сделал разрез аномалии по профилю Штернберга. Разрез с исчерпывающей полнотой определил ее протяженность с севера на юг и характер изменений силы тяжести в ее центральной части, наиболее интересной с геофизической точки зрения.

В 1936 году группа научных сотрудников ЦНИИГАиКа под руководством профессора **И. А. Казанского** на примере Московской аномалии впервые вывела уклонения отвеса по гравиметрическим данным. Поскольку район аномалии был хорошо изучен в астрономо-геодезическом отношении, то удалось надежно сравнить уклонения отвеса, вычисленные на основании гравиметрической съемки и астрономо-геодезических измерений. В этой работе удалось решить ряд вопросов, получивших в дальнейшем большое научное и прикладное значение.

В середине 30-х годов началась реконструкция Москвы, которая потребовала пересмотра минеральных и энергетических ресурсов Московской области. Тогда снова встал вопрос о расшифровке причин, вызывающих Московскую гравитационную аномалию. В Сейсмологическом институте Академии наук СССР в 1936 году было принято решение провести подробное комплексное геофизическое обследование аномалии, включающее бурение. Решить эту задачу нельзя было без достаточно подробной и надежной гравиметрической карты, и не только для центральной части аномалии, но и для ее периферии. Ведь съемки, выполнявшиеся раньше, велись главным образом в районе разреза Штернберга, так что выходные аномалии оставались почти не обследованными. Кроме того, в районах, имеющих ярко выраженный гравиметрический рельеф (здесь можно было ожидать более крутой наклон вызывающих аномалию пород), предполагалось поставить сейсмические работы. С их помощью надеялись определить глубину разделов и получить представление о плотности горных пород верхней толщи земной коры.

В соответствии с этим планом в 1937—1938 годах сотрудники Сейсмологического института под руководством профессора **А. А. Михайлова** выполнили измерения силы тяжести в 67 пунктах, это существенно уточнило конфигурацию отдельных участ-

ков аномалии, особенно на ее периферии. Сейсмические работы, однако, тогда провести не удалось, а позднее, в предвоенной обстановке в стране, исследования Московской аномалии были прекращены вовсе.

На этом можно было бы и закончить рассказ о Московской аттракции... если бы не один почти анекдотический факт, завершивший эти исследования. В те годы геологи мало общались с геофизиками. Но в изучении энергетических ресурсов Московской области они принимали не менее активное участие, чем геофизики, хотя и работали в полном отрыве от них. На основании соображений только своей науки геологи заложили буровую скважину, чтобы достигнуть кровли основных пород. Не имея гравиметрических данных или не доверяя им, скважину забурили в районе гравитационного минимума и она, естественно, вошла в мощный слой осадочной толщи. Потом на глубине 2,5 км бурение прекратили.

И только много лет спустя эта буровая, так и не давшая сведений о глубине залегания основных пород, принесла-таки москвичам огромную пользу. Она вскрыла мощный водоносный слой — отличнейшая минеральная вода получила впоследствии название «Московская минеральная». Большой дебет этой полюбившейся москвичам воды с лихвой окупил все затраты на бурение скважины, предназначенной для решения задач совсем иного характера.

Информация

После сильных землетрясений

Влияют ли землетрясения на атмосферу Земли и ее магнитное поле? Относительно хорошо изучены лишь специфические волнообразные возмущения, которые порождают акустико-гравитационные волны, возникающие при колебаниях земной поверхности в районе эпицентра сейсмического толчка. Группа сотрудников Тбилисского государственного университета и Института геофизики ГССР провела глобальный анализ возмущений в ионосфере и геомагнитном поле, которые зарож-

даются после сильных землетрясений (с магнитудой 7—8,5). Для анализа они выбрали 32 землетрясения, разразившихся за последние 20 лет в различных районах земного шара — от Аляски до Колумбии. «Отклики» этих землетрясений авторы проследили по магнитограммам и ионограммам ряда советских обсерваторий: в первом случае наблюдались характерные пульсации магнитного поля, во втором — искажения ионограммного следа в виде дополнительных расслоений ионизации на высоте 110—200 км в атмосфере.

Обработав информацию на ЭВМ, авторы пришли к следующему выводу. В течение 30—50 мин после сильного сейсмического удара в ионосфере и геомагнитном поле регистрируются возмущения, которые распространяются от эпицентра со скоростью от 1,5 до 20 км/с (быстрые возмущения). Кроме них, с сильными землетрясениями связаны крупномасштаб-

ные волнообразные возмущения, перемещающиеся более медленно — их скорость 130—600 м/с. Совпадение моментов появления магнитных сигналов и искажений ионограммного следа говорит, как считают авторы, об электромагнитной природе наблюдаемых возмущений. Чтобы детально разобраться в механизме воздействия землетрясений на магнитное поле Земли и ее ионосферу, необходимы дополнительные экспериментальные исследования.

Известия АН СССР:
Физика Земли, 1989, 1

Восстанавливая страницы истории

В. А. БРОНШТЭН
кандидат физико-математических наук

В предлагаемых вниманию читателей очерках речь пойдет о загадках, которые поставила нам... история астрономии. Нет сомнения в том, что любой ученый и любитель науки должен знать не только саму науку, но и ее историю, включая имеющиеся в ней «белые пятна».

Те события, о которых мы собираемся рассказать, отделены от нас сотней лет. Речь пойдет об ученых, живших и работавших в нашей стране на рубеже XIX и XX веков.

Очерк первый. Николай Долгоруков

В 1986 году я начал работать над историей создания теории движения Луны¹.

Читая прекрасный обзор известного небесного механика и историка науки Н. И. Идельсона «Закон всемирного тяготения и теория движения Луны», помещенный в его книге «Этюды по истории небесной механики» (М.: Наука, 1975), я увидел ссылку: Долгоруков. «Теория движения Луны». 1902. На этот труд Идельсон ссылается трижды, но в примечаниях нет ни слова о том, кто такой Долгоруков. За 50 лет своей работы в области астрономии я тоже не слышал такой фамилии. Кто же был Долгоруков, написавший целую монографию по теории движения Луны?



Николай Петрович Долгоруков
(фотография 80-х годов XIX века)

КНЯЗЬ — АСТРОНОМ

Беру «Очерки по истории астрономии в России» Б. А. Воронцова-Вельяминова (М.: Гостехиздат, 1956) и там нахожу по указателю фамилию Долгорукова. Вот что про него сказано: «Отметим также, что в 80-х годах лекции по теоретической астро-

¹ Книга В. А. Бронштэна «Как движется Луна» выйдет во втором полугодии 1989 года в издательстве «Наука» — Ред.

ВЕКОВЫЯ НЕРАВЕНСТВА

вЪ

ДВИЖЕНИИ ЛУНЫ.

Кн. Николая Долгорукова,
КАНДИДАТА ИСОС. УНИВЕРСИТЕТА.

РАССУЖДЕНИЕ НА СТУПЕНИ МАГИСТРА АСТРОНОМИИ.

САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

ТИПОГРАФИЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.
(Выс. стр., 9 лав., № 12.)
1885.

Титульный лист магистерской
диссертации Н. П. Долгорукова

номии в Петербургском университете читал Н. П. Долгоруков, разрабатывавший теорию движения Луны».

И все... Но я узнал из этой краткой информации, во-первых, инициалы Долгорукова, а во-вторых, его место работы — Петербургский университет. Иду в Библиотеку имени Ленина, беру «Биографический словарь профессоров и преподавателей С.-Петербургского университета за 1869—1894 гг.», просматриваю его. Долгорукова там нет! А может быть в книге Воронцова-Вельяминова ошибка, и Долгоруков в Петербургском университете не преподавал?

Я решил пойти по другому пути. В библиотеке Государственного астрономического института имени Штернберга смотрю каталог. О! Да тут не одна, а целых четыре книги Долгорукова. Заказываю их. Через 15 минут мне приносят эти книги.

Смотрю первую из них. На титульном листе читаю: «Кн. Ник. Долгоруков, кандидат Московского университета. Вековые неравенства в движении Луны. Рассуждение на степень магистра астрономии. СПб, Академия наук, 1885». В ней — 109 страниц. В конце указано, что работа закончена в Пулковке в мае 1885 года.

Итак, теперь я знаю, что Долгоруков был князь, что он окончил с отличием Московский университет (только таким присваивали степень кандидата), что в 1885 году он работал в Пулковской обсерватории и там подготовил магистерскую диссертацию.

Беру вторую книгу, ту, на которую ссылался Н. И. Идельсон: «Кн. Н. Долгоруков (магистр астрономии). Теория движения Луны. Опыт руководства. СПб, Академия наук, 1902». В книге 366 страниц. Но это не монография, а учебник по теории движения Луны, единственный учебник по этой теме на русском языке. Просто удивительно, что за 85 лет, истекшие со времени выхода книги, никто даже не подумал написать другой, более современный учебник. А ведь теория движения Луны — прекрасная тема спецкурса для будущих небесных механиков. В наше время она находит применение в построении теории движения не только естественных, но и искусственных спутников Земли, Венеры, Марса, планет-гигантов.

Но вернемся к Николаю Долгорукову. Просматриваю две его последующие работы. Обе они изданы в Петербурге в 1912 году. Первая называется «Движение лунного перигея». Это небольшая (70 страниц) монография, законченная еще 29 мая 1911 года и тогда же подаренная библиотеке Астрономической обсерватории Московского университета с дарственной надписью автора. Но год выхода почему-то указан 1912. Вторая — тоже монография «Неравенства лунных месяцев», побольше предыдущей (98 страниц), издана Русским астрономическим обществом как приложение к его «Известиям». Книга посвящается «славному Геодэту (то есть геодезисту — В. Б.) и Астроному Василию Васильевичу Витковскому», ее эпиграф «Per aspera ad Selenam» — слегка измененное автором известное изречение «Per aspera ad astra» («Сквозь тернии — к звездам!»). Теперь оно звучит так: «Сквозь тернии — к Луне!». И дальше автор приводит замечательные слова Даламбера: «Идите вперед — и вера в успех придет!» Эти изречения раскрывают нам, если не полностью, то хотя бы отчасти, внутренний мир ученого. Нет, о таком человеке надо узнать побольше. Но как?

То, что Н. П. Долгоруков был князем, не должно нас удивлять. Такие известные ученые, как сейсмолог академик Б. Б. Голицын, оптик, изобретатель новой системы телескопа, член-корреспондент АН СССР Д. Д. Максудов, географ П. А. Кропоткин — тоже носили до революции княжеские звания.

Но чьим сыном был Николай Долгоруков? По отчеству и возрасту подходит ему в отцы известный историк и генеалог Петр Владимирович Долгоруков (1816—1869), либерал по убеждениям, автор проекта русской конституции. Он не раз подвергался преследованиям со стороны царского правительства за свои радикальные взгляды, побывал даже в ссылке и, наконец, в 1859 году навсегда покинул Россию, чтобы в своих публицистических сочинениях обличать самодержавие. По словам А. И. Герцена, он «как неутомимый тореадор, дразнил, без отдыха и пощады, точно быка, русское правительство»¹. Роль П. В. Долгорукова в критике земства отмечает в одной из своих статей В. И. Ленин.²

И все-таки пока у меня нет никаких доказательств, что П. В. Долгоруков — отец астронома. Где же их добыть? Смотрю составленную самим П. В. Долгоруковым «Российскую родословную книгу». Нахожу род Долгоруковых. Да, там есть сын Петра Владимировича, но не Николай, а Владимир, родившийся в 1848 году. Книга вышла в свет в 1854 году, Николай же родился, как указано в «Библиографии русской астрономической литературы за 1800—1900 гг.» Н. Б. Лавровой, в 1853 году. Может быть, автор просто не успел вставить его в родословную? Но это, увы, только догадка.

Заказываю в Ленинской библиотеке книгу П. В. Долгорукова «Петербургские очерки». Сам он о своей семье и детях ничего не пишет, но в предисловии С. В. Бахрушина сказано, что он «... 1 мая 1859 г. выехал через Одессу за границу... бросив на родине жену... и малолетнего сына» (опять же — одного сына). Много позже к нему в Швейцарию нелегально приехал сын, князь Владимир Петрович, которого он оставил

ребенком в России. Это было в 1867 году. Ну, допустим, Владимир а такую опасную поездку 14-летнего брата не взял. Но и это догадка!

Следуя примеру И. Л. Андроникова, известного своими блестящими литературными изысканиями, я послал запрос в Ленинград в Институт русской литературы АН СССР (Пушкинский дом). Там есть уникальная картотека, составленная в прошлом веке пушкинистом Борисом Львовичем Модзалевским (1874—1928). В ней собрано около 300 000 карточек с фамилиями русских деятелей, о которых Модзалевский хотя бы раз прочитал где-нибудь в печати. Вдруг он и о Долгорукове что-нибудь читал?

Ответ приходит неутешительный: ни в картотеке Б. Л. Модзалевского, ни в картотеке С. А. Венгерова сведений о нем нет.

И тогда я вспомнил про посвящение Долгоруковым одной из своих книг «славному Геодэту и Астроному» В. В. Витковскому. Кстати, в письмах астронома А. М. Жданова (1858—1914) к Витковскому, опубликованных в 1955 году в «Историко-астрономических исследованиях», есть такая фраза: «как именует его наш уважаемый Николай Петрович». В комментариях автора публикации писем Ю. Г. Переля не расшифровывается, о ком идет речь, но мне-то это ясно! Значит, и Жданов, и Витковский были знакомы с Долгоруковым, больше того, находились с ним в хороших отношениях.

В. В. Витковский (1856—1924) был не только выдающимся астрономом и геодезистом, но и публицистом. Его перу принадлежат две книги очерков: «За океан» (о путешествии в Америку и по странам Европы) и «Пережитое» (эта книга вышла уже после смерти автора). Внимательно читаю «Пережитое». И тут нахожу ценнейшую информацию о Долгорукове.

Вот что сообщает Витковский. В 1884 году в Пулковскую обсерваторию прибыл комитет для заслушивания годового отчета о деятельности обсерватории. Возглавлял этот комитет граф Д. А. Толстой, министр внутренних дел и, по совместительству, президент Российской академии наук, и он же... шеф жандармов. Этот «жандарм-президент», ярый поборник «сильной власти», провел ряд реакционных реформ, в том числе и в высшей школе, вызвавших студенческие волнения, в которых принял участие и молодой Владимир Ульянов.

Директор Пулковской обсерватории О. В. Струве по очереди представлял Толстому астрономов обсерватории. «Когда очередь дошла до князя Н. П. Долгору-

¹ Герцен А. И. Полное собрание сочинений и писем, 1923, т. 21, с. 89.

² Ленин В. И. Полное собрание сочинений, т. 5, с. 68.

НЕРАВЕНСТВА ЛУННЫХЪ МѢСЯЦЕВЪ

ИЗСЛѢДОВАНИЕ

Кн. Н. Долгорукова.

(Приложение къ Извѣстіямъ Русскаго Астроном. Общества за 1912 г.).

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Ю. Н. Орликъ (изд. А. Ф. Коллинсъ) М. Дворянская. 19.
1912.

Титульный лист книги Н. П. Долгорукова
«Неравенства лунныхъ месяцев» (1912 г.)

кова, то безжизненное лицо Толстого просяло и он с ласковой улыбкой спросил, не родственник ли он князя Долгорукова, бывшего тогда московским генерал-губернатором. Услыхав, что наш астроном сын Петра Владимировича Долгорукова (известного эмигранта), улыбка Толстого мгновенно исчезла и он, не кивнув ему даже головой, обратился к следующему из представлявшихся».

Да, шефу жандармов Д. А. Толстому сын русского либерала внушал опасение и неприязнь. Ведь граф Толстой не мог не знать, что отец астронома, П. В. Долгоруков, сотрудничал с А. И. Герценом и печатался в «Колоколе». Его книги «Правда о России» и «Памфлеты эмигранта» продолжали разить самодержавный строй и после смерти их автора.

В ОБСЕРВАТОРИИ И УНИВЕРСИТЕТЕ

Я чувствовал, что оставаясь в Москве, не смогу собрать всех нужных сведений об

астрономической деятельности Н. П. Долгорукова. Ведь работал же он в Пулковской обсерватории: об этом говорит и он сам, и Витковский. И я поехал в Ленинград, остановился в гостинице Пулковской обсерватории и стал листать толстые отчеты о работе обсерватории, которые составлял в те годы сам О. В. Струве. Из них я узнал, что Николай Долгоруков был зачислен в «сверхштатные сотрудники» обсерватории (должность, соответствующая современному младшему научному сотруднику) летом 1882 года, что вскоре он сдал магистерский экзамен в Петербургском университете, в мае 1885 года закончил и успешно защитил магистерскую диссертацию, а в октябре 1886 года покинул обсерваторию, чтобы получить по конкурсу должность приват-доцента в Петербургском университете.

Но как же объяснить отсутствие Долгорукова в списках профессоров и преподавателей Петербургского университета? А может быть, он не прошел по конкурсу?

Прошел! В юбилейном сборнике «К пятидесятилетию Николаевской Главной астрономической обсерватории» (так тогда называлась Пулковская обсерватория), изданном в 1889 году, в списках сверхштатных астрономов обсерватории (за все 50 лет) стоит фамилия Долгорукова, а в графе «служба в настоящее время» значится «приват-доцент СПб университета».

Чтобы уточнить деятельность Долгорукова в университете по архивным данным, пришлось обратиться в Ленинградский государственный исторический архив. Удалось выяснить, что в университете Н. П. Долгоруков преподавал с 1886 по 1891 год, что он читал там курсы теоретической астрономии и истории астрономии. В юбилейных статьях, посвященных 150-летию Ленинградского университета, астрономы А. А. Немиро, К. В. Холшевников, Р. А. Лях высоко оценивают деятельность Н. П. Долгорукова в университете, называя его даже в числе преемников А. Н. Савича, который 40 лет руководил там кафедрой астрономии. В более новой публикации (1981 г.) Р. А. Лях и К. В. Холшевников пишут о нем следующее: «Научные интересы Н. П. Долгорукова были связаны с теорией движения Луны. Его магистерская диссертация посвящена вычислению вековых неравенств в движении Луны. Особо следует отметить первый на русском языке и единственный до настоящего времени систематический курс теории движения Луны, изданный им в 1902 г.» Но эта статья появилась в редком и мало читаемом издании — «Ученых записках Ленинградского университета». Широкому

кругу читателей, даже многим астрономам она была недоступна.

Из другого редкого издания — «Известий Русского астрономического общества» — я узнал, что Н. П. Долгоруков вступил в это общество в начале 1891 года (общество было организовано в 1890 году). Что в 1906 году он получил за свой учебник премию Русского астрономического общества, правда половинную, потому что другая половина была присуждена не менее достойному соискателю — П. К. Штернбергу. Из этих же «Известий РАО» я узнал и совсем неожиданный факт — что в 1892 году Долгоруков служил уже в Ташкенте, но не в обсерватории, а в Ташкентской конторе Государственного банка.

Вот тебе и на! С чего это его туда занесло?

ЧИНОВНИК ГОСУДАРСТВЕННОГО БАНКА

И вот я сижу в Центральном государственном историческом архиве в Ленинграде, расположившемся в знаменитом особняке Лавала (отца жены декабриста Екатерины Трубецкой) на набережной Невы. Передо мной «Дело бывшего старшего инспектора Гос. банка статского советника князя Николая Петровича Долгорукова» на 133 листах. Из него выясняется, что по окончании Московского университета Долгоруков работал учителем в Орловском реальном училище, преподавал там математику, механику, черчение и английский язык. Но уже с 1877 года он начал служить в Госбанке в Петербурге, сначала на очень невысоких должностях. В 1882 году он перешел в Пулковскую обсерваторию, потом в университет. Но уже в 1887 году он, не оставляя преподавание в университете, вновь поступил в Госбанк. В начале 1891 года банковское начальство назначило его управляющим Ташкентским отделением Госбанка. Университет пришлось оставить.

Три года ташкентской «ссылки», как именует ее сам Долгоруков, — тяжелейшие годы его жизни. Не отличаясь и ранее хорошим здоровьем, он с большим трудом переносил местный климат. А тут еще добавились преследования группы высокопоставленных лихоимцев, которым новый управляющий банком встал поперек дороги, не соглашаясь покрывать их финансовые махинации. Долгоруков пишет столичному начальству письма, полные отчаяния, умоляет перевести его из Ташкента куда-нибудь в другое место, использует личные связи.

Все напрасно. Три года ему приходится проработать в Ташкенте день в день. Но вот наконец три года истекают и его переводят в Петербург. Несколько раз он берет отпуск для поправления вконец расстроенного здоровья. Наконец, в марте 1899 года он выходит в отставку в чине статского советника и навсегда расстается с банком.

СНОВА В НАУКЕ

Еще до своей отставки Н. П. Долгоруков решил вернуться в университет. Летом 1897 года он обращается к университетскому руководству с просьбой допустить его к чтению лекций. Разрешение получено, и вот 2 октября 1897 года он начинает читать новый курс «Теория движения Луны». Это — основа его будущего учебника. Отрабатывая курс, он одновременно пишет учебник. В 1902 году книга выходит в свет, а в 1906 году он получает за нее премию Русского астрономического общества, о чем мы уже знаем.

В том же году 53-летний Долгоруков женится на вдове генерала, богатой домовладелице Е. В. Мельницкой. По-видимому, этот брак был фиктивным: как явствует из адрес-календарей Петербурга, супруги жили врозь, на разных квартирах. Зато его жена получила титул княгини, а сам Долгоруков — некоторые средства, позволившие ему спокойно заниматься наукой.

В эти годы он и выполнил два своих последних исследования, о которых мы писали выше: о движении лунного перигея и о неравенствах лунных месяцев. В сентябре 1912 года он начал переговоры с Казанским университетом о защите докторской диссертации, в качестве которой представил первое из этих сочинений. Казанский университет был готов принять диссертацию к защите: десять экземпляров ее уже были переданы на физико-математический факультет. Но тут возникло неожиданное препятствие: Долгоруков потерял свой магистерский диплом. Он вообще был человеком рассеянным и не раз терял важные документы (такие случаи зафиксированы в его «деле»). На получение дубликата диплома ушел целый год. Наконец, дубликат был получен и в начале октября 1913 года все документы отправлены в Казань.

На этом, однако, заканчивалось его «петербургское» дело и из него нельзя было узнать, защитил ли Долгоруков диссертацию. Пришлось запрашивать Казань, Центральный государственный архив Татарской АССР. Ответ приходит быстро: да, Н. П. Долгоруков защитил докторскую дис-

сертацию на тему «Движение лунного перигея» 20 апреля 1914 года, и 10 мая того же года Советом университета был утвержден в ученой степени доктора астрономии.

Мне хочется знать подробности защиты: кто был оппонентом, как оценили работу? На первый вопрос отвечает та же архивная справка: оппонентами выступили заслуженный ординарный профессор Д. И. Дубяго и приват-доцент (в дальнейшем профессор) В. А. Баранов. Где же была публикация о защите? Библиограф ГАИШа Н. Б. Лаврова дает совет, где искать. Перелистав несколько толстых томов «Известий Казанского университета», я нахожу отзыв профессора Д. И. Дубяго о работе Долгорукова. Отзыв строгий и продуманный до мелочей. Есть немало критических замечаний. Но

итог положительный: работа заслуживает присуждения докторской степени.

Ну а дальше? Чем обогатил науку новоиспеченный доктор астрономии? К сожалению, новых работ он не сделал. Последнее упоминание о Долгорукове мы находим в адрес-календаре Петрограда на 1917 год: Долгоруков проживает по Пушкинской улице, 20. После этого издание адрес-календарей прекратилось до 1923 года. А в 1923 году Долгорукова в Петрограде уже не было.

Что же с ним случилось? Умер? Эмигрировал? Переехал в другой город? Никаких сведений об этом найти пока не удалось. Скорее всего, 64-летний Долгоруков скончался в 1917 году в Петрограде.

Информация

Вероятность новых землетрясений

Выступая на конференции Американского геофизического союза, в декабре 1988 года Р. Билэм (Университет штата Колорадо) указал, что более трети всех крупнейших и быстро растущих городов мира расположены в зоне высокой сейсмической активности. Спитакское землетрясение в Армении в декабре 1988 года отнюдь не принадлежало к числу особенно сильных: его магнитуда не превышала 6,7 по шкале Рихтера. Катастрофические последствия были вызваны в значительной мере тем, что эпицентр располагался в густо населенной зоне, а также несоблюдением правил сейсмического строительства.

Р. Билэм представил карту, которая показывает: примерно сто городов, находящихся в зонах

высокого сейсмического риска, к 2000 году будут иметь население не менее 2 млн. жителей каждый. Около 40 % этих городов построены либо в радиусе 200 км от ближайшей границы тектонической плиты земной коры, либо недалеко от эпицентра сравнительно недавнего разрушительного землетрясения. Согласно подсчетам автора, к 2035 году в таких городах будут жить примерно 600 млн. человек.

Выступивший на конференции советский ученый Л. П. Зоненшайн (Институт океанологии АН СССР) подчеркнул, что Спитакское землетрясение произошло в районе с весьма сложным геологическим строением. Область эта не только заключена между Евразийской плитой земной коры с севера и Аравийской — с юга, но и расчленена на множество отдельных микроплит с мелкими разломами, что даже опаснее в сейсмическом отношении, чем один крупный разлом. Очаги землетрясений здесь залегают на малой глубине — около 25 км, а это особенно повышает вероятность разрушений.

Опубликована оценка сейсмического риска для территории Японии. Несмотря на то, что там

неукоснительно соблюдаются правила строительства, если у восточного побережья Японии случится подземный толчок магнитудой 7,9 по шкале Рихтера, и если он случится зимой и во второй половине рабочего дня, это приведет к гибели примерно 150 тыс. жителей Токио, а число раненых превысит 200 тыс. Подобные события уже случались в Японии: Токийское землетрясение 1923 года с такой магнитудой стоило жизни более чем 100 тыс. человек.

Местом наиболее вероятного следующего мощного сейсмического удара сейчас считается район Паркфилда в штате Калифорния (США). 80-процентная вероятность толчка магнитудой 7,5 существует вблизи островов Деларова (Алеутский архипелаг, штат Аляска). Острову Ванколо (Республика Вануату на юге Тихого океана) грозит такое же землетрясение с вероятностью 83 %. От 60 до 66 % риска составляет ныне сейсмическая опасность в районах Хамы (побережье Эквадора), Никои (Коста-Рика).

New Scientist, 1988, 120, 1643

Возвращение на Луну

В. В. ШЕВЧЕНКО
Доктор физико-математических наук

ЛУНА В ИНФРАСТРУКТУРЕ ЗЕМНОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ

Активный этап космических исследований Луны закончился в середине 70-х годов. Последним аппаратом с Земли, посетившим Луну, была советская автоматическая станция «Луна-24». В августе 1976 года возвращаемый аппарат этой станции доставил на Землю образцы лунного грунта, полученные в результате бурения двухметровой скважины в одном из районов Моря Кризисов (Земля и Вселенная, 1977, № 1, с. 18.— Ред.).

Еще раньше, в 1972 году, состоялась последняя пилотируемая экспедиция по американской программе «Аполлон». Заметим, что в ней впервые участвовал ученый-геолог — Х. Шмитт (Земля и Вселенная, 1973, № 2, с. 15.— Ред.).

В последующие годы центр тяжести планетных исследований сместился. Интенсивно развивались исследования ближайших и далеких планет, впервые объектом изучения с близкого расстояния стала комета (Земля и Вселенная, 1986, № 3, с. 2.— Ред.). Космонавтикой последовательно решались задачи создания и эксплуатации долговременных орбитальных станций с дли-

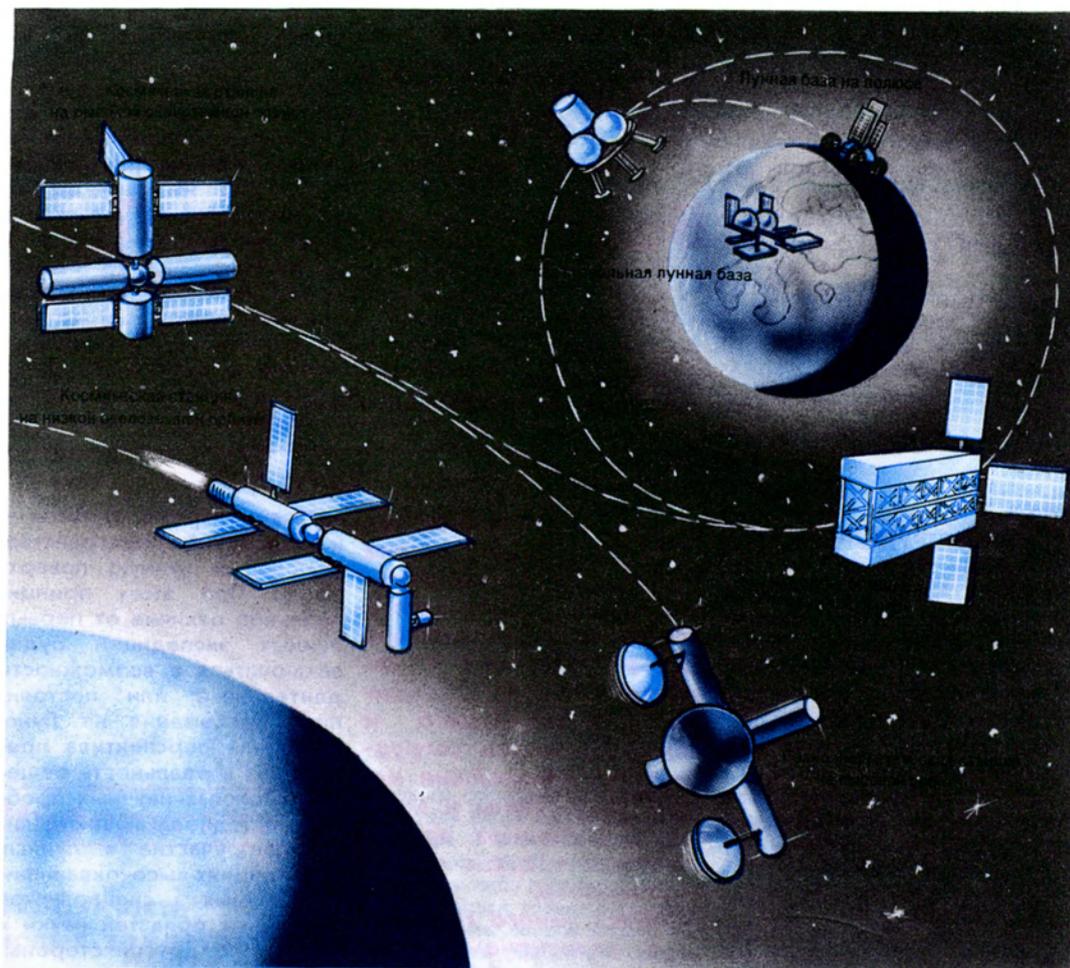
В совместном заявлении на высшем уровне в июне 1988 года в Москве руководители Советского Союза и Соединенных Штатов отметили в качестве областей возможного двустороннего и международного сотрудничества дальнейшие исследования Луны и Марса. В последнее время, особенно в связи с осуществлением миссии «Фобос», много говорится о пилотируемом полете на Марс, обсуждаются возможные научные задачи и технические особенности подобной экспедиции. А какой может быть новая экспедиция на Луну!

тельным пребыванием в космосе сменных экипажей. Луна же на этом этапе считалась объектом достаточно изученным и хорошо понятным.

Но внутри новых направлений развития космонавтики вновь возрождается интерес к Луне. Достижения космонавтики подводят нас к рубежу, когда пилотируемые аппараты выйдут за пределы низких околоземных орбит. Доступными станут высокие — геосинхронные и

геостационарные орбиты — и окололунное пространство, включая и лунную поверхность. При этом принципиальное отличие от первых лунных экспедиций будет заключаться в возможности длительного или постоянного пребывания на Луне. Подобная перспектива превращает в реальность решение сложных научных проблем, предполагающих длительное участие в лунных экспедициях высококвалифицированных специалистов различных областей науки и техники. С другой стороны, близость к Земле и доступность на новом, более совершенном уровне техники, привлекает Луну и в круг земных проблем. Наш естественный спутник начнет обретать свое место в инфраструктуре земной цивилизации (Земля и Вселенная, 1987, № 2, с. 60.— Ред.).

Использование Луны при решении земных проблем может носить многоплановый характер. Возьмем, например, две крайние возможности из тех, что просматриваются сегодня, — наиболее простую и наиболее сложную. Луна, постоянно обращенная к Земле одним полушарием, являет собой **выгодную наблюдательную платформу**. Почти 50 % поверхности земного шара можно наблюдать одновре-



менно с видимого полушария Луны. За сутки перед оператором на Луне пройдет вся земная поверхность. Земля будет казаться и узким серпом, и полностью освещенным громадным ярким диском. Однако в настоящее время и в астрономии, и в космических исследованиях хорошо развита техника наблюдения «невидимого». Земля как активный источник внутреннего тепла и накопленного за счет солнечного облучения предстанет яркой и многообразной в инфракрасных лучах.

Динамика глобальных процессов в атмосфере, температурный режим нашей планеты, изменения этих пара-

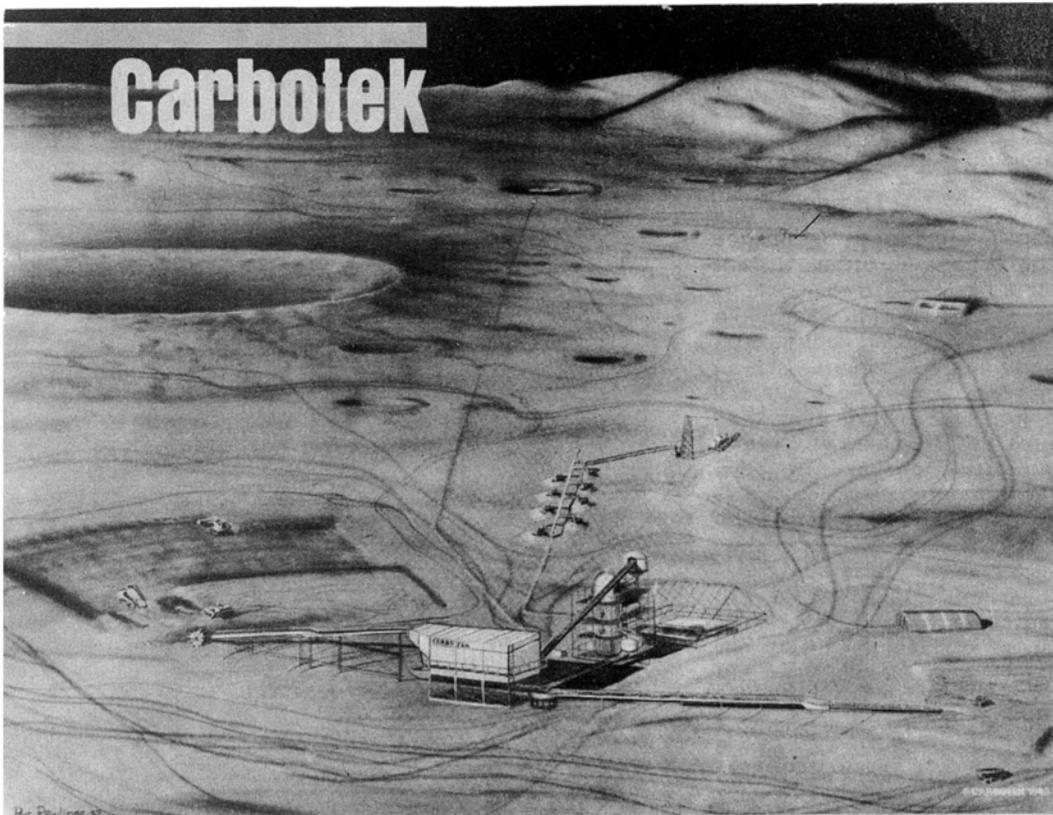
метра будущей инфраструктуры земной цивилизации

метров на протяжении длительных отрезков времени, постоянный контроль за состоянием земной среды — настолько жизненно важные для землян проблемы, что их решение оправдывает расходы по созданию на поверхности Луны «Службы Земли». А современный уровень космической техники делает реализацию подобного проекта, особенно в автоматическом варианте, необременительной для экономики ведущих космических держав.

Это тем более справедливо при объединении усилий науки и техники на международной основе.

В последние годы появилась пока далекая, но уже реальная цель — **изучение внеземных природных ресурсов**. Нерациональное использование многих видов ресурсов ведет к истощению природных богатств Земли. Наши потомки неизбежно столкнутся с проблемой истощения жизненно необходимых источников энергии, отдельных природных материалов, запасов чистой воды и так далее. Существующие уже сейчас экологические проблемы заставляют человечество менять свое

Carbotek



потребительское отношение к природе. Но кроме сохранения и более бережного расходования имеющихся ресурсов необходимо искать альтернативные источники, то есть естественную замену тому, что неизбежно исчезает на нашей планете. Взгляд ученых обращается в окружающее космическое пространство. И первый объект, попадающий в поле зрения — Луна.

Но проблему целесообразности использования ресурсов Луны не следует понимать прямолинейно и упрощенно. Совсем не означает, что на Луне надо искать исчезающие на Земле запасы каменного угля или нефти. Мы знаем достоверно — их там нет. Также как нет и рудных месторождений, попадающих в категорию полезных ископаемых. И все же из этого не следует, что Луна не обладает потен-

Проект завода-автомата на Луне, разработанный фирмой «Карботек» для получения кислорода из лунных пород

циальными ресурсами для человечества.

Перейдем к обещанному примеру «повышенной сложности». Наша атмосфера, обычный для человека воздух, все больше испытывает неблагоприятное влияние высокого уровня индустриализации современного общества. С течением времени, несмотря на охранные мероприятия в области экологии, обыкновенный воздух превращается в ценный и ограниченный ресурс. Эта проблема затрагивает уже не только отдельные регионы, а становится глобальной. Но причем здесь Луна? Как может наш естественный

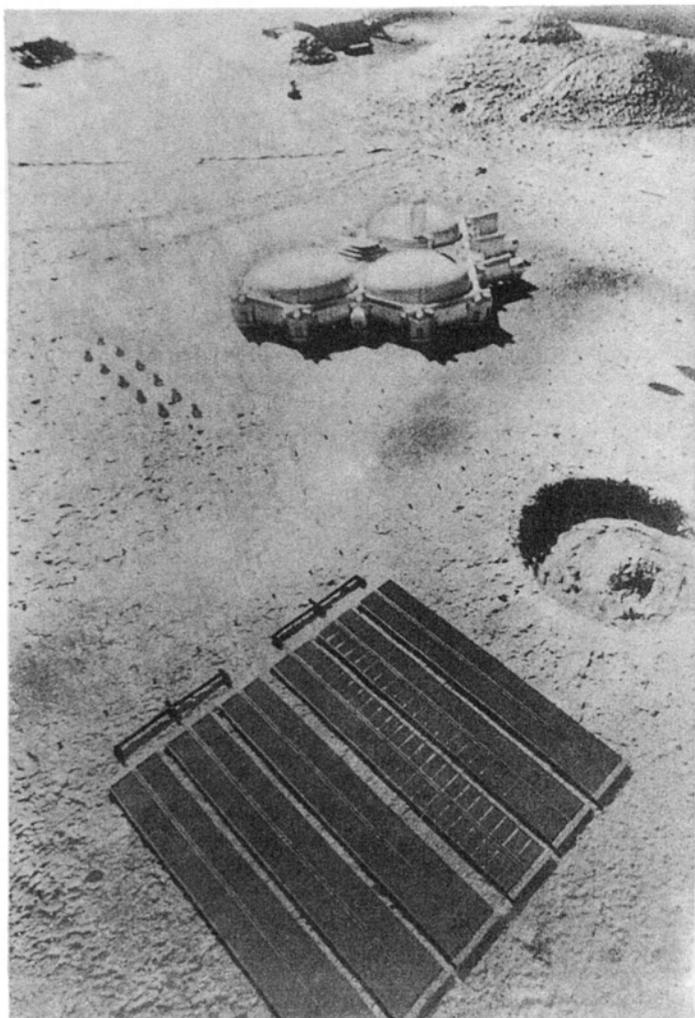
спутник разрешить проблему чистого воздуха на Земле, если Луна, как известно, вообще не обладает атмосферой?

Конечно, никто не собирается «возить воздух с Луны». Но ведь можно переместить на лунную поверхность сложные и экологически вредные производства. При этом технология не будет обременена дорогостоящими, как известно, очистительными устройствами, которые еще не столь необходимы на лунной поверхности. Возможно в будущем такое производство окажется даже более дешевым. Следовательно, подобное перемещение промышленных установок может стать экономически выгодным.

Очевидно, что для осуществления такой грандиозной перестройки всей земной цивилизации надо пройти длинный и сложный путь. Потре-

буется и более высокий уровень технологии и более высокая техническая оснащенность по сравнению с тем, чем располагает человечество сегодня. Но начало пути должно быть положено в наши дни.

Первый крупный этап, который можно в настоящее время предусмотреть в освоении Луны — это создание на ее поверхности **постоянно действующей обитаемой базы**. Осуществить такой проект, вероятно, удастся в первые десятилетия XXI века. К тому времени на высоких околоземных орбитах, по-видимому, возникнут крупные космические станции, где развернется в промышленных масштабах космическое производство. Гигантские солнечные установки на орбите начнут включаться в энергетические системы Земли. Тогда следующим логическим шагом распространения человеческой деятельности в космосе станет освоение Луны. Потенциальные возможности лунной индустрии окажут существенное влияние при освоении в полном объеме космического пространства между Землей и Луной. То есть Луна включится в инфраструктуру земной цивилизации.



ЧТО ЖЕ ТАКОЕ «ЛУННЫЕ РЕСУРСЫ»?

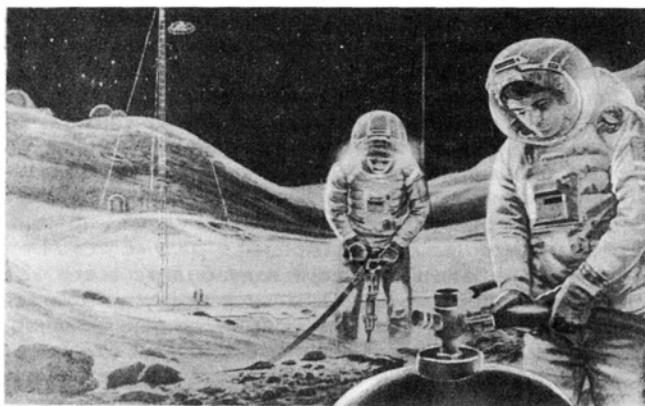
При создании лунной базы самая первая задача — разработка транспортных ракетно-космических систем, пригодных для доставки значительных грузов на лунную поверхность с наименьшими затратами. По одному из технических проектов первая очередь лунной базы потребует доставки на Луну 125 т полезного груза. Комплекс включает три жилых модуля, установку для получения газов (прежде всего кислорода) из лунного грунта,

установку для экскавации и транспортировки лунного материала и, наконец, энергетическую установку ядерного типа. Наиболее мощная из существующих сегодня в мире ракет-носителей — советская ракетная система «Энергия» — способна доставить на Луну несколько десятков тонн полезного груза за один рейс. Следовательно, несколько таких рейсов могут обеспечить все необходимые транспортные операции между Землей и Луной на начальном этапе строительства лунной базы.

Процесс транспортировки грузов и создание лунного

Комплекс лунной базы по проекту Международного центра космической архитектуры имени Сасакавы. На переднем плане — панели солнечных батарей геотермоэлектростанции

комплекса, а также его последующее функционирование существенно упростятся, если широко использовать местные лунные ресурсы. Анализ показывает, что во всех четырех направлениях, в которых придется действовать создателям лунной базы — транспорт, системы жизнеобеспечения и энергообеспечения, строительство сооружений — можно эффективно использовать мест-



Международный экипаж работает на Луне (рисунок из журнала «Спейс уорлд», март 1988 года)

ные ресурсы. По-видимому, начало работ на Луне должна обеспечить энергетическая установка, доставленная с Земли. Но затем необходимо обратиться к естественному источнику энергии.

Ежедневно наша Земля получает от Солнца около $64 \cdot 10^{16}$ квт·ч энергии. По сравнению с этой величиной снабжение энергией космических аппаратов, нагревательные и гелиоэлектрические установки, преобразующие солнечное излучение, столь незначительны по мощности, что практически использование солнечной энергии сейчас почти равно нулю. Конечно, на Земле многие ограничения связаны с атмосферой, облачностью, сезонными погодными условиями и прочее. Но на Луне подобных ограничений нет. Солнечные установки могут работать с наибольшим эффектом в течение всего двухнедельного дня. А в полярных областях принципиально возможны варианты конструкций обеспечивающих работу таких гелиоэлектростанций бесперерывно.

Как известно, большие надежды на решение энеоге-

тической проблемы в будущем человечество возлагает на управляемые термоядерные реакции. В основе этих процессов лежит синтез ядер, обладающий неоспоримым преимуществом эффективного выделения энергии при малых эксплуатационных затратах и практическом отсутствии радиоактивных отходов, что полностью исключает опасность радиоактивного заражения окружающей среды. Одна из таких реакций — слияние ядер дейтерия и изотопа гелий-3, который на Земле встречается очень редко (легкодоступные запасы около 500 кг).

А на Луне? В течение четырех миллиардов лет лунный грунт, как губка, впитывал гелий-3, приносимый солнечным ветром. Теоретические оценки и результаты анализа образцов лунного грунта показывают, что в первых пяти метрах раздробленного слоя — реголита — накопилось порядка 1 млн т запасов гелия-3. Такого количества ядерного топлива хватило бы для обеспечения электроэнергией при современном уровне ее потребления не только лунной базы, но и всего человечества на протяжении нескольких десятков тысяч лет.

Солнцем насыщает лунный поверхностный слой и другим весьма ценным продук-

том. В результате облучения солнечным ветром реголит содержит достаточное количество водорода, который можно рассматривать как потенциальный ресурс компонента ракетного топлива или для получения воды. Считается, что в каждом килограмме верхнего рыхлого вещества Луны содержится около 50 г водорода.

Другой компонент промышленной переработки реголита — кислород. Он имеется на Луне в достаточных количествах, поскольку лунное вещество состоит из окислов ряда элементов. Поэтому сырьем для получения кислорода может служить обычный лунный грунт.

Бомбардировка Луны в течение сотен миллионов лет метеоритами привела к тому, что ее поверхностный слой на глубину в среднем 10 м находится в раздробленном состоянии. Это облегчает добычу и транспортировку лунного грунта к месту переработки, отпадает и необходимость в применении специальной техники для горнорудных разработок. В «лунном карьере» размером $100 \times 100 \times 100$ м содержится вещества достаточного для получения около 90 тыс. т кислорода. Добываемый кислород можно использовать в системе жизнеобеспечения базы, различных технологических процессов и в качестве одного из компонентов ракетного топлива. В том же карьере содержится и около 40 тыс. т кремния, пригодного для изготовления ячеек солнечных батарей. Этого количества хватит для кремниевых фотоэлектрических преобразователей общей площадью примерно 12 км^2 . При современных характеристиках типовых солнечных батарей данная площадь обеспечит мощность сравнимую с мощностью Ново-Воронежской АЭС.

«Лунный карьер» может также дать 9 тыс т титана для изготовления металлических конструкций высокой прочности, от 15 до 30 тыс т алюминия и от 5 до 25 тыс т железа для производства электроарматуры или других необходимых элементов космических сооружений. А сам лунный грунт, как оказалось, вполне подходит для создания лучших марок бетона...

Не располагая сегодня достаточно полной информацией о природе и всех ресурсах лунного мира, мы видим лишь верхушку айсберга, по которой можно представить возможности, талящиеся в освоении и использовании ближайшего к нам тела Солнечной системы. Но богатства Луны предстоит научиться добывать. Пока еще нет полностью разработанных и практически апробированных технологий для извлечения продуктов, находящихся в лунном веществе в связанном состоянии. Такие весьма специфические технологические процессы предстоит создать.

НА ПУТИ К ЛУННОЙ ИНДУСТРИИ

В апреле 1988 года автору этой статьи довелось быть единственным советским участником международного научного симпозиума «Лунные базы и деятельность в космосе в XXI веке», проходившего в США. Более 300 научных докладов, заслушанных участниками, содержали огромный объем информации, множество новых и неожиданных идей. Предлагалась, например, программа космических исследований на ближайшие 30 лет.

Итак, в первом пятилетии нового века на Луне могут появиться геологи, с тем, чтобы начать изыскания для организации промышленного производства кислорода из лунных минералов.

Технология получения кислорода уже опробована в наземных лабораторных установках на аналогах лунных пород и непосредственно из лунного грунта, доставленного на Землю предыдущими экспедициями на Луну. Известно, что наиболее целесообразно использовать для этого лунные базальты с повышенным содержанием минерала ильменита. При нагревании обогащенных ильменитами пород до 700—1000 °С и давления 1—10 атм происходит выделение кислорода, а побочный продукт этой реакции — восстановленное железо. Если же в качестве восстановителя использовать водород, то в результате получится вода. Опыты показали, что выход кислорода составляет до 10 % от исходной массы обрабатываемого вещества.

Специалисты фирмы «Карботек» (Хьюстон, США), рассказали на симпозиуме о завершении разработки проекта завода для промышленного производства кислорода на Луне. Такой завод будет состоять из нескольких блоков, действующих в автоматическом режиме. Его производительность — 1000 т кислорода в год. Для его строительства необходимо доставить на Луну 400 т различных материалов, причем 45 т этого груза придется на энергетическую установку мощностью в 5 мегаватт. Она необходима для поддержания постоянного процесса получения кислорода. Если треть добываемого кислорода станет использоваться в качестве компонента ракетного топлива в двигателях водородно-кислородного типа, то потребуется еще и около 40 т водорода. Ученые из Вашингтонского университета рассчитали возможность получения такого количества водорода из поверхностной тонкой фракции лунного грунта и предложили проект соответствующей

установки. Чтобы произвести необходимое количество газа потребуется перерабатывать 6700 т лунного грунта в день при использовании гелиоэнергетической установки. Расчет показывает, что таких рабочих «солнечных» дней, продолжающихся, разумеется 24 часа, в году будет всего 120. Остальное время приходится на ночь, утренние и вечерние часы, когда отдача от гелиоустановки не будет максимальной.

Принцип действия установки основан на нагревании лунного вещества с помощью солнечного коллектора до температуры 700 °С. Каким образом предполагается перерабатывать несколько тысяч тонн грунта в день? Весь завод будет подвижным. Перемещаясь со скоростью 6 км/ч и перерабатывая поверхностный слой на глубину до 1 м, его заборное устройство постепенно охватит нужное количество исходного материала. При этом из лунного вещества выделяются и другие газы. Общее их давление в собирающей емкости может достигнуть 10 атм. Для того, чтобы отделить водород, авторы проекта предлагают применить технологию «сжигания» этой смеси в лунном кислороде. Полученную таким образом воду удобно хранить и транспортировать в жидком виде, а по мере необходимости в водород подвергать ее электролизу.

Сотрудники Центра космической автоматики и робототехники университета Висконсина-Мэдисона разработали проект еще одного завода-автомата передвижного типа. Он предназначен для получения гелия-3. В передней части его добывающего агрегата вращается колесо с ковшами («ротаторный экскаватор»), которое черпает рыхлый грунт и загружает его в большую емкость, где и происходит отработка. В ос-

новном модуле завода с помощью микроволновой техники около 800 т грунта за полчаса нагреваются до 650 °С. Из выделяющейся газовой смеси и отбирается изотоп гелия-3. По предварительной оценке продуктивность завода — 20 кг в год. «Отжатый» грунт возвращается на поверхность, а завод-автомат продолжает движение. Одновременно с гелием-3 из нагретого грунта выделяется водород и некоторые другие газы, необходимые для технологических и экологических систем лунной базы.

Из приведенных примеров видно, что основной технологический процесс в большинстве случаев — **нагревание лунных поверхностных пород** до высоких температур. И хотя предлагаются и другие способы, например, электролиз расплавленных пород, простой нагрев на первом этапе развития лунной индустрии, по-видимому, будет наиболее экономичной и доступной технологией.

Нельзя забывать и о самом доступном источнике тепловой энергии — Солнце. Ведь на экваторе в середине лунного дня поверхность нагревается Солнцем до 130—150 °С. Поэтому использование сравнительно несложных солнечных коллекторов может обеспечить необходимый разогрев перерабатываемого вещества.

Пока лунные промышленные установки и заводы проектировались для решения отдельных задач. На практике же, очевидно, будет создан единый комбинированный комплекс на основе одной технологии, например, нагревание грунта до высоких температур. Подобный проект уже разрабатывается в Международном центре космической архитектуры имени Сасакавы Хьюстонского университета. Он называется «Лунные экологические системы и архитектурные прототипы». В рамках проекта специалисты рассматривают схемы траекторного и баллистического обеспечения полетов на Луну, выбор наиболее рационального места расположения всего комплекса лунной базы, принципиальную компоновку комплекса и его модульный состав, транспортное обеспечение, включая ракетные устройства локальных транспортных систем и луноходы для перемещения по поверхности.

По проекту ведутся разработки технологии строительства и монтажа объектов базы, создания систем энерго- и жизнеобеспечения, промышленной переработки лунного вещества и его утилизации. Общая концепция нового этапа изучения Луны, заложенная в этом проекте, предусматривает, кроме того, и строительство косми-

ческой станции на окололунной орбите.

Проект лунной обитаемой базы затрагивает и вопросы, относящиеся к экономике, политике и международным отношениям, социологии. Создание лунной базы требует огромных средств. Но если новая экспедиция на Луну и последующие этапы ее освоения станут осуществляться на международной основе и планомерно, то даже столь трудоемкая деятельность в космосе не повлечет за собой чрезмерного напряжения сил и средств каждого из участников. Экономисты подсчитали, что при рациональном планировании будет расходоваться в год не более средств, чем во время осуществления первых экспедиций на Луну или при создании космических аппаратов многоразового использования.

Разумеется, международное сотрудничество ведущих космических держав — СССР и США — предполагает дальнейшее улучшение отношений между нашими странами, и еще более решительные шаги в области разоружения и сокращения военных расходов в пользу мирного освоения космоса.

Ответы на кроссворд, помещенный в № 2

1. Деландр. 2. Мезозой. 3. Килер. 4. Мицар. 5. Цесевич. 6. Нереида. 7. Ветер. 8. Цефей. 9. Ганимед. 10. Материя. 11. Резец. 12. Гелий. 13. Местлин. 14. Лебедев. 15. Тефия. 16. Веста. 17. Житомир. 18. Сизигии. 19. Мимас. 20. Тихов. 21. Пиролит. 22. Титания. 23. «Уосат». 24. Фобос. 25. Авиатор. 26. Авиация. 27. Мезон. 28. Метан. 29. Комаров. 30. Водород. 31. «Тирос». 32. Китаб.

РЕКЛАМА



ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

Межведомственный геофизический комитет Академии наук СССР намерен в 1989 году выпустить в свет следующие издания серии «РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МЕЖДУНАРОДНЫМ ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ПРОЕКТАМ», которая была основана в период МГГ, в 1957 году.

Сборники статей

[Объем по 10 п. л. каждый]

МАГНИТОСФЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, № 12. Отв. редактор А. М. Ляцкая
МАГНИТОСФЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, № 13. Отв. редакторы М. И. Пудовкин
и И. В. Кубышкин.

МАГНИТОСФЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, № 14. Отв. редакторы М. И. Пудовкин
и И. В. Головачанская.

МАГНИТОСФЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, № 15. Отв. редакторы Х. Д. Канониди
и В. М. Шефтель.

ИССЛЕДОВАНИЯ ЦУНАМИ, № 3. Отв. редакторы С. Л. Соловьев и Е. А. Куликов.
ПОЛЯРНЫЕ СИЯНИЯ И СВЕЧЕНИЕ НОЧНОГО НЕБА, № 33. Отв. редакторы
Я. И. Фельдштетин и Н. Н. Шефов.

ИОНОСФЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, № 45. МЕЛКОМАСШТАБНЫЕ НЕОДНОРОД-
НОСТИ. Отв. редакторы Г. В. Гивишвили и Л. И. Пономарева.

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, № 13. ТЕКТОНОСФЕРА: ЕЕ СТРОЕНИЕ И
РАЗВИТИЕ. Отв. редактор В. В. Белоусов.

МЕТЕОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, № 15. Отв. редактор Б. Л. Кашеев.

ГРАВИМЕТРИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА МОРЕ. Отв. редакторы
П. А. Строев и А. Г. Родников.

СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, № 11. Отв. редакторы В. И. Бунз
и А. Ф. Кушнер

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦУНАМИ, № 4. Отв. редакторы С. Л. Соловьев и А. В. Боб-
рович

ИОНОСФЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, № 47. ФИЗИКА СРЕДНЕЙ АТМОСФЕРЫ.
Отв. редактор Э. С. Казимирский.

Так как большинство этих изданий не поступит в книжные магазины, лучший способ заказать их положенным платежом, обратившись по новому адресу: 117393, Москва, ул. акад. Пилюгина, д. 14, корп. 2, «Академкнига» № 3, «Книга - почтой».

Журнал «Общественные науки»

Научная публицистика — самый популярный в наше время жанр литературы. Журнал АН СССР «ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ» можно назвать журналом научной публицистики, потому что он объединяет под своей обложкой все передовые направления общественной мысли. Философские, экономические и социальные исследования, статьи и дискуссии о «белых пятнах» отечественной истории... Диалоги, «круглые столы», интервью, репортажи по самым острым проблемам внутренней и внешней политики, по вопросам культуры и искусства... Так что «ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ» можно назвать и журналом дискуссий.

В 1989 году журнал «ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ» начинает публиковать никогда не издававшиеся в нашей стране работы русских и зарубежных виднейших ученых-гуманитариев. В их числе П. Флоренский, В. Розанов, Н. Бердяев, С. Франк, Х. Ортега-и-Гассет, З. Фрейд.

«ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ» — журнал не только для ученых, но и для преподавателей, аспирантов и студентов, журналистов, членов молодежных политических клубов. Вводится также рубрика в помощь учителям истории и обществоведения. В этой рубрике будут публиковаться материалы, дающие современную трактовку событий советского периода истории, актуальных экономических, правовых и социальных проблем, литературных явлений.

Журнал выходит в издательстве «Наука» шесть раз в год. Подписка принимается всеми отделениями связи без ограничения с любого месяца. Стоимость одного номера — 1 руб. 50 коп. Индекс журнала 70677.

Астрономическое образование

В помощь учителям астрономии

А. П. ПОПОВА

кандидат педагогических наук

В настоящее время в институтах усовершенствования учителей нет специальных методистов, инспекторов, нет единой программы повышения квалификации учителей астрономии, утвержденной органами народного образования. Не нашлось места вопросам, освещающим научные достижения астрономии и космонавтики и в «Примерных учебно-методических планах и программах повышения квалификации учителей физики», опубликованных в журнале «Физика в школе» (1987, № 2, с. 47). Возникает естественный вопрос: где и как может повысить свою профессиональную квалификацию учитель астрономии? Кто, в каком объеме и по какой программе должен проводить курсы усовершенствования учителей?

Думаю, что значительный вклад в решение этих насущных задач в настоящее время могут внести учебно-методические секции (УМС) городских отделений ВАГО. Большую работу в таком направлении на протяжении ряда лет проводит УМС Челябинского отделения ВАГО. Члены секции способствуют развитию внеклассных и внешкольных форм работы по астрономии и космонавтике: они регулярно организуют научные чтения в ознаменование памятных

дат (50-летие со дня рождения С. П. Королева), а также олимпиады, вечера и КВН, которые вызывают большой интерес у учителей и учащихся школ и СПТУ. Оказывают члены секции и инструктивно - методическую помощь в проведении кружковой работы.

Второй год, например, в школе № 82 работает научное общество учащихся, организованное членом совета УМС учителем В. А. Борелем. Активно участвует в проведении занятий этой школы студентка физического факультета института, член УМС Ж. Кирьянова. Организована кружковая работа по астрономии и космонавтике и в некоторых других школах города и области, например в 61-й, 118-й, 147-й, в Княженской, Бердяушской. Руководят работой учителя-энтузиасты, члены учебно-методической секции.

По инициативе учительницы З. М. Фадеевой СПТУ № 23 стало коллективным членом городского отделения ВАГО. В училище на протяжении многих лет функционирует юношеская астрономическая секция научного общества учащихся. Студенты, члены УМС, принимают активное участие в работе секции: готовят и проводят занятия, наблюдают небесных объектов,

учебные экскурсии, например в Коуровскую обсерваторию, помогают оформлять астрономо-космические бюллетени, астрономический уголок при кабинете физики и так далее.

Подобная деятельность могла бы быть более эффективной, если бы активным членам УМС Челябинского отделения ВАГО была предоставлена возможность посещать крупные обсерватории страны и встречаться с учеными, занимающимися исследованиями в той или иной области астрономии и космонавтики.

Совет УМС совместно с городским планетарием организовал и проводит своеобразную учебу школьных учителей астрономии: в течение ряда лет на базе Челябинского государственного пединститута для них работает научно-практический семинар, руководит которым автор этой статьи. Основная задача семинарских занятий — повысить научно-методическую подготовку учителя астрономии: познакомить с современными достижениями астрономии и космонавтики, показать учителям возможности различных форм внеклассной работы по астрономии и космонавтике, дать дополнительные навыки и умения в проведении лабораторных и наблюдательных работ с учащимися.

Первоначально семинары собирались один раз в месяц в течение всего учебного года, что позволяло с помощью открытых уроков знакомить слушателей с опытом творчески работающих учителей. Подобный открытый урок астрономии провел, например, учитель школы № 61 Б. И. Малахов. На нем преподаватели познакомились с методикой использования диапозитивов, диафильмов, астрономических моделей и так далее.

В прошлом учебном году по просьбе учителей работа семинара проводилась лишь во время зимних и весенних каникул. Программа семинара, составленная советом УМС, предусматривала обсуждение особенностей методики преподавания астрономии в школе на современном этапе обучения, анализ новой программы и частично измененной в соответствии с ней учебника по астрономии Б. А. Воронцова-Вельяминова, а также первого пробного учебника по астрономии Е. П. Левитана. Кроме того, программа включала обзор средств наглядности, новой научной и учебно-методической литературы по астрономии и космонавтике, обмен опытом по организации и методике проведения наблюдательных уроков, практических и лабораторных занятий. Учитывала программа и возможность применения методов учителей-новаторов на уроках астрономии, в частности, возможность и целесообразность использования опорных конспектов

В. Ф. Шаталова при обучении астрономии. Для чтения лекций о современных достижениях астрономии и космонавтики приглашались ученые различных вузов Челябинска, ведущие лекторы городского планетария.

Хочется подробнее рассказать о том, как проходил один из последних семинаров. Его девиз был «Важнейшие достижения астрономии и космонавтики — в школьный курс астрономии». С циклом лекций об актуальных вопросах космонавтики и проблеме СОИ выступил профессор Челябинского политехнического института Н. И. Гриненко. Лекции сопровождался показом уникальных диапозитивов и прекрасно оформленных плакатов. Современным представлениям о физической природе тел Солнечной системы, о результатах исследований планет космическими аппаратами было посвящено выступление директора Челябинского планетария О. И. Скоробогатовой. А автор этой статьи познакомила учителей с особенностями методики изложения отдельных тем школьного курса, методикой формирования астрономических понятий, а также с новой учебной и методической литературой по астрономии и космонавтике. Б. И. Малахов поделился опытом применения средств наглядности и оформления школьного кабинета астрономии.

Учителя выразили сожаление, что существующий ста-

бильный учебник по астрономии не вполне отвечает современным требованиям (учебный материал по отдельным темам изложен конспективно, недостаточно глубоко и последовательно), стало быть, в настоящее время неудобен и учителю, и учащимся.

Поскольку пробный учебник астрономии Е. П. Левитана из-за малого тиража имеется в школах в недостаточном количестве, по этому учебнику могут работать лишь отдельные учителя. Эти учителя участники семинара, одобрили структуру и содержание учебника, форму изложения материала, они выразили готовность провести экспериментальную проверку его в учебном процессе. К сожалению, до школ миллионного города Челябинска, где имеется педагогический институт, который готовит учителей по специальности «физика — астрономия», вообще «не дошли» другие пробные учебники астрономии... В завершение работы семинара учителя получили дидактический материал (описание школьных лабораторных работ по астрономии и методические разработки о современных достижениях космонавтики).

Очевидно, подобные семинары нужно проводить и в дальнейшем. В этой работе роль учебно-методических секций отделений ВАГО очень велика.

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Напоминаем, что подписаться на журнал «Земля и Вселенная» можно с любого номера в любом почтовом отделении связи. Индекс 70336. Цена номера 65 коп. Годовая подписка 3 руб. 90 коп.

Астрономическое образование

Содружество ученых и учащихся

«Бороться и искать, найти и отстаивать!» — вот уже более 25 лет под таким девизом работает Челябинское научное общество учащихся (НОУ), лауреат премии Ленинского комсомола, неоднократный дипломант ВДНХ СССР. В 1962 году это общество организовало Дворец пионеров и школьников им. Н. К. Крупской и ордена «Знак Почета» Челябинский государственный педагогический институт. Шефом НОУ стал Московский институт атомной энергии им. И. В. Курчатова.

Старшеклассники приобретают в научном обществе исследовательские навыки, умение творчески мыслить, способность искать и находить оригинальные решения, отстаивать их в научных спорах, самостоятельно пополнять свои знания.

В течение всего учебного года «ноушата» не только изучают теорию и выполняют практические работы, но и готовятся к ежегодной апрельской конференции, которая обычно подводит итоги работы как научных кружков и секций, так и отдельных членов НОУ.

В апреле 1988 года в Челябинске проходила 25-я, юбилейная, конференция НОУ. Для участия в ней съехалось более пятисот ребят, представляющих пятистисычный отряд старшеклассников, членов 387 секций и кружков. Поздравить

юбиляров приехали делегации из 15 городов. Интересные выступления докладчиков на пленарном заседании чередовались с не менее интересной программой художественной самодеятельности.

Держали отчет «ноушата» Челябинской области. Многие изменилось со дня первой конференции. Заметно повысился уровень преподавания в кружках, глубже стали знания ребят. Это оценил Челябинский обком комсомола, наградив директора Дворца пионеров Ю. П. Кропотова Почетной грамотой, а наиболее отличившихся школьников — дипломами и памятными подарками.

После окончания торжественной части будущие медики и биологи, физики и математики, астрономы и геологи, историки и электронщики разошлись по своим секциям. Началась главная часть конференции — защита научных работ, уровень которых растет из года в год.

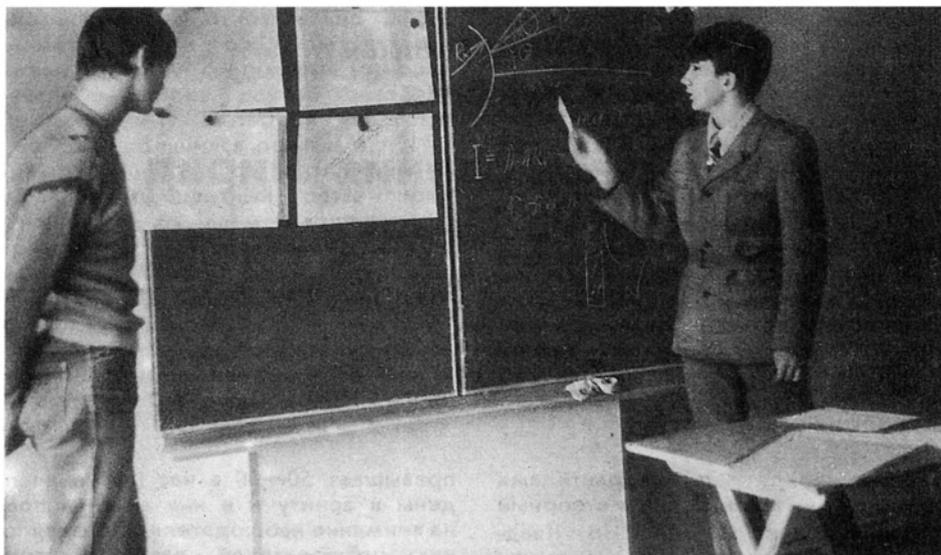
Секция астрономии и геодезии в НОУ — одна из самых старых и многочисленных. В нее входят астрономические кружки Златоуста и Магнитогорска, челябинских домов пионеров им. А. П. Гайдара и В. М. Комарова, немало любителей астрономии из других городов и сел области. Но самый большой и опытный среди кружков — отряд клуба «Апекс» Челябинского Двор-

ца пионеров. Руководители его — доктора и кандидаты физико-математических наук (М. А. Свечников, А. Е. Дудоров, Е. Г. Пономарев). Много времени, сил и душевного тепла отдают работе со школьниками опытные педагоги Н. Г. Окорочкова и Л. П. Булыгина.

Жюри астрономической секции лучшими работами, представленными на юбилейной конференции, признала такие: «Кривые блеска звезд типа R Северной Короны» В. Федрушкова и А. Смирнова (10-й класс школы № 31, научный руководитель В. А. Окорочков); «Фотографические методы наблюдения кольцеобразного солнечного затмения 23 октября 1987 года, новой кометы Бредфилда, туманностей и галактик» А. Казаринова (3 курс ГПТУ-44, рук. Ю. А. Петрунин); «Определение осадки новостроящегося здания в 25-м микрорайоне г. Челябинска» О. Абрамовских (8-й класс школы № 80, рук. Л. П. Булыгина) и «Изучение сверхновой» М. Нигматуллина (9-й класс школы № 143, рук. Е. Г. Пономарев).

Кроме дипломов победителям вручили путевки в молодежный лагерь НОУ «Курчатовец», который проводится на родине ученого, в городе Сим Челябинской области.

Руководители секций и филиалов Челябинского НОУ, собравшиеся 28 января



Десятиклассники челябинской средней школы № 31 В. Федрушков и А. Смирнов докладывают свою работу «Кривые блеска звезд типа R Северной Коронны»

Фото автора

1989 года на свою научно-практическую конференцию, подвели итоги работы обще-

ства, утвердили рекомендации, призванные активизировать деятельность Челябинского НОУ. В них, в частности, записано: «Мы глубоко убеждены, что воплощение идей Всесоюзного съезда народного образования о путях перестройки средней и высшей школы во многом зависит от роли в данном процессе учащейся

молодежи. Активизация деятельности НОУ — значительный фактор возрастания этой роли».

В. П. ШУМКОВ
Руководитель астрономического кружка «Парсек»

Информация

Радиоастрономы получают подкрепление

В 1988 году в Австралии (штат Новый Южный Уэльс) вступил в строй новый радиоастрономический комплекс. Он представляет собой сеть из восьми чашеобразных радиоантенн, расположенных в трех различных пунктах и соединенных между собой.

Шесть таких антенн, каждая диаметром по 22 м, находятся в поселке Кулгура, около Нарра-

бри. Из них пять размещены на специальной железнодорожной колее протяженностью 3 км, а шестая (в трех км к западу) — стационарна. Все вместе они эквивалентны по своей разрешающей способности антенне диаметром 6 км. Сюда же входят еще две антенны. Одна из них новая, поперечником 22 м, специально возведена в Мопре, рядом с Англо-австралийской обсерваторией, другая — это 64-метровая антенна Парского радиотелескопа, построенного еще в шестидесятые годы. Все восемь антенн, соединенные в одну сеть, образуют длинную базовую линию, позволяющую вести наблюдения, на которые была бы способна чашеобразная антенна поперечником 320 км.

В дальнейшем австралийскую

сеть планируется объединить со многими другими радиоастрономическими приборами в разных странах. В 90-х годах предполагается связать ее с радиоастрономическими спутниками «Квасат» и «Радиоастрон». В планы новой обсерватории включено изучение строения центра нашей Галактики, квазаров, активных галактик, остатков сверхновых.

Строительство обошлось в 50 млн. австралийских долларов.

New Scientist, 1988, 119, 1628, 32

Любительская астрономия

Наблюдения Лирид в 1988 году

Лириды наряду с Квадрантидами и γ -Акваридами — крупнейший метеорный поток первой половины года. Но Квадрантиды имеют очень острый максимум и, следовательно, малое время видимости, а γ -Аквариды чрезвычайно трудно наблюдать в северных широтах. Поэтому неудивительно, что именно Лириды вызывают большой интерес у любителей астрономии.

В 1988 году к кировской метеорной группе, имеющей уже многолетний опыт наблюдений, присоединились около 30 групп и отдельных любителей астрономии, изучающих метеоры под руководством Кировского отделения ВАГО.

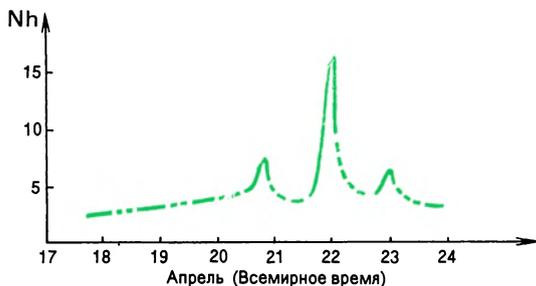
Метеорный поток Лирид связан с кометой 1861 I и его радиант находится в созвездии Лиры ($\alpha=18^{\text{h}}00^{\text{m}}$, $\delta=33^{\circ}$). В состав потока входят довольно быстрые метеоры белого цвета, обычно без следов. В отдельные годы поток давал «дожди метеоров», но в последнее время активность стабилизировалась и из года в год число метеоров до 5^{m} в максимуме не

превышает 50—60 в час (значения приведены к зениту и в них внесена поправка на внимание наблюдателя). Правда, по мнению наблюдателей, давно следящих за Лиридами, в 1988 году поток был немного слабее, чем 2—3 года назад.

В 1988 году качественные наблюдения Лирид были выполнены кировской метеорной группой, метеорной группой клуба «Апекс» из Челябинска (рук.— А. В. Казымин), любителями астрономии из Вильнюса (А. С. Дубетис), Ростова-на-Дону (Д. А. Сергиенко), Петродворца (С. В. Сосов), Полтавской области (Э. В. Данильченко) и другими.

Так, кировская группа в составе А. В. Мальцева, Е. С. Маркова, В. В. Колчанова, Н. П. Щипицина и Н. В. Усатова за 5 ночей зарегистрировала около 300 метеоров, из них 80 лирид, челябинские наблюдатели за 5 ночей заметили 205 метеоров, из них 72 — лириды.

После обработки и обобщения данных был вычислен ход активности лирид из ночи в ночь. Учитывая, что наблюдениям мешала Луна и наблюдатели находились в разных условиях, надежно вычислены истинные часовые числа метеоров лишь до 3^{m} .



Ход активности лирид в 1988 году — N_h до 3^{m}

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ЛИРИД

Дата	Апрель						
	17—18	18—19	19—20	20—21	21—22	22—23	23—24
$i, \%$	30	35	40	50	70	50	35

Интересно, что Лириды имели три явно выраженных пика активности: первый — 20 апреля в $20^{\text{h}}—20^{\text{h}}$ UT (всемирного времени), главный максимум был 21-го в $22^{\text{h}}—23^{\text{h}}$ и последний — 22 апреля в 23^{h} .

В потоке Лирид относительно много ярких метеоров, и об этом говорит показатель функции светимости (отношение числа метеоров данной звездной величины к числу метеоров предыдущей), который получился равным 1,9.

Индекс относительной активности i , показывающий процентный состав лирид по отношению ко всем наблюдаемым метеорам, вычислен в среднем за каждую ночь. Среди метеоров фона выделялись малые метеорные потоки Виргинид, Геркулид, Боотид, Аквилид.

Группы, работавшие по методу многократного счета, дают для главного максимума, учитывая метеоры до 5^m , такие результаты:

- истинное вероятное число метеоров до 5^m равно 55 в час;
- пространственная плотность роя $\rho = 3,3 \cdot 10^{-8}$ частиц/км³;
- расстояние между метеоридами в рое $r = 312$ км;
- приток метеорной материи Лирид на Землю $I = 1,5 \cdot 10^{-6}$ частиц (м²·с).

Кировское отделение ВАГО намерено и в дальнейшем проводить совместные наблюдения по единым программам с другими метеорными группами, ведь такое сотрудничество весьма плодотворно и позволяет получить более объективные результаты.

ГОРШЕЧНИКОВ М. В.

Фотографируют любители астрономии



Созвездие Персея. Снимок получен В. Н. Исаенко на самодельном астрографе с диаметром объектива 55 мм и фокусным расстоянием 110 мм. Экспозиция 3 мин



Покрытие Венеры Луной 7 октября 1988 года. Снимок получен В. Л. Корнеевым на 200-миллиметровом телескопе АВР-1. Экспозиция 1/30 с

Звезд- да	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	Видимая звездная величина	Спектр	Название звезды	Примечание
ВЕСЫ (Libra, Lib, 50)						
α^2	14°50'53"	-16°02'31"	2,75 ^m v?	A3 IV	Зубен Эльгенуби (Киффа Аустралис)	дв?
β	15 17 00	-09 22 59	2,61	B8 V	Зубен Жльшемали (Киффа Бор- алис, Зубенеш)	—
γ	15 37 01	-28 08 06	3,58	K3 III	Зубен Хакраби	дв.
γ	15 35 32	-14 47 22	3,91	G8 III	Зубен Элькраб	дв.
δ	15 00 59	-08 31	4,9	A0	Зубен Элькраби	
ϵ	15 24 12	-10 20	4,9	F5	Гакраби	
ВОЛОПАС (Bootes, Boo, 90)						
α	14°15'40"	+19°10'57"	-0,04 ^m v?	K1 III	Арктур	
ϵ	14 44 59	+27 04 27	2,70	K0 II	Мирак (Ицар), Пульхеримма)	четв.
η	13 54 41	+18 23 52	2,67	G0 IV	Муфрид	сп.-дв.
γ	14 32 05	+38 18 29	3,03 v	A7 III	Харис (Сегинус)	опт. сп.
β	15 01 57	+40 23 26	3,50 v?	G8 III	Наккар (Мерец)	
μ^1	15 24 29	+37 22 38	4,31 v?	F0 e	Алькалюропс	тр.
Метеорные потоки						
15°20' +55° 27XII—3 I до 35 Квадрантиды						
ГЕРКУЛЕС (Hercules, Her, 140)						
β	16°30'13"	+21°29'22"	2,77 ^m	G7 IIIa	Корнефорос (Рут依лик)	тр.
α^1	17 14 39	+14 23 24	3,1—4,0	M5 I	Рас Альгети	тр.
δ	17 15 02	+24 50 21	3,14	A3 IV	Сарин	опт. сп.
λ	17 30 44	+26 06 38	4,41	K4 III	Маусим	
ω	16 25 25	+14 02	4,6	A	Каджам	
κ			5,0		Марсик (Марфак)	
Звездные скопления						
M 13 (NGC 6205 ш. с.)			16°41,7"		+36°27'	5,9 ^m F5
M 92 (NGC 6341 ш. с.)			17°17,2"		+43°08'	6,5 ^m F2
Туманности						
NGC 6210 п. т.			16°44,5"		+23°48'	9,7 ^m Pe
ДЕЛЬФИН (Delphinus, Del, 80)						
β	20°37'33"	+14°35'43"	3,63 ^m	F5 IV	Ротанев	пят?
α	20 39 38	+15 54 43	3,77	B9 IV	Суалокин	опт. сп.
ЗМЕЕНОСЕЦ (Serpentarius, Ophiuchus, Oph, 100)						
α	17°34'56"	+12°33'36"	2,08 ^m	A5 III	Рас — Альхаг	
β	17 43 29	+04 34 02	2,77	K2 III	Кельбальрай	
η	17 10 23	-15 43 29	2,43	A2 V	Сабик	дв.
δ	16 14 21	-03 41 40	2,74	M1 III	Йед Приор	
ϵ	16 18 19	-04 41 33	3,24	G9 III	Йед Постериор	
Звездные скопления						
M 12 (NGC 6218 ш. с.)			16°47,2"		-01°58'	6,8 ^m F6
M 10 (NGC 6254 ш. с.)			16°57,1"		-04°06'	6,7 ^m F8
M 19 (NGC 6273 ш. с.)			17°02,5"		-26°15'	6,9 ^m F4
M 9 (NGC 6333 ш. с.)			17°19,2"		-18°32'	7,8 ^m F4
Туманности						
NGC 6572 п. т.			18°12,1"		+06°50'	9,6 ^m Pd
ЗМЕЯ (Serpens, Ser, 60)						
α	15°44'16"	+06°25'32"	2,65 ^m	K2 IIIb	Унук Эльхайя (Кор Серпентис)	опт. сп.
	18 56 14	+04 12 10	4,03	A5 V	Алия	дв.
Звездные скопления						
M 5 (NGC 5904 ш. с.)			15°18,6"		+02°06'	6,0 ^m F6
Туманности						
M 16 (NGC 6611 д. т.)			18°18,8"		-13°53'	8,9 ^m 0,5e (Связана со р. з. с. M 16 в Sgr)
КОЗЕРОГ (Capricornus, Cap, 50)						
α^1	20°17'39"	-12°30'30"	4,24 ^m	G3 I	Денеб Альгеди (Шадди, Дзилли)	дв.
β	20 21 01	-14 46 53	3,08	F8 V	Дабих (Дихабда)	пят.
δ	21 47 02	-16 07 38	2,87 v	Aм	Альгеди	тр.
γ	21 40 05	-16 39 45	3,68	F0p	Наширу	
Звездные скопления						
M30 (NGC 7009 ш. с. 21°40,3" — 23°11' 7,6 ^m F2						

Звезда	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	Видимая звездная величина	Спектр	Название звезды	Примечание
ЛЕБЕДЬ (Cygnus, Cyg, 150)						
α	20 ^h 41 ^m 26 ^s	+45°16'49"	1,25 ^m v	A2 Iae	Денеб (Аридиф)	дв.
γ	20 22 14	+40 15 24	2,20 v?	F8 I	Садр	дв.
ϵ	20 46 13	+33 58 13	2,46	K0 III	Гиена	опт. сп.
ζ^1	19 30 43	+27 57 35	3,08 v	K3 II	Альбирео	дв.
ι^2	21 46 48	+49 18 35	4,23	B3 III	Азельфафаг	
χ	19 50 34	+32 54 51	3,3—14,2	S6		Пер. типа о Кита, Период 407 дней
Звездные скопления						
M 39 (NGC 7092, p. c.)			21 ^h 32,2 ^m	+48°27'	5,8 ^m	B9
Туманности						
NGC 6826 п. т.			19 ^h 44,8 ^m		8,8 ^m	0,5
I 1318 д. т.			20 ^h 28,6 ^m	+50°31'	2,32 ^m	F8p
NGC 6960, NGC 6970, NGC 6992—5			20 ^h 51,5 ^m	+30°56'		Остатки сверхновой («Циррус»)
I 5067—0			20 ^h 48,7 ^m	+44°22'	1,3 ^m	A2e
NGC 7000			20 ^h 58,8 ^m	+44°19'	1,3 ^m	A2e
ЛИРА (Lyra, Lyr, 45)						
α	18 ^h 36 ^m 56 ^s	+38°47'01"	0,03 ^m	A0 V	Вега	опт. сп.
β	18 50 05	+33 21 46	3,3—4,3	B7 Ve	Сулафат	затм. тр.
γ	18 58 57	+32 41 22	3,24	B9 III	Шелиак	опт. сп.
Туманности						
M 57 (NGC 6720 п. т.)			18 ^h 53,5 ^m	+33°01'	9,3 ^m	Pb
Метеорные потоки						
	18 ^h		+33°	18 IV—26 IV	21 IV	10
МАЛЫЙ КОНЬ (Equuleus, Equ, 10)						
α	21 ^h 15 ^m 50 ^s	+05°14'52"	3,92 ^m	G0 III	Китальпа	сп.-дв.
ОРЕЛ (Aquila, Aql, 70)						
α	19 ^h 50 ^m 47 ^s	+08°52'06"	0,77 ^m	A7 V	Альтаир	опт. сп.
γ	19 46 16	+10 36 48	2,72	K3 II	Таразед (Реда)	
β	19 55 19	+06 24 24	3,71 v?	G8 IV	Альхайн	дв.
δ	19 25 30	+03 06 53	3,36 v?	F3 IV	Денеб Окаб (Таразед)	сп.-дв.
СЕВЕРНАЯ КОРОНА (Corona Borealis, CrB, 20)						
α	15 ^h 34 ^m 41 ^s	+26°42'53"	2,23 ^m v	A0 V	Гемма (Альфекка, Гносия)	затм. и сп.-дв.
β	15 27 50	+29 06 20	3,65 v	F0p	Нусакан	опт. сп.
СКОРПИОН (Scorpius, Sco, 100)						
α	16 ^h 29 ^m 24	—26°25'55"	0,9—1,8 ^m	M1 Ia	Антарес	дв.
λ		δ южнее	—30°		Шаула (Лезаг)	тр.
δ	16 00 20	—22 37 18	2,32	B0 IV	Дшубба	
β^1	16 05 26	—19 48 19	2,62 v?	B1 V	Акраб	тр.
ν		δ южнее	—30°		Лезах	
σ	16 21 11	—25 35 34	2,89 v	B2 III	Альнияг	тр.
ζ		δ южнее	—30°		Графиас	
ω^1	16 06 48	—20 40 09	3,96	B1 V	Джабхат	
ν	16 12 00	—19 27 38	4,01	B3 V	Джаббах	четв.
ω^2	16 07 24	—20 52 07	4,32	G3 II	Алькраб	
Звездные скопления						
M 80 (NGC 6093 ш. c.)			16 ^h 17,1 ^m	—23°00'	7,3 ^m	F6
M 4 (NGC 6121 ш. c.)			16 ^h 23,6 ^m	—26°30'	6,0 ^m	F8
СТРЕЛЕЦ (Sagittarius Sgr, 115)						
ϵ		δ южнее	—30°		Каус Аустралис	дв.
σ	18 ^h 55 ^m 16 ^s	—26°17'48"	2,02 ^m	B2 V	Нунки	дв.
ζ	19 02 37	—29 52 49	2,60	A2 III	Аскелла	дв.
δ	18 21 00	—29 49 41	2,70	K2 III	Каус Медиус	четв.
λ	18 27 58	—25 25 18	2,81	K1 III	Каус Бореалис	
π	19 09 46	—21 01 25	2,89	F2 II	Альбальдах	
γ^2		δ южнее	—30°		Наш (Нушаба)	
μ	18 13 46	—21 03 32	3,79 v	B8 Iap	Альталимайн	пят.
α		δ южнее	—30°		Альрами	
β^1		δ южнее	—30°		Аркаб Приор	тр.
β^2		δ южнее	—30°		Аркаб Постериор	

Звезда	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	Видимая звездная величина	Спектр	Название звезды	Примечание
Звездные скопления						
M 23 (NGC 6494 p. c.)			17 ^h 57,0 ^m	—19°01'	6,0 ^m	B9+G
M 21 (NGC 6531 p. c.)			18 ^h 04,6 ^m	—22°30'	6,5 ^m	B0
M 24 (NGC 6603 p. c.)			18 ^h 18,5 ^m	—18°24'	11,4 ^m	
M 16 (NGC 6611 p. c.)			18 ^h 18,9 ^m	—13°47'	6,4 ^m	«Королева звезд»
M 28 (NGC 6626 ш. с.)			18 ^h 24,5 ^m	—24°52'	7,0 ^m	F9
M 22 (NGC 6656 ш. с.)			18 ^h 36,3 ^m	—23°56'	5,1 ^m	F7
Туманности						
NGC 6818 п. т.			19 ^h 43,9 ^m	—14°09'	9,9 ^m	Pe
M 20 (NGC 6514 д. т.)			18 ^h 02,3 ^m	—23°02'	6,9 ^m	O7
M 8 (NGC 6523 д. т.)			18 ^h 03,9 ^m	—24°20'	6,8 ^m	O5e
M 17 (NGC 6618 д. т.)			18 ^h 20,8 ^m	—16°10'	8,9 ^m	A0e
Галактики						
NGC 6822			19 ^h 44,9 ^m	—14°45'	9,5 ^m	Em
ЩИТ (Scutum, Sct, 20)						
Звездные скопления						
M 11 (NGC 6705 p. c.)			18 ^h 51,0 ^m	—06°16'	6,3 ^m	B8+G
						«Косяк диких уток»

Напомним нашим читателям, что атлас включает в себя объекты до 5^m, лежащие в пределах от +90° до -30° склонения и преимущественно имеющих собственные названия. Координаты средних положений звезд даны на эпоху 2000 года. После названия каждого созвездия в скобках указаны: латинское название, принятое сокращенное обозначение созвездия и количество звезд ярче 6^m в нем. Звезды перечислены в порядке уменьшения блеска. Для метеорных потоков указаны координаты радианта, среднее часовое число метеоров, эпоха активности, дата максимума, название. Для переменных

звезд с амплитудой блеска 0,5^m приводится звездная величина в максимуме (она отмечена буквой v, если амплитуда больше 0,5^m, то — пределы изменения блеска).

Для звездных скоплений дается интегральный блеск, спектральный класс указывается по спектру самых ярких звезд. Спектр и звездная величина диффузной туманности относится к освещающим их звездам.

В легендах будут использованы такие условные обозначения: d — карлики, g — гиганты, s — сверхгиганты, p — необычный спектр, e — эмиссионные линии в спектре, s — резкие

линии в спектре, m — линии металлов в спектре, p. c. — рассеянные скопления, ш. с. — шаровые скопления, п. т. — планетарные туманности, д. т. — диффузные туманности, гал. — галактики. Ia — 0 — самые яркие сверхгиганты, Ia — яркие сверхгиганты, Iab — средние сверхгиганты, Ib — слабые сверхгиганты, II — яркие гиганты, III — слабые гиганты, IV — субгиганты, V — звезды главной последовательности, VI — субкарлики. Сп.-дв. — спектральная двойная, опт. сп. — оптический спутник, дв., тр., четв., пят. — кратность звезды, ? — неуверенные данные.

Материал подготовил Н. В. МАМУНА

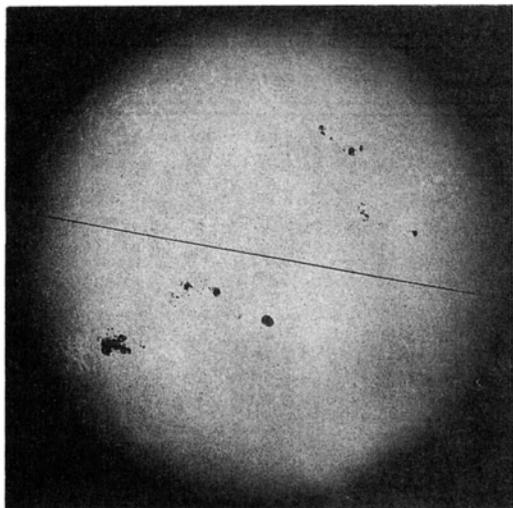
(Начало см. в № 1, 2, 1989 г.)

Солнце в декабре 1988 — январе 1989 года

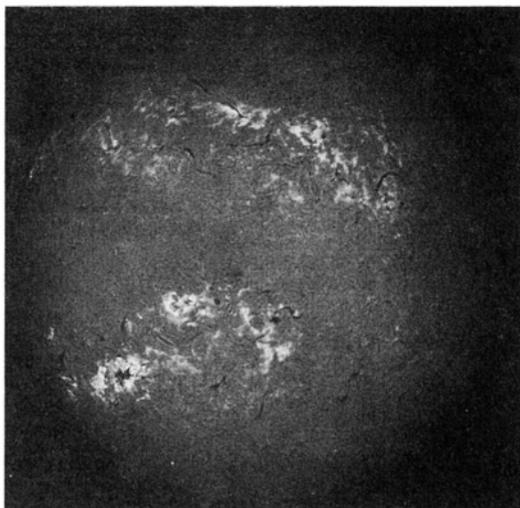
В развитии солнечной активности прошедший 1988 год был особым. Буквально с первых его дней число групп пятен на диске стало быстро увеличиваться (скорость прироста числа Вольфа увеличилась более чем вдвое по сравнению с 1987 годом). К декабрю 1988 года среднемесячное значение W достигло уровня 150.

Активность оставалась высокой и в январе 1989 года.

Обычно на диске находились одновременно 8—10 групп пятен, большей частью достаточно развитых. В середине декабря и первой декаде января W иногда выходило за отметку 200, в промежутках между этими пиками число



Фотосфера 10 января 1989 года. В северном полушарии видны довольно обширные факельные поля, в южном — появилась большая группа пятен, которую можно было наблюдать невооруженным глазом (через закопченное стекло)



Хромосфера в тот же день. В северном полушарии четко выделяется факельное поле в виде целой полосы ярких флоккулов. Такие же флоккулы окружают группы пятен в южном полушарии. Фотография получена А. А. Прокопьевым на хромосферном телескопе БАО Сиб-ИЗМИРа СО АН СССР

Вольфа было 100—110. Пятна почти одинаково часто возникали как в северном, так и в южном полушариях преимущественно на широтах 10—25°; встречались также пятна на широтах 30—35°. Крупных пятен стало больше. Увеличились площади факелов. Видимо, Солнце вступает в предмаксимальную фазу. Поэтому в

ближайшие год-полтора мы станем свидетелями интересных явлений на солнечной поверхности.

В. Г. БАНИН

Кандидат физико-математических наук

С. А. ЯЗЕВ

Информация

Новое о Плуtone

Плутон даже в самые сильные телескопы виден как светлая точка. Однако за последние годы астрономы сумели измерить размеры и массу этого небесного тела с немалой точностью.

Такая возможность возникла 10 лет назад, когда американский

ученый Дж. У. Кристи открыл у Плутона естественный спутник, получивший название Харон — по имени персонажа древнегреческих мифов, перевозившего души умерших через реку забвения в загробное царство Плутона (Земля и Вселенная, 1984, № 4, с. 20 — *Ред.*).

Харон и Плутон поочередно закрывают друг друга в поле зрения земного наблюдателя. Это позволило Д. Толену и М. Бьюи, работавшим на Гавайских островах, вычислить диаметр планеты. Он составляет около 1123 км, то есть много меньше, чем предполагали до сих пор. Измерив время, которое уходит у Харона на полный оборот вокруг Плу-

тона, ученые смогли определить их суммарную массу. Если же предположить, что эти небесные тела состоят из пород, средняя плотность которых одинакова, то эта плотность должна быть почти вдвое больше плотности воды (1990 кг/м³). А ведь еще 6 лет назад во всех астрономических таблицах в соответствующих клеточках стоял вопросительный знак, а в прошлом году — величина вдвое меньшая, чем теперь...

New Scientist, 1988, 119, 1632, 43

Любительское телескопо- строение

Панорамный астрограф

В некоторых случаях возникает необходимость фотографирования протяженных объектов: серебристых облаков, следов метеоров и болидов, обширных областей звездного неба. Конечно, сделать такие снимки можно последовательно фотографируя отдельные участки, что весьма трудоемко и не обеспечивает одинаковых условий съемки.

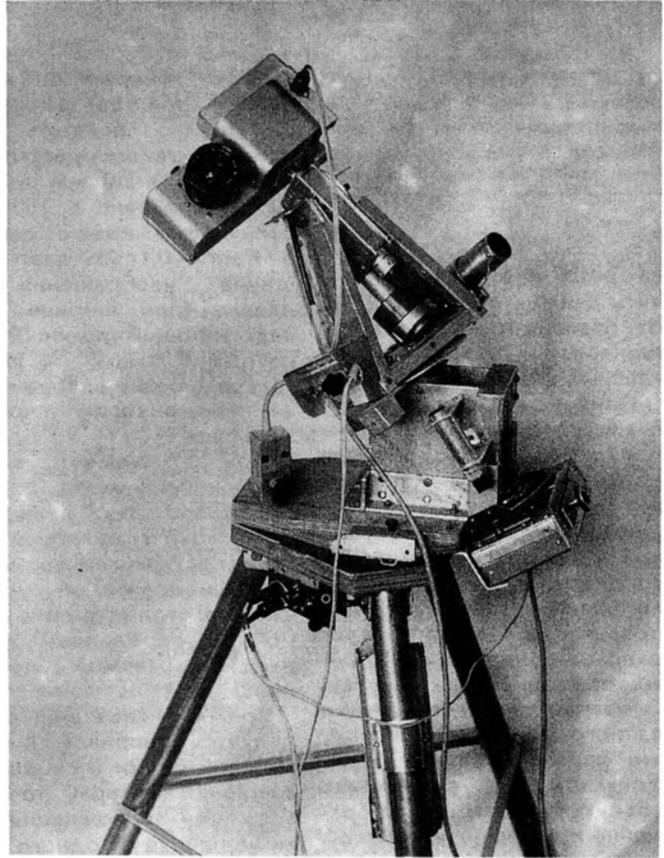
Использование для этих целей специальных объективов типа «Рыбий глаз» доступно далеко не всем из-за их высокой стоимости. Неудобны и панорамные фотокамеры типа «Горизонт», имеющие узкую щель, через которую проецируется изображение на вогнутую поверхность пленки, что не позволяет делать длительные экспозиции при съемке.

Однако еще в 1893 году Дамуазо (Франция) предложил панорамную камеру «Циклограф», лишенную указанных недостатков. Несмотря на кажущуюся техническую простоту идеи, камера не получила широкого распространения из-за жестких требований к ее механической части.

Мне удалось на базе идеи Дамуазо сконструировать и построить чрезвычайно простой и надежный панорамный астрограф, качество снимков которого определяется только параметрами объектива.

Правда, этот астрограф страдает определенным недостатком, связанным с самим принципом его работы. Съемка панорамы

проводится последовательно, в связи с чем изображение на разных участках снимка получается в разные моменты времени. Поэтому при продолжительной съемке нестационарных объектов, например быстро меняющих форму метеорных следов, этот недостаток надо учитывать, однако в большинстве случаев, особенно при фотографировании панорамы звездного неба, он не имеет существенного значения.



Общий вид панорамного астрографа

В астрографе могут быть использованы широко распространенные объективы «Мир-1», «Индустар-61» и другие. С их помощью можно получать снимки звездного неба в виде полосы шириной $45\text{--}60^\circ$ в зависимости от типа объектива (и любой протяженности, вплоть до 360°). Например,

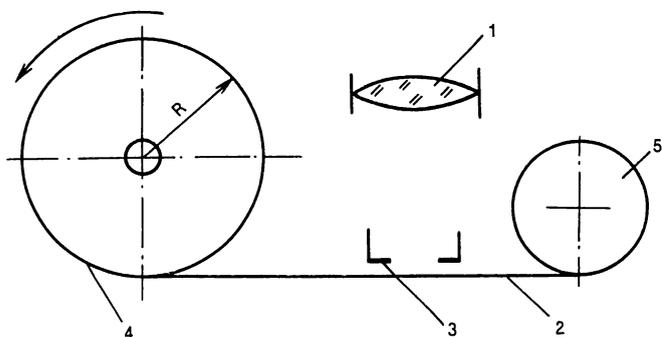


Схема работы астрографа: 1 — объектив, 2 — фотопленка, 3 — кадрирующая рамка, 4 — барабан, 5 — кассета

за 2—3 часа можно получить снимок Млечного Пути от горизонта до горизонта или сразу нескольких зодиакальных созвездий.

Принцип работы астрографа следующий: объектив проецирует изображение объекта на пленку, причем размеры изображения задаются кадрирующей рамкой. В процессе съемки фотокамера вращается вокруг неподвижной оси. Экспонирование происходит через окно кадрирующей рамки при движении пленки. Особенность конструкции данного астрографа в том, что **радиус барабана равен фокусному расстоянию объектива**, поэтому изображение при вращении камеры остается неподвижным. Это позволяет не ограничивать ширину кадрирующей рамки и вместе с тем делать продолжительную экспозицию. Угол съемки определяется углом поворота камеры вокруг оси и может быть сколь угодно большим.

Требования к точности изготовления механизмов камеры невелики: необходимо лишь обеспечить равенство радиуса барабана фокусному расстоянию объектива, и ширина фильмового канала должна иск-

лючать поперечный люфт пленки при ее движении.

Нетрудно показать, что при фокусном расстоянии объектива в 50 мм и диаметре барабана в 100 мм, отличие размеров от расчетных на $\pm 0,1$ мм дает смещение изображения на пленке (при ширине окна кадрирующей рамки 10 мм) равным 0,01 мм, что значительно меньше изображения дифракционного кружка звезды.

При съемке звездного неба камера должна совершать два движения: одно вокруг полярной оси вслед за движением неба, а другое вокруг оси камеры, угол поворота которой и определяет длину дуги снимаемой полосы неба.

Время экспозиции определяется шириной кадрирующей рамки и скоростью вращения камеры, то есть временем прохождения точки на пленке от одного края кадрирующей рамки до другого. При угле съемки φ , ширине щели кадрирующей рамки l и времени выдержки t , скорость вращения камеры вокруг оси n определяется формулой:

$$n = \frac{\varphi}{360} \cdot \frac{2\pi f}{l} t$$

Меняя скорость вращения камеры и ширину щели кадрирующей рамки, можно в широких пределах менять продолжительность экспозиции.

Я изготовил две камеры, одна под объектив «Индустар-50-2» и другая «Мир-1В». В обеих камерах для расширения площади съемки используется пленка шириной 60 мм, в связи с этим кадрирующая рамка выполнена в виде щели с регулируемой шириной от 2 до 10 мм и длиной по ширине пленки. Так как длина щели кадрирующей рамки больше диагонали обычного кадра (24×36 мм), по краям пленки наблюдается некоторое падение освещенности, однако заметной комы нет. Во всяком случае, качество кадра шириной в 50° вполне удовлетворительное.

Корпус и все детали камеры выполнены из листового алюминия. Ось стальная. Вращение камеры производится электроприводом. Электродвигатель укреплен непосредственно на корпусе камеры. Меняя набор шестерен и скорость вращения электродвигателя, можно менять скорость вращения камеры, а вместе с этим и экспозицию при съемке. Имеется возможность устанавливать время полного оборота камеры — 2, 4, 8 и 12 час, что соответствует, при ширине щели 10 мм, экспозиции 5, 10, 20 и 30 мин.

Астрограф, смонтированный на экваториальной установке, имеет оптический визир и гид с тонкой регулировкой, позволяющей выставлять его точно на гидрируемую звезду. Яркость подсветки нитей гида можно менять. Скорость привода полярной оси регулируется с помощью выносного пульта. Питание привода полярной оси осуществляется от аккумуляторной батареи (10 аккумуляторов типа Д-55), а привод камеры — от аккумуляторного фонаря.

Б. И. ПАНФИЛОВ
(428003, Чебоксары-3, пр. Ленина, д. 21, кв. 23)

Рейсы кораблей науки (июль — декабрь 1988 года)

№№ п/п	Научно-исследовательское судно	Географический район	Цель экспедиции	Примечание
1.	«Академик Мстислав Келдыш» (Институт океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР)	Восточная Атлантика, Тирренское море	Морская геология: изучение подводных гор, в тектонически активных областях	В рейсе участвовали ученые из Великобритании, США, Италии, ФРГ, Финляндии
2.	«Рифт» (Институт океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР)	Азоро-Гибралтарский район Атлантического океана	Морская геология: исследование строения и деформации океанской земной коры	
3.	«Витязь» (Институт океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР)	Восточная Атлантика	Гидрофизика: изучение внутритермоклинных вихрей средиземноморского происхождения	Приняли участие специалисты из Кубы и Марокко
4.	«Гидробиолог» (Институт океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР)	Западная часть Черного моря	Химия моря: изучение химического обмена на границе вода — дно в шельфовой зоне	Работы проводились совместно с болгарскими учеными
5.	«Академик Курчатов» (Институт океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР)	Атлантический океан, Средиземное и Черное моря	Гидрофизика: изучение лазерного излучения в водной толще, оптических характеристик вод в связи с гидродинамическими процессами	
6.	«Шельф» (Институт океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР)	Северная часть Балтийского моря	Морская геология: изучение процессов осадкообразования, литология и геологическое строение осадочной толщи	В экспедиции принимал участие финский ученый
7.	«Профессор Штокман» (Институт океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР)	Северная Атлантика и Баренцево море	Гидрофизика: изучение неоднородностей осадочных слоев акустическими и сейсмическими методами, распространения звука, акустических шумов в океане	Основная часть работ проводилась совместно с судном «Академик Сергей Вавилов»
8.	«Дмитрий Менделеев» (Институт океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР)	Северная часть Тихого океана и Берингово море	Морская геология: сейсмостратиграфическое изучение осадочного слоя, строения и состава океанской литосферы	В экспедиции работал американский специалист
9.	«Академик Сергей Вавилов» (Институт океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР)	Северная Атлантика и Баренцево море	Гидрофизика: изучение звуковых сигналов, акустических шумов. Впервые проведено исследование внутренних волн акустическими средствами, впервые выполнены акустические измерения с помощью буя управляемой плавучести с многоэлементной антенной	В рейсе принимали участие финские специалисты
10.	«Академик Александр Виноградов» (Дальневосточное отделение АН СССР)	Северо-западная часть Тихого океана и Филиппинское море	Гидрофизика: изучение распространения звука вдоль протяженных трасс, влияния мезомасштабных неоднородностей и фронтальных зон на распространение звука в морской воде, рассеяния и поглощения звука	Попутно проводились комплексные геолого-геофизические и геохимические исследования в центральной части Тихого океана
11.	«Академик Александр Несмеянов» (Дальневосточное отделение АН СССР)	Северо-западная часть Тихого океана	Морская геология: гравиметрические наблюдения, изучение мощности осадочного чехла, вещественного состава и продуктов вулканизма подводных гор Императорского хребта; геотермические наблюдения, испытания новых донных сейсмических станций.	

№№ п/п	Научно-исследовательское судно	Географический район	Цель экспедиции	Примечание
12.	«Академик М. А. Лаврентьев» (Дальневосточное отделение АН СССР)	Северо-западная часть Тихого океана	Гидрофизика: исследование распространения звука, гидрологических параметров, шумов океана, внутренних волн, электромагнитного поля	
13.	«Академик Опарин» (Дальневосточное отделение АН СССР)	Юго-западная часть Тихого океана и Охотское море	Морская биология: изучение морских беспозвоночных и микроорганизмов как источника физиологически активных соединений	В рейсе принимали участие австралийские ученые
14.	«Профессор Богоров» (Дальневосточное отделение АН СССР)	Бухта Кратерная (Тихий океан)	Морская биология: изучение водной экосистемы в зонах влияния подводной газогидротермальной деятельности	
15.	«Профессор Гагаринский» (Дальневосточное отделение АН СССР)	Северо-западная часть Тихого океана и Охотское море	Морская геология: детальное изучение строения литосферы Восточно-Азиатской активной окраины в районе Курильских островов; исследование сейсмичности Курило-Камчатского региона, состава придонных вод. Зарегистрировано 36 подводных землетрясений	
16.	«Вулканолог» (Дальневосточное отделение АН СССР)	Северо-западная часть Тихого океана	Морская геология: изучались влияние вулканогенно-осадочного разреза морфологии подводных вулканов Курильской и Алеутской дуг, рельеф дна и строение осадочного чехла на шельфе Авачинского залива	
17.	«Морской геофизик» (Дальневосточное отделение АН СССР)	Северо-западная часть Тихого океана	Морская геология: гравиметрические наблюдения, изучение мощности осадочного чехла между возвышенностью Шатского и Императорским хребтом	
18.	«Академик Вернадский» (Морской гидрофизический институт АН УССР)	Западная часть Тропической Атлантики	Гидрофизика и гидрохимия: дистанционное определение гидрометеорологических параметров поверхностного слоя океана; исследовалась турбулентность гидрофизических полей; изучалась термоклинная линза средиземноморских вод в Атлантическом океане в районе Португалии	
19.	«Михаил Ломоносов» (Морской гидрофизический институт АН УССР)	Восточная часть Тропической Атлантики	Гидрофизика: изучение крупномасштабной океанической циркуляции, аномалий гидрофизических полей, фронтальных образований	В рейсе участвовали гвинейские специалисты
20.	«Профессор Колесников» (Морской гидрофизический институт АН УССР)	Черное и Средиземное моря	Гидрофизика: экспериментальное изучение трехмерной гидрологической структуры верхнего слоя моря в летний период. Получены карты температуры воды, солености, прозрачности, скорости течений, зон завихренности	

№№ п/п	Научно-исследовательское судно	Географический район	Цель экспедиции	Примечание
21.	«Профессор Водяницкий» (Институт биологии южных морей АН УССР)	Черное и Эгейское моря	Морская биология: изучались современные экологические условия обмена видами через пролив Босфор, оценивался гидрохимический режим Черного и Эгейского морей	
22.	«Академик Ковалевский» (Институт биологии южных морей АН УССР)	Черное и Эгейское моря	Морская биология: изучение черноморского шпрота и других массовых видов рыб в разных участках ареала; определение радиоактивного загрязнения воды, донных отложений, влияния стока Днепра, Днестра и Дуная на распределение радиоактивных веществ в западной части Черного моря	
23.	«Заря» (Ленинградский отдел Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР)	Балтийское море	Повторные компонентные геомагнитные измерения на четырех морских пунктах векового хода	В экспедиции работали финские и шведские специалисты
24.	«Евпатория» (Вычислительный центр Сибирского отделения АН СССР)	Черное море	Морская геофизика: испытания новой геофизической аппаратуры, выяснение возможности обнаружения скоплений газовых гидратов	Судно совершило свой последний рейс
25.	«Дальние Зеленцы» (Мурманский морской биологический институт)	Баренцево море	Морская биология: изучение распределения массовых видов донных рыб и беспозвоночных; собраны пробы бентоса, получены данные о питании рыб в промысловом районе	
26.	«Академик Борис Петров» (Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского АН СССР)	Японское море	Химия моря: изучение распространения искусственно инжестрированной примеси в морской среде; пространственно-временных вариаций отдельных изотопных компонентов гамма-поля морской воды и приводного слоя атмосферы; исследование связи поля радиоактивности с другими гидрофизическими полями	
27.	«Академик Николай Страхов» (Геологический институт АН СССР)	Экваториальная Атлантика	Морская геология: сбор геолого-геофизических данных в приэкваториальном блоке Срединно-Атлантического хребта. Выполнена комплексная геофизическая съемка многолучевым эхолотом	В рейсе принимали участие специалисты из Великобритании, Бразилии и США
28.	«Арнольд Веймер» (Институт теплоэлектрофизики АН ЭССР)	Балтийское море	Гидрофизика и биохимия: изучение солености морской воды, изучение гидрофизических процессов и их влияния на гидробиологические и гидрохимические поля, исследование экологического состояния морской среды	Совместно с судном «Профессор А. Пенк» (ГДР) проводилось изучение инерционных волн в Арконском бассейне

По выставкам и музеям

Древние чертежи на дереве и бумаге

В. С. КУСОВ
кандидат технических наук

Летом 1988 года в музее-заповеднике «Коломенское» работала своеобразная выставка «Изображение русских городов и монастырей на древних чертежах, гравюрах и иконах». Впервые воедино были собраны результаты, казалось бы, совершенно различных направлений творческой деятельности наших соотечественников — художников и чертежников XVI—XVII веков. Однако разница лишь кажущаяся, в ту эпоху один и тот же автор с одинаковым успехом мог изготовить икону, географический чертеж, вырезать печатную форму на деревянной доске.

Экспонаты для выставки предоставили музей «Коломенское», Центральный государственный архив древних актов и Научная библиотека МГУ имени М. В. Ломоносова. Объединяло экспонаты их географическое содержание. Экспонировавшиеся на выставке собрание русских географических чертежей на бумаге в подавляющем большинстве относится ко второй половине XVII века. Составленных до 1700 года найдено 964 (957 рукописных и 7 печатных). И лишь один из них датируется XVI веком — это «Чертеж земель по реке Солонице» (в западной части современной Костромской области),

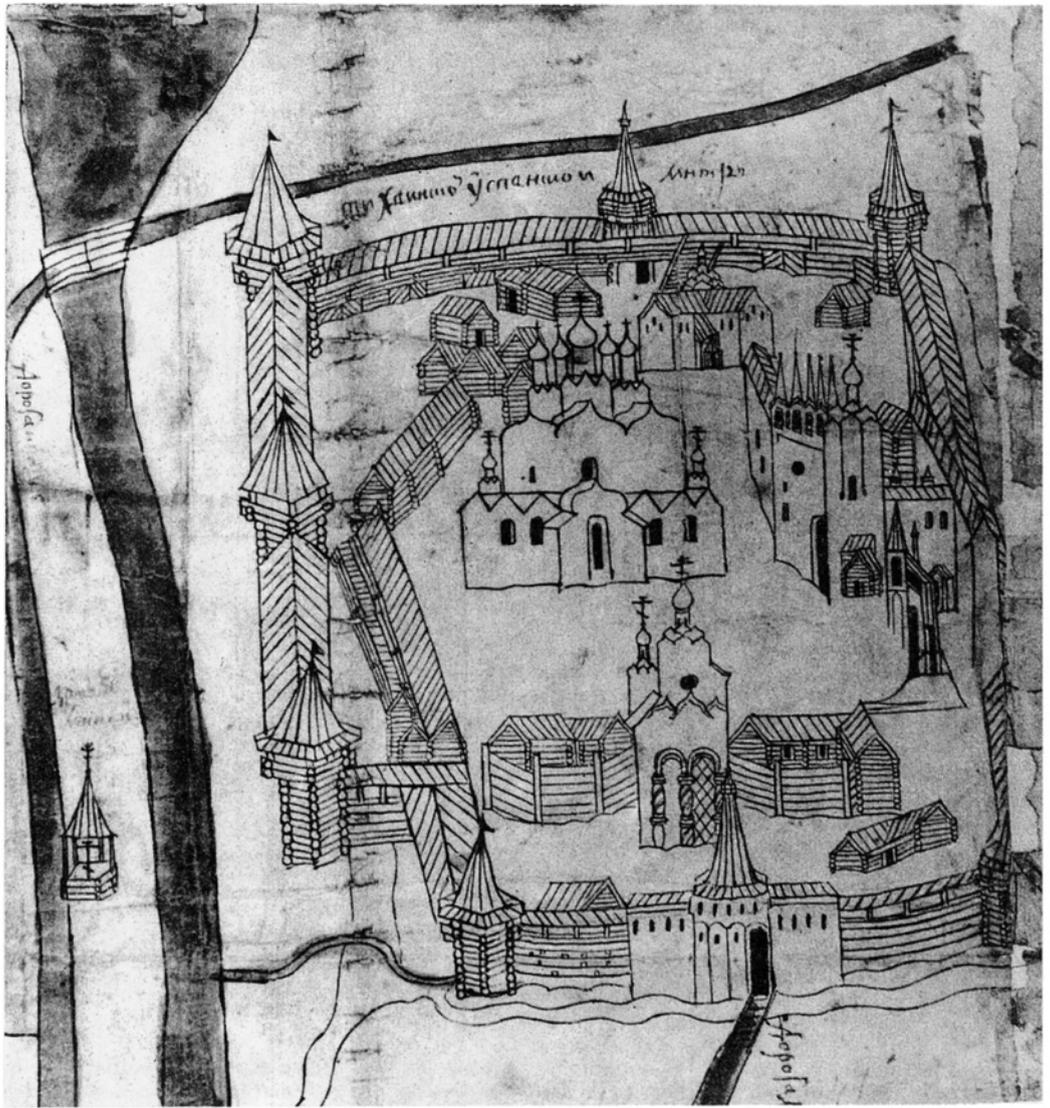
хранящийся в отделе рукописей Государственной библиотеки СССР имени В. И. Ленина.

Долгое время довольно скептически относились к этим географическим образам пространства, ведь на большинстве из них отсутствует точное значение масштаба и координатная сетка. Но дело в том, что неизвестные нам «чертежчики», как правило, старались прежде всего дать качественные сведения о местности, пренебрегая ее точным геометрическим подобием. Это говорит отнюдь не о примитивности мышления наших древних картографов; при необходимости они умели изготавливать и строго метричные планы. На выставке представлена опубликованная в 1661 году книга «Киево-Печерский патерик», в которую включены выдержанные в масштабе чертежи подземных сооружений Киево-Печерской лавры.

Около 1700 года русская топография утратила свою яркую национальную особенность, чертеж стал именоваться ландкартой, а затем и просто картой. А вот иконы более позднего времени, которые продолжали исполняться в традиционной манере, нередко содержали все более точные, несмотря на сохранившуюся условность изображения и обязатель-

ную «житийную» часть, образы архитектурных ансамблей. На иконах в это время появляются панорамные изображения городских и монастырских ансамблей с обозначением конкретных построек. На выставке экспонировалась икона «Прокопий и Иоанн Устюжский» (середина XVII века), раскрывающая перед зрителем городскую застройку Великого Устюга по берегам реки Сухоны, видимую как бы с птичьего полета. Такой же принцип панорамного изображения применил иконописец Григорий Попов при создании образа Архангела Михаила, осеняющего названный в его честь город Архангельск. На иконе можно найти ныне утраченные строения Архангельска конца XVII — начала XVIII века.

Огромный интерес для исследователей представляют иконы с плановыми изображениями, передающие относительно достоверно топографию памятников. На иконе второй половины XVII века «Соловецкая обитель» показаны скалистые берега Соловецкого архипелага, омываемые Белым морем. В центре — стены и башни Соловецкого монастыря — одного из замечательнейших памятников крепостной архитектуры XVI века. При крайней условности изображения иконописец точно



передал очертания и расположение основных островов и построек Соловков.

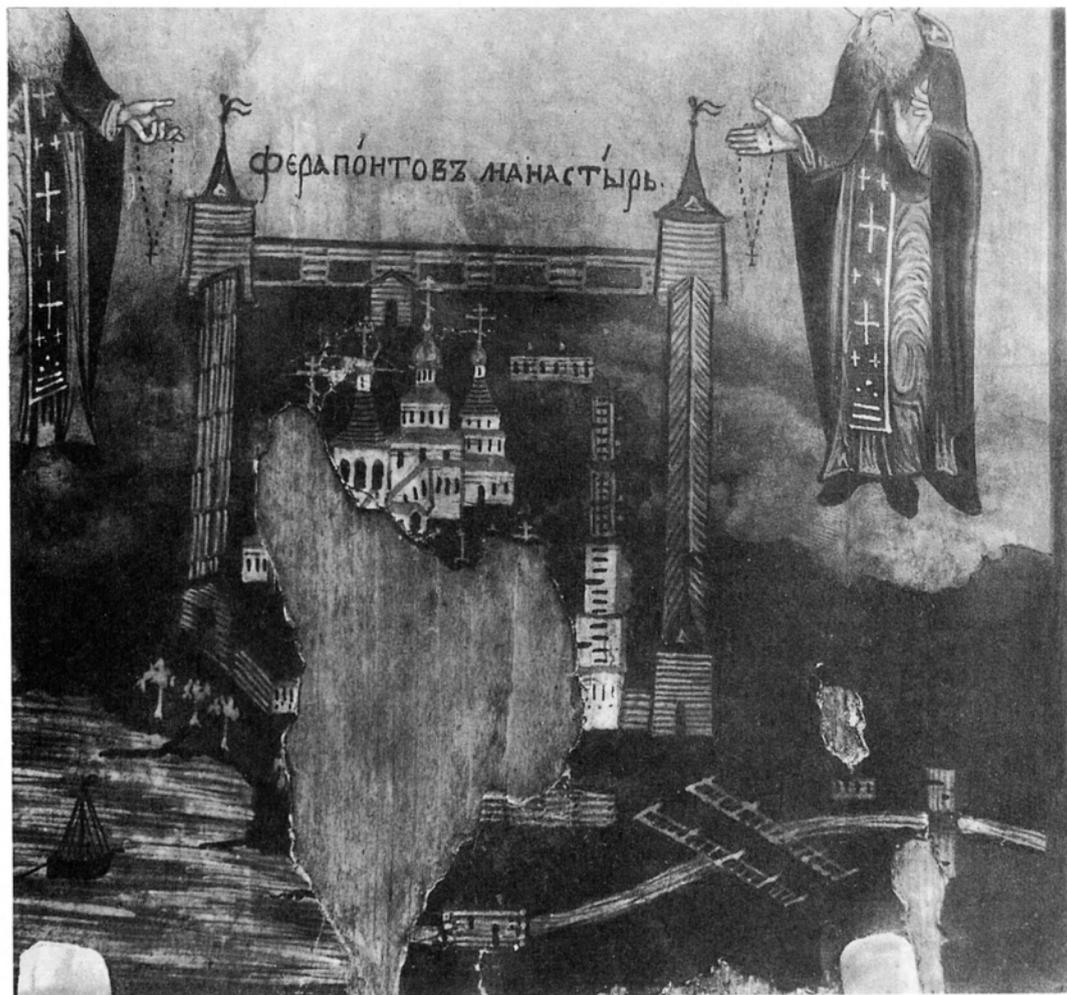
В работах по истории русской иконы часто обсуждаются особенности стиля иконного письма (например, «устюжского», «тверского»). Интересно, что на иконах, содержащих плановое изображение городов или монастырей, где бы они не создавались, эти особенности не видны. Но проясняется общая для них характерная черта:

Изображение Тихвинского Успенского монастыря на бумаге, XVII век

иконописные изображения городов и монастырей, будучи нанесенными на карту, образуют удивительно четкую прямоугольную территорию, ограниченную населенными пунктами: Соловки — Хлынов (Вятка) — Муром — Пе-

чора — Соловки. И все изображения объектов внутри этого прямоугольника обладают определенным единством стиля, причем они всегда ориентированы на восток. Есть, правда, исключения: среди икон Пскова и Новгорода имеется по одной с противоположной ориентировкой изображений — западной.

Собранные на выставке иконописные и графические изображения древних рус-



ских городов и монастырей — это не только важный исторический источник, но это и памятники, обладающие несомненной художественной ценностью, памятники высокой духовной культуры русского народа. Пред-

Иконописное изображение Ферапонтова монастыря на дереве (около 1700 года)

ставленные на выставке фотографии современного вида

городских и монастырских ансамблей выполнены с негативов начала и середины XX века, хранящихся в фототеке Государственного научно-исследовательского музея архитектуры имени Щусева.

Уважаемые читатели!

**Обратите внимание на новый адрес редакции и ее телефоны:
117049, Москва, Мароновский пер., д. 26,
комн. 314, тел. 238-42-32, 238-29-66**

По выставкам и музеям

Советская экспозиция в Пекине

В. Б. ОБИНЯКОВ

В октябре 1988 года в Пекине проходила Вторая международная выставка «Геология-88», в которой участвовали ведущие фирмы — производители приборов и оборудования для геологии, геофизики, геодезии и картографии. Свою продукцию представляли Япония, США, Канада и ряд европейских стран. Впервые за многие го-

ды в такой специализированной геологической выставке в КНР приняли участие советские организации.

Китайская Народная Республика обладает практически всеми видами минеральных ресурсов, но поскольку в стране длительное время практически не велась разведка и освоение новых источников полезных иско-

паемых, возник определенный дефицит угля, нефти, газа. Поэтому сейчас в Китае особое внимание уделяется интенсивному внедрению современных методов и средств разведки и добычи минерального сырья. В частности, Министерство геологии и минеральных ресурсов КНР и другие заинтересованные ведомства стали при-



У стенда Всесоюзного объединения «Зарубежгеология»



влекать иностранные фирмы для выполнения различных геологических и геофизических изысканий.

Китайский Совет содействия международной торговле с 1986 года проводит в Пекине ежегодные международные геологические выставки. Они помогают устанавливать и развивать взаимовыгодное сотрудничество с зарубежными партнерами, привлекать в экономику КНР иностранный капитал и, как следствие, способствуют внедрению новых прогрессивных технологий и оборудования.

Желая возродить связи с Китаем в области изучения природных ресурсов, Советский Союз представил на выставке 1988 года свои достижения в области геологии и геофизики, геодезии и картографии, сейсмологии и метеорологии, бурового и шахтного оборудования. Спутник «Метеор-Природа», открывший советскую экспозицию в Пекине, символизировал

У макета подводного аппарата для исследования шельфа

ровал приглашение к сотрудничеству не только на Земле, но и в космосе.

Возможности изучения Земли современными космическими средствами были показаны в разделах Академии наук СССР и Всесоюзного объединения «Союзкарта», представляющего на международном рынке Главного управления геодезии и картографии при Совете Министров СССР. Космические снимки, предлагаемые В/О «Союзкарта», привлекли внимание китайских специалистов, которые до сих пор пользовались космическими снимками американской системы Лэндсат и французской СПОТ. Напомним, что советские космические снимки обладают лучшей на сегодняшний день разрешающей способностью —

5 м. Образцы снимков показали китайским геологам реальные возможности советской космической системы, а сделанный из космоса снимок Пекина наглядно убедил даже неспециалистов в высоком качестве работы этой системы. По мнению китайских специалистов, советская технология поиска и оценки залежей полезных ископаемых по космическим снимкам весьма перспективна для территории КНР.

Не меньший интерес у посетителей вызывали приборы, оборудование и технологии, представленные объединениями «Зарубежгеология», «Союззагранприбор», «Совэлектро», Академией наук СССР, Минвузом РСФСР. Оборудование для глубокого бурения, специальная электроэнергетическая аппаратура, установка для электроразведки на нефть, газ, средства и аппаратура для изучения шельфа Мирового океана, геодезические и картографические

инструменты — это еще далеко не все экспонаты, которые привлекли внимание различных китайских организаций.

Впервые на советской выставке в Китае была представлена продукция научно-производственного, внедренческого и торгово-посреднического кооперативного центра «Искра». Предлагаемая этим кооперативом технология переработки отходов горнодобывающей промышленности и изготовления на ее основе новых строительных материалов; а также предложения Центра по финансовому и экономическому сотрудничеству с китайскими организациями весьма заинтересовали китайские государственные и кооперативные организации.

Во время работы выставки советские специалисты выступали с лекциями, посещали родственные предприятия и организации. Впервые китайские геологические организации получили предложение создать совместные предприятия на территории СССР и КНР, обсуждались возможности открыть совместные научные центры и производственные геолого-разведочные предприятия и предприятия, на которых разрабатывались бы и производились геологические и геофизические приборы и оборудование. В итоге — заключены договоры о развитии сотрудничества между советскими и китайскими организациями.

Советская экспозиция в Пекине привлекла множест-

во зрителей, и не только из столицы, но и из провинций страны. Посетителей интересовало и то, как идет перестройка в нашей стране, есть ли изменения в социальной и экономической сфере. Особенно теплыми были беседы с китайскими специалистами, которые в 50—60-х годах учились в советских вузах.

Выставка показала, что Советский Союз и Китай имеют много общих задач как в области геологии, так и в различных областях социально-экономической сферы. Сотрудничество между нашими странами, начало которому положила выставка «Геология-88», будет способствовать расширению дружественных отношений между СССР и КНР.

НОВЫЕ КНИГИ

Горные породы и камень

О минералах, и особенно о драгоценных камнях, написано много прекрасных книг, но не так обширна литература, посвященная горным породам. Научно-популярное издание В. И. Лебединского и Л. П. Кириченко «Книга о камне» (М.: Недра, 1988) вводит читателя в сложный мир горных пород, рассказывает об удивительном разнообразии камня на Земле и за ее пределами, об использовании этого материала в повседневной жизни людей.

В начале книги читатель познакомится с названиями горных пород, их историей и возрастом, узнает о следах жизни, сохранившихся в них. Отдельная глава по-



священа метеоритам и горным породам на Луне и планетах Солнечной системы. Здесь дается информация об изучении планеты Венера с помощью межпланетных

станций «Венера-13 и -14», «Вега-1 и -2».

Большое внимание в книге уделено использованию камня в искусстве, строительстве и архитектуре. Описываются резные камни — исторические геммы, в том числе одна из лучших в мире коллекций, хранящаяся в Государственном Эрмитаже. Много интересного найдут для себя любители камня в главах, посвященных монументальным постройкам в Древнем Египте, Античной Греции, Римской Империи, доколумбовой Америке и Африке. Заключается книга своеобразной экскурсией по Московскому метрополитену, где для оформления подземных залов и переходов использованы различные породы камня из 40 месторождений нашей страны.

Книга снабжена словарем терминов и адресована всем, кто интересуется историей горных пород, любит и коллекционирует камни.

Журнал глазами читателя

Наш журнал обратился к своим читателям с просьбой ответить на вопросы анкеты, опубликованной в № 6 за 1988 год. Мы уже дважды проводили такие опросы: в 1966 и 1972 годах. В последней анкете были перечислены рубрики и мы попросили читателей отметить наиболее интересные из них.

Редакция получила свыше 720 ответов. Много это или мало? Насколько репрезентативна такая выборка? Можно ли руководствоваться результатами анкетирования в нашей работе? Обратимся к опыту других органов печати, проводящих аналогичные анкетные исследования.

Еженедельник «Говорит и показывает Москва», например, подводит итоги опроса мнения телезрителей о новогондных программах по пяти тысячам заполненных анкет, что составляет примерно 0,002 % всех телезрителей. Нам же ответили 1,7 % читателей. Это значит, что наше анкетирование на три порядка более представительное, чем в еженедельнике.

«ПОРТРЕТ ЧИТАТЕЛЯ»

Возраст приславших анкеты разнообразен: самому молодому читателю журнала 11 лет, самому старшему — 85. Разнороден и состав: есть среди читателей и преподаватели школ, медики, доценты, научные работники, военные, пожарники, повара... 31,5 % составили специалисты, имеющие законченное или незаконченное высшее образование, 32,4 % — школьники, учащиеся ПТУ и техникумов, 21,2 % — это рабочие, колхозники, военнослужащие. 14,9 % составляют пенсионеры и читатели, не указавшие в анкете своей профессии.

Нам был интересен и такой вопрос: не служит ли журнал источником информации, компенсирующим недостаток, а иногда и полное отсутствие другой научно-популярной литературы в магазинах и библиотеках в сельской местности. Оказалось, нет. 55 % наших читателей живут в крупных городах, 30 % — жители небольших городков, и лишь 15 % живут в деревнях и селах.

ИНТЕРЕСЫ ЧИТАТЕЛЯ

Какие же материалы больше всего привлекают внимание? Из всех рубрик лидируют проблемные статьи по астрономии. Их отметили 90,7 % приславших анкеты. Выявился значительный интерес к рубрикам «Астрономия и космонавтика XXI века» (77 %) и «Гипотезы, дискуссии, предложения» (73,5 %). Высоким оказался и процент читающих рубрику «Астрономическое образование» — 52,1 %. Многие читатели используют журнал как руководство по любительскому телескопостроению (57,3 %) и по любительской астрономии (68,6 %). Большой успех имеет фантастика — 71,9 %. Более половины приславших анкеты (55 %) хотят чаще видеть в журнале рубрику «Ответы на вопросы читателей».

Мы проследили, как распределяются привязанности наших читателей в зависимости от категорий их занятий. Оказалось, что такие «развлекательные» рубрики, как «Фантастика», «Литературные страницы», «Кроссворды» и тому подобные наибольшим успехом пользуются у школьников. Они же любят читать и «Астрономическое образование» и «Аэрокосмическое образование». Рабочие, колхозники, военнослужащие предпочитают рубрики «Охрана природы», «Люди науки», «Экспедиции» и проблемные статьи по геофизике. Но в целом разброс интересов невелик и по большинству рубрик не выходит за пределы «ошибок измерений».

ИЗ ЧИТАТЕЛЬСКИХ ПИСЕМ

Многие читатели не ограничились простыми ответами на вопросы анкеты, а написали подробные соображения по поводу журнала. Приведем наиболее часто встречающиеся пожелания.

...«Не пытайтесь втиснуть в журнал как можно больше рубрик, — он от этого интереснее не становится».

Ю. Е. Шумилов, инженер-конструктор, г. Кунгур, Пермской обл.

...«Считаю, что во всех разделах журнала следовало бы увеличить долю "Вселенной" за счет уменьшения доли "Земли". Журналов о Земле немало, а о космосе кроме Вашего — нет. Сделать статьи менее сухими, не снижая, а даже по-

вышая их научный уровень. Можно даже пожертвовать "титлованностью" авторов».

М. И. Кислицкий, ведущий инженер, г. Ленинград.

...«Необходимо рассматривать гипотезы не только ученых, но и любителей (какими бы фантастическими и невероятными эти гипотезы ни казались ученым)».

А. Н. Матвиец, учитель, с. Пирого, Полтавской обл.

...«Предлагаю ввести рубрику с примерным названием "Астрономический словарь" или "Популярная астрономическая энциклопедия"».

А. А. Гнездилов, научный сотрудник, г. Москва.

...«Убедительная просьба: опубликуйте результаты анкетирования (конкретнее — хотят ли читатели журнала читать больше о "Земле" или о "Вселенной")».

С. В. Астапов, инженер управления реактором, г. Дмитровград.

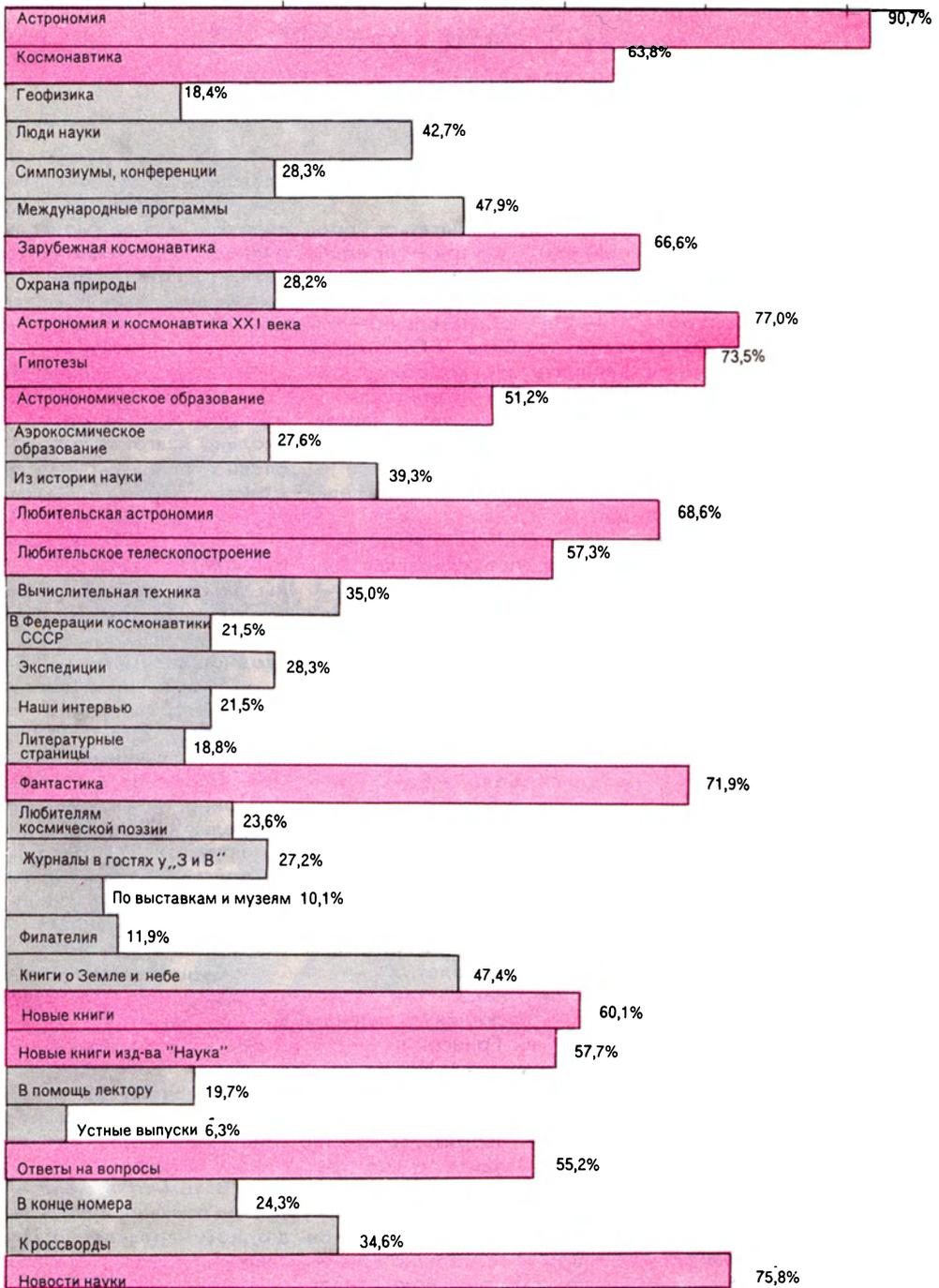
...«Прочитываю ваш журнал практически от начала до конца. Меня интересуют почти все ваши статьи. О существовании журнала узнала случайно (его нет в наших библиотеках) и сразу же на него подписалась, хотя до сих пор никогда не держала его в руках и не знала, смогу ли я его читать. Я рада, что мои надежды оправдались, и с этого года я — постоянный ваш читатель. Но хотелось бы получать его каждый месяц».

И. Н. Демина, библиотекарь, г. Пушино-на-Оке, Московская обл.

Диаграмма, отражающая интересы читателей к различным рубрикам журнала ▶

Ч и с л о о т в е т о в

100 200 300 400 500 600



Редакция благодарит всех приславших ответы и постарается учесть замечания и предложения в своей работе. Очень хотелось бы узнать мнение читателей по поводу этого анализа анкет.

Э. А. СТРЕЛЬЦОВА

Правило перевода

В. Н. КОМАРОВ

Пройдя сквозь свинцовую пелену облаков, гравитолет медленно снижался. Хелд осторожно направил машину к небольшой площадке, возле которой высилось громадное подковообразное строение. Грансон и Вель прильнули к иллюминаторам. Теперь уже не оставалось сомнений — перед ними сооружение, воздвигнутое разумными существами. После многих десятилетий упорных поисков, наконец, пришел успех. Эльта оказалась обитаемой...

Выйдя из гравитолета, звездолетчики медленно стали передвигаться вдоль глухой стены здания, внимательно глядясь в окружающие предметы.

— Кажется, мы опоздали, — разочарованно произнес Хелд.

— Если можно считать опозданием задержку на какие-нибудь триста-четыре ста лет, — усмехнулся Вель.

— Почему же триста-четыре ста? — спросил Грансон. Вель в этот момент внимательно рассматривал какие-то металлические конструкции, расположенные вдоль стены.

— Взгляните на эти детали, — отозвался физик. — Видите, какая коррозия? Если учесть, что окислительные свойства здешней атмосферы примерно такие же, как у земной, то нетрудно заключить: разумные существа не прикасались к этому металлу по меньшей мере три-четыре столетия.

— Должно быть, вы правы, — согласился Грансон. — Но что заставило обитателей этой планеты покинуть ее?

Ведь она как будто всем хороша...

— Надо попытаться проникнуть внутрь, — предложил Хелд. — Какой-то вход должен ведь существовать.

— Не обязательно, — усмехнулся Вель. — Они могли начинить эту коробку автоматическими устройствами и замуровать ее раз и навсегда. Как часы, которые не подлежат ремонту.

Они снова двинулись дальше.

— Здесь! — вдруг донесся торжествующий возглас Хелда.

Вель и Грансон ускорили шаг. За поворотом в глухой стене перед ними открылась арка высотой чуть выше человеческого роста.

— Двое пойдут, третьему придется остаться, — распорядился Вель. — Вам, Грансон. Вы — биолог. А Хелд как инженер будет там полезнее. Будем держать связь по радио. В крайнем случае проведете цикл биологических исследований и возвратитесь на Землю. Автоматы доведут звездолет...

— Не надо так говорить! — воскликнул впечатлительный Грансон.

— Почему-то некоторые думают, — улыбнулся Вель, — что если о неприятностях не говорить, то их и не будет... Давайте лучше проверим связь... А теперь пошли!

Вель и Хелд включили свои фонари и осторожно вошли. По ту сторону арки зияло второе отверстие, по-видимому, открывавшее вход внутрь. Поравнявшись с ним, они остановились. Им открылся огромный зал, тускло

освещенный сероватым светом, струившимся откуда-то сверху. Смутно вырисовывались причудливые очертания каких-то конструкций, похожих на машины или механизмы. Они прислушивались... Ни звука, ни шороха.

— Ну, что ж, — начал Вель.

— Сперва я сам! — удержал его Хелд и сделал несколько шагов внутрь зала, словно опасаясь, что Вель может опередить. — Входите.

Но как только Вель приблизился к Хелду, часть стены за его спиной, расположенная над аркой, опустилась вниз и наглухо закрыла входное отверстие.

— Что случилось? — прозвучал встревоженный голос Грансона. — Вель!.. Хелд!.. Вы меня слышите?

— Спокойно, Грансон, спокойно, — быстро отозвался Вель. — Сработала какая-то автоматика. Но если есть устройство, закрывающее вход, то должно существовать и открывающее его. Как вы считаете, Хелд?

— Существовать-то оно может, и существует, — мрачно заметил Хелд. — Но будет ли работать — вот вопрос.

— А почему бы и нет? — вмешался снаружи Грансон. — Сработало же оно в одном направлении.

— В том-то и дело, — невесело отозвался Хелд, — что в одном направлении. Плита, закрывшая вход, опустилась под действием собственной тяжести. Но чтобы ее поднять, нужна энергия.

— Хелд прав, — поддержал Вель. — Весь вопрос в том, сохранились ли здесь

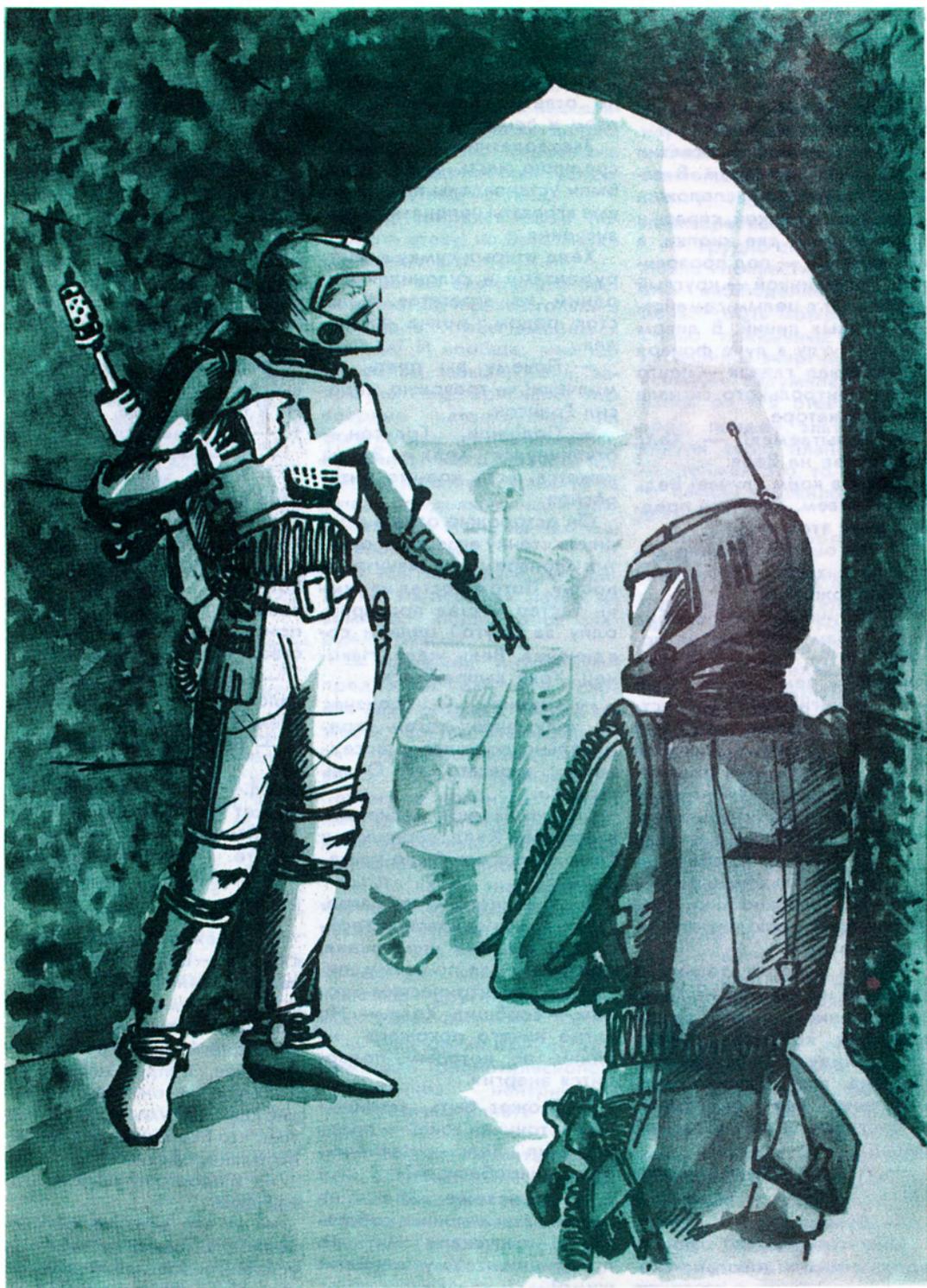


Рисунок А. ХОРЬКОВА

какие-либо действующие источники энергии...

— Смотрите, какой-то пульт,— вдруг оживился Хелд.— Может быть, это управление заслонкой?

Вель подошел и осветил пульт своим фонарем. В самом центре был расположен маховичок с ручкой, справа и слева от него две кнопки, а чуть повыше — под прозрачной пластинкой — круглый циферблат с целым семейством кривых линий. В левом верхнем углу в луче фонаря поблескивал глазок — нечто вроде контрольного сигнала или индикатора.

— Попробуемся? — Хелд посмотрел на Веля.

— Ни в коем случае! Ведь мы не знаем, для чего предназначен этот пульт.

— Но он расположен рядом с выходом. И логично предположить...

— Логично?... — перебил Вель.— Вам известна их логика? Этот пульт может управлять чем угодно. Скажем, аннигилирующим устройством. Перед тем, как покинуть здание, нажимаете левую кнопку... или правую, и через несколько минут все это сооружение превращается в элементарные частицы.

— Но почему-то аборигены не воспользовались подобной возможностью, когда покидали свою планету,— возразил Хелд.

— Это говорит только о том, что их бегство не было отступлением перед завоевателями, которым ничего не следует оставлять... Прежде всего нужно внимательно все осмотреть. И постараться найти другой выход.

— А если его не окажется?

— Думать...

Они медленно пошли вдоль стены и довольно скоро возвратились к тому же месту. Зал оказался сравнительно небольшим.

— Что там у вас? — освещался из-за стены Гран-

сон, обеспокоенный тем, что Вель и Хелд перестали переговариваться.

— Пока ничего,— спокойно ответил Вель.— Приступаем к осмотру...

Звездолетчики прошли в среднюю часть зала. Здесь были установлены причудливые агрегаты непонятного назначения.

Хелд открыл сумку с инструментами и склонился над одним из агрегатов. Вель, стоя рядом, молча наблюдал.

— Почему вы опять замолчали? — тревожно спросил Грансон.

— Подожди, Грансон,— откликнулся Хелд.— Здесь, кажется, есть кое-что интересное.

Он осторожно отделил заднюю стенку агрегата и осветил фонарем его «внутренность». Потом достал из сумки тестер и стал проверять одну за другой цепи и соединения. Вель ждал. Наконец, Хелд выпрямился.

— Странно, — произнес он задумчиво, потом стремительно подошел к соседнему агрегату. — Очень странно.

Осмотрев еще несколько агрегатов, Хелд вернулся к Велю. Лицо его было растерянным.

— У каждого из этих агрегатов есть и силовое устройство и система управления, которые, судя по всему, питаются электрическим током,— сообщил Хелд.— Но нигде ничего похожего на линии, по которым подводится энергия.

— Может быть, автономные источники тока? — предположил Вель.— Какие-нибудь микробатареи?

— Не похоже... И тем не менее, эти машины работали. И выпускали какую-то продукцию... Уму непостижимо!

— Но почему это так вас удивляет? — спросил Вель.

— То есть как? — не понял Хелд.— Что же они, по-ваше-

му, изобрели вечный двигатель?

— Хелд, — вмешался Грансон снаружи,— а может, они использовали лазерные лучи или высокочастотные поля?..

— Высокочастотные поля? — оживился Хелд.— Это идея...

Он снова полез внутрь одной из машин.

— Не исключено...— донесся его голос.— Вполне возможно, что эти проволочные витки, эти катушки и есть устройства для улавливания высокочастотной энергии... Но в таком случае, дело плохо,— произнес он мрачно.

— Почему же?

— Когда здесь существовала цивилизация, высокочастотная энергия, видимо, передавалась с центральных станций. Но сейчас-то они, конечно, не работают. Это значит, что мы не сможем привести в действие устройство, открывающее выход.

— Не торопитесь,— отозвался Вель.— Сперва надо во всем разобраться.

— В чем же тут разбираться? — пожал плечами Хелд.— И так все ясно... Но может быть, попробуем все же нажать на те кнопки на пульте. Поскольку источников энергии нет, мы ничем не рискуем.

— Прежде всего — присядем...— Вель поискал глазами что-нибудь подходящее и примостился на небольшом возвышении вблизи одного из агрегатов.— Скажите, Хелд,— неожиданно спросил он,— вы когда-нибудь задумывались над тем, что Вселенная бесконечно разнообразна?

— Я просто принимаю это, как факт.

— И что все это бесчисленное множество явлений, условий и состояний вряд ли возможно свести к некоторому конечному числу фундаментальных принципов, из которых выводится все остальное.

— И что же из этого? — Хелд явно не понимал, куда клонит Вель.

— Все дело в том, что, познавая мир, разумные существа должны с чего-то начинать. С открытия каких-то принципов. А каких — зависит от условий, в которых эти существа обитают и тех свойств, которыми они сами обладают.

Хелд вздохнул. Он уважал мира. Но в данный момент рассуждения ученого казались ему бесполезными.

— И может быть, — продолжал Вель, — что изучение окружающего мира у нас на Земле и здесь на Эльте началось с «разных концов», с открытия различных исходных принципов. Если фундаментальных принципов сравнительно немного, то есть надежда, что наши знания где-то пересекутся и мы сможем понять друг друга. А если число бесконечно?

— Но ведь мир-то один, — удивился Грансон. — И с какого «бока» его ни изучают...

— Один и тот же мир можно воспринимать по-разному. Например, биологи утверждают, что жаба видит только такие объекты, которые сравнительно быстро перемещаются. Значит жаба, Грансон, не видит звезд. А представьте себе разумных существ, которые воспринимают не свет, а, скажем, радиоволны... Словом, чтобы понять науку другой космической цивилизации, нужны «правила перевода», как при переходе с одного языка на другой.

— У меня есть идея, — сказал Хелд. — Что если попытаться проделать бластером отверстие в этой стене?

— Ну, что же — попытайтесь, — разочарованно вздохнул Вель.

— Только, пожалуйста, подальше от входа, чтобы не повредить механизмы, открывающие заслонку!

Из чехла, пристегнутого к поясу, Хелд вытащил крупно-

калиберный бластер. Выбрав подходящий участок стены, он прицелился. Ослепительная зеленая вспышка осветила зал. Хелд нажал на спуск еще несколько раз подряд. Но когда рассеялось облако сероватого пара, звездолетчики увидели, что стена устояла.

Хелд собрался было повторить атаку, но Вель мягко остановил его:

— Вы же видите, это бесполезно. Да и разве только в том дело, чтобы выбраться отсюда? И вообще, мне кажется, вы забыли, Хелд, зачем мы сюда прибыли... Мы впервые натолкнулись на остатки другой цивилизации. И, прежде всего, должны попытаться понять... Давайте-ка лучше продолжим наши размышления. Итак, на чем мы остановились?

— Мы обсуждали, походила ли эльтианская наука на земную, — подал голос снаружи Грансон.

— Наверное, походила, — предложил Грансон. — Условия ведь сходные — сила тяжести, состав атмосферы...

— И тем не менее, — отзывался Вель, — цивилизация почему-то покинула Эльту... Нет, здесь далеко не все похоже на Землю. Например, сплошная облачность.

— Но какое значение это могло иметь для развития науки? — удивился Хелд.

— Дело в том, что эльтиане не видели ни звезд, ни каких-либо других космических объектов.

— Они могли изучать их с помощью радиотелескопов, приемников нейтринного или гравитационного излучения.

— Вы рассуждаете, Хелд, как современный человек. А на Земле небесные светила наблюдали сперва невооруженным глазом, потом был изобретен телескоп, а уж позднее появились радиотелескопы, ракеты, спутники, всеволновая астрономия, стали регистрироваться потоки не-

йтрино и гравитационные волны. Эльтианам же пришлось начинать с другого конца — оптический диапазон для них был закрыт. А ведь в развитии земных наук оптические наблюдения небесных светил сыграли важнейшую роль!

— И что же эльтиане? — поинтересовался Грансон.

— Трудно сказать, к чему могло привести отсутствие этих наблюдений, — ответил Вель. — Быть может, к отсутствию привычных для нас источников энергии. Ключ ко всему, — задумчиво произнес он, — в ответе на вопрос, почему эльтиане покинули свою планету. Если мы поймем это, то найдем и то самое «правило перевода».

Наступившее молчание нарушил Грансон:

— Я вот о чем подумал... Крупные реки на этой планете отсутствуют. Нет лун и, следовательно, в ее морях и океанах нет приливов и отливов. Солнце закрыто облаками. Угля и нефти мы тоже не обнаружили. Распадающихся элементов ничтожно мало. И если вы не ошиблись, Хелд, и эльтиане действительно пользовались электричеством, то какой же исходный вид энергии они преобразовывали в электрическую?

— Вот в этом-то вся и суть! — воскликнул Вель.

Он вскочил и направился к пульту, который они обнаружили неподалеку от входа. Пригляделся к странному циферблату с сеткой кривых линий. Осторожно повернул маховичок на несколько градусов в ту и другую сторону... Ничего не произошло. Тогда Вель все так же медленно и осторожно повернул маховичок на несколько больший угол...

Он молчал, взгляд его был прикован к пульту.

— Вот что, Хелд, — говорил, наконец, Вель. — Достаньте, пожалуйста, свой

бластер и выпустите еще несколько зарядов в ту же стену.

Хелд послушно выполнил распоряжение.

— Я, кажется, понял, что это такое,— Вель постучал костяшкой согнутого пальца по циферблату загадочного прибора на пульте,— это своего рода магнетометр. Потому что при разряде бластера эти линии смещаются. А разряд бластера, как вы знаете, создает сильное магнитное поле.

— Какое же поле должен измерять этот прибор?

— Скорее всего, магнитное поле Эльты.

— Но ведь мы исследовали его,— вмешался Хелд,— оно в высшей степени постоянно. Что же может измерять этот прибор?

— Постоянно? — переспросил Вель.— А это идея!.. Хелд, попытайтесь-ка снять заднюю стенку пульта, чтобы мы могли заглянуть внутрь.

Крышка поддавалась довольно быстро. Но внутри почти ничего не оказалось — вероятно, основные узлы располагались где-то под полом. Именно туда тянулись кабели от двух кнопок на пульте и каждый имел плоскую металлическую оплетку.

— Странно, — заметил Хелд.— Они заэкранированы, словно микрофонный провод.

Вель снова осторожно покачал маховичок, одновременно заглядывая внутрь пульта.

— Смотрите,— сказал он Хелду.

Вместе с валом маховичка поворачивалась и насаженная на него кольцеобразная обмотка. Концы ее тоже уходили под пол.

— Вы не обратили внимание, Хелд, из какого материала изготовлены основные части машин, установленных в этом зале? — спросил Вель.

— Судя по всему, какой-то полимер. Во всяком слу-

чае, не металл... Это изолятор — я проверил тестером.

— Так... — Вель снова былся за ручку маховичка.— Кажется, что-то начинает проясняться... А впрочем, мы скоро выйдем отсюда,— в голосе его зазвучала уверенность.

Затем Вель резко крутанул маховичок на целый оборот. И тотчас же глазок на пульте мигнул слабым зеленоватым светом.

— Видели?!

Он повернул маховик в другую сторону, и глазок опять отозвался едва заметным мерцанием.

— У вас есть гипотеза? — с интересом спросил Хелд.

— Именно... Я думаю, что когда-то эта планета обладала быстро-переменным магнитным полем. Может быть, вращающимся. Оно и служило эльтианам основным источником энергии.

— Ну, конечно! — воскликнул Хелд.— Электрический ток генерировался здесь сам собой в любом проводнике, стоило только расположить его соответствующим образом по отношению к линиям поля. Так вот почему нет подводящих кабелей,— продолжал он.— Электрический ток возникал внутри самих машин. Теперь мы знаем, как они работали.

— И не только... — сказал Вель.— Мы знаем и то, почему эльтиане покинули свою планету. Ее магнитное поле по какой-то причине сделалось постоянным. И источник энергии иссяк.

— М-да, — протянул Хелд,— но в таком случае плохо наше дело. Без энергии нам не поднять плиту, закрывшую вход.

— Зато теперь мы знаем «правило перевода», знаем, в чем состояло главное отличие местной науки и техники от земной.

Хелд скептически усмехнулся:

— Вы думаете, это поможет нам выйти? Из абст-

рации электрического тока не получить. А без него...

— Ошибаетесь, Хелд, ошибаетесь. Абстракция — кратчайший путь к практическому результату... Итак, для того, чтобы привести в действие свои машины, эльтиане соответствующим образом поворачивали приемные энергетические катушки. Для этого, должно быть, и магнетометр на пульте.

— Но ведь токи-то должны были получаться слишком слабые,— усомнился Хелд.— Видимо, эльтиане разработали слаботочную энергосберегающую технику, основанную на каких-то закономерностях, с которыми нам еще предстоит познакомиться.

— Похоже, что так,— согласился Хелд.— И все же не понимаю, как нам удастся выбраться отсюда даже зная все это?

— С помощью «правила перевода», — усмехнулся Вель.— Попробуем изменить задачу. В те времена, когда магнитное поле вращалось, в катушке возникал переменный ток. Теперь поле неподвижно, будем вращать катушку.

Хелд постомтрел на Веля широко раскрытыми глазами. Не сказав ни слова, он взялся за ручку и стал вращать маховик изо всех сил. Глазок на пульте засветился сначала слабо, но постепенно стал разгораться.

— Быстрее!

Хелд, стиснув зубы, прибавил скорость. Тогда Вель нажал левую кнопку... И вдруг заслонка дрогнула и стала медленно подниматься. Еще несколько мгновений, и путь наружу был открыт.

Когда Вель и Хелд вышли, к ним бросился Грансон.

— Наконец-то! Но как же все-таки вам удалось?

— Очень просто,— невозмутимо сказал Хелд.— С помощью «правила перевода».

Бурение на планетах — в филателии

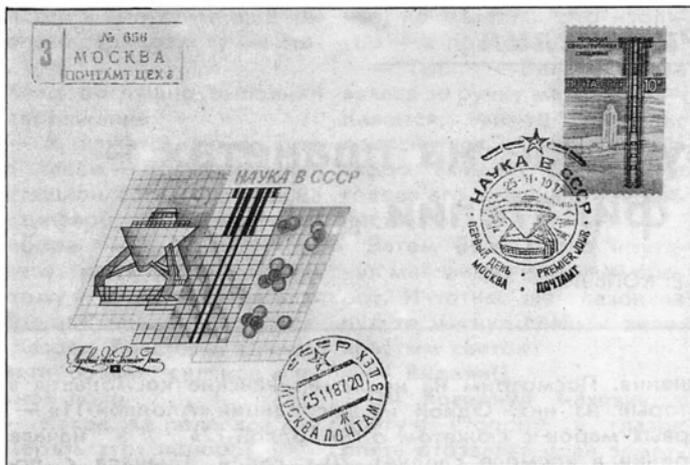
В. Е. КОПЫЛОВ

Космические достижения человечества, связанные с отбором проб на планетах Солнечной системы, многократно отражались в печати, кино, на телевидении и радио. Космическая буровая летопись не забыта и филателией — этой теме посвящены марки, конверты и спец-

гашения. Посмотрим на некоторые из них. Одной из первых марок с сюжетом о бурении в космосе следует считать миниатюру, выпущенную в Йемене в 1969 году. Эта марка предвосхищала космическое бурение. В действительности же подобную операцию выполняли

американские космонавты в экспедиции «Аполлон-11» — «Аполлон-17» в начале 70-х годов. Сначала с помощью ручных пенетрометров и молотка (это нашло отражение на марках Парагвая, Аджмана, конверте Чехословакии), а затем — ручным электробуром (США,





Оман, Аджман, Фуджейра — та же фотография). По некоторым маркам можно судить об отдельных подробностях бурения электробуром. На марке, выпущенной Аджманом, демонстрируются детали бурильных труб и подставок для них, конструкция устья скважины (Рас-эль-Хайма), извлечение колонны труб двумя космонавтами экспедиции «Аполлон-17» (Либерия).

Работа буровых установок и возвращаемых на Землю устройств автоматических межпланетных станций «Луна-16, -20, -24» отражена на отечественных марках, а также на марках Чада, Кубы, Венгрии, Польши, Болгарии, Верхней Вольты и других стран. Десятилетие бурения

на Луне с помощью автоматической станции «Луна-16» отмечено конвертом и спецгашением в Германской Демократической Республике и Болгарии. В нашей стране специальные конверты были выпущены к полету «Луны-16 и -20» (1970 и 1972 гг.).

Интересно отметить и некоторые филателистические курьезы. Так, на марке Кубы (1976 г.), отметившей запуск станции «Луна-24» показано буровое устройство, которое использовалось на «Луна-16» и существенно отличалось по своим возможностям и конструкции от более поздней модификации. На марках Венгрии и Болгарии художники, фантазируя, изобразили буровое устройство «Луны-16» сильно отличающимся

от реальности...

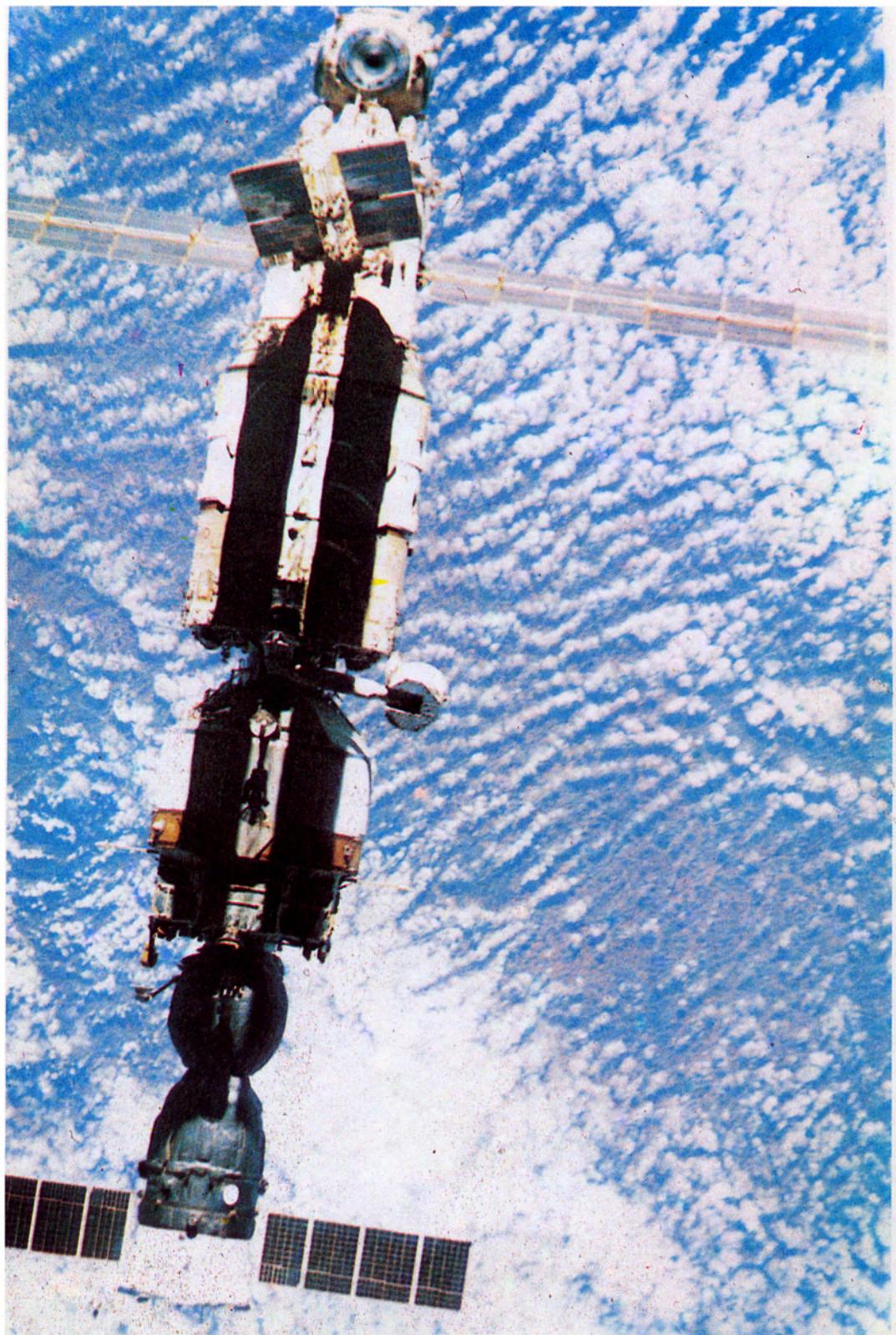
Нашло отражение в филателии и бурение Кольской сверхглубокой скважины. С 1980 года существует конверт, выпущенный в городе Заполярном Мурманской области в связи с тем, что скважина достигла 10-километровой глубины (он показан в левом верхнем углу фотографии). Когда же глубина превысила 12 км, Министерство связи выпустило серию из трех марок «Наука в СССР» (1987 г.). Одна из них с номиналом 10 копеек целиком посвящена Кольской сверхглубокой скважине. На марке изображена буровая вышка на фоне северного сияния и полярной тундры, разрез скважины и буровой инструмент с долотом на забое. Художник указал даже направление потока промывочной жидкости в бурильных трубах и в затрубном пространстве, турбобур и центрирующие устройства для сохранения вертикального положения ствола. Мы показываем эту марку на специальном конверте первого дня. Конверт был выпущен в мае 1987 года, на нем в стилизованном виде изображена также скважина, пересекающая толщу горных пород.

Сдано в набор 1.:05.89. Подписано к печати 4.05.89 Т-10314 Формат бумаги 70×100¹/₁₆. Офсетная печать. Усл.-печ. л. 7,8 Уч.-изд. л. 11,4 Усл. кр.-отт. 845 тыс. Бум. л. 3,0. Тираж 50 000 экз. Зак. 673

Цена 65 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука» 117049, Москва, Мароновский пер., дом 26

Ордена Трудового Красного Знамени Чеховский полиграфический комбинат Государственного комитета СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. 142300, г. Чехов, Московской области



СТРАХОВАНИЕ ДОМАШНЕГО ИМУЩЕСТВА

обеспечивает возмещение ущерба при повреждении или гибели имущества в результате пожара, наводнения, бури, землетрясения и других стихийных бедствий, аварий отопительной и водопроводной сетей, а также при его похищении. Ваше домашнее имущество может быть застраховано на любую сумму в пределах его действительной стоимости. Выплата страхового возмещения производится в размере причиненного ущерба, но не выше суммы, обусловленной в договоре страхования.

Договор страхования можно заключить на срок от одного года до пяти лет включительно или на срок от 2 до 11 месяцев. Плата за страхование невелика и зависит от местонахождения имущества и категории строений. Платеж можно внести в момент заключения договора, а также по наличному расчету через бухгалтерию по месту работы.

При оформлении договора страхования на 3 года и более предоставляется скидка с исчисленной суммы в размере 10 %.

НОВОЕ В СТРАХОВАНИИ: по специальному договору принимаются на страхование изделия из драгоценных металлов, коллекции и антикварные предметы.

По отдельному договору могут быть застрахованы строительные материалы, находящиеся на Вашем приусадебном участке.

Подробнее ознакомиться с условиями страхования и оформить договор можно в инспекции Госстраха или у страхового агента, обслуживающего Вас по месту работы.

Госстрах РСФСР

РЕКЛАМА



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
65 КОП. ИНДЕКС 70336